

к 25 марта

Российская Академия Наук

Геологический институт

на правах рукописи

УДК 551.248.2:551.794(470.22)

ЗЫКОВ Дмитрий Сергеевич

**НОВЕЙШАЯ ГЕОДИНАМИКА СЕВЕРОКАРЕЛЬСКОЙ ЗОНЫ
(БАЛТИЙСКИЙ ЩИТ)**

Специальность 04.00.04 - геотектоника

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени кандидата
геолого-минералогических наук

Москва - 1999

Научные руководители: доктор геолого-минералогическ наук
М.Г.Леонов (ГИН РАН)
доктор геолого-минералогических наук
А.А.Никонов (ОИФЗ РАН)

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогическ наук
М.Л.Копп (ГИН РАН)
кандидат геолого-минералогических наук
В.А.Зайцев (МГУ: им. М.В. Ломоносова)

Ведущая организация: ГИПП "Аэрогеология"

Защита состоится **15 апреля 1999 года в 14³⁰** на заседании Специализированного Ученого совета Д.002.51.02 по геологии, геотектонике, геологии морей и океанов при Геологическом институте РАН по адресу:

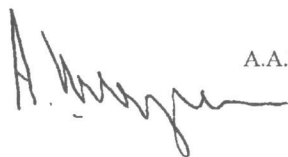
109017, Москва, Пыжевский пер., д.7, Геологический институт РАН, актовй зал

Отзывы на автореферат просьба высылать в двух экземплярах, заверенных печатью, по указанному адресу.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке геологической литературы Секции наук о Земле РАН по адресу: Москва, Старомонетный пер., д.35.

Автореферат разослан 12 марта 1999 года.

Ученый секретарь Специализированного совета
канд. Геол. - мин. наук


А.А.Пейве

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Новейшая тектоника восточной части Балтийского щита изучалась большими коллективами ученых. В основе исследований лежали преимущественно геолого-геоморфологические методы, дополняемые инструментальными (уровнемерными и геодезическими) данными. В настоящее время установлено общее сводово-купольное воздымание щита в поздне и послеледниковое время, локальные перекосы территории и большая роль блоковых субвертикальных движений по сети разрывов (Лаврова, 1960; Бискэ, 1961; Граве, Евзеров, 1967; Николаев, 1967; Лак и др., 1972; Стрелков, 1973; Лукашов, 1976; Никонов, 1977; Кошечкин, 1979 и др.). Измерены скорости современных вертикальных тектонических движений, достигающие, в основном, первых миллиметров в год (Победоносцев и др., 1971; Никонов и др., 1972 и др.). Зафиксирована сравнительно слабая историческая сейсмичность (Панасенко, 1969; Gregersen, 1991 и др.). Полученные данные позволили рассматривать новейшую тектонику Балтийского щита, в основном, с позиции вертикальных движений весьма умеренной, характерной для платформ интенсивности, и это мнение стало общепринятым. Данные же о горизонтальных движениях и деформациях встречаются весьма эпизодически (Войтович, 1971; Ананьев, 1997 и др.). Тем не менее в последнее время появляются сведения, делающие актуальным пересмотр традиционных взглядов на характер проявления неотектонических движений земной коры региона с позиций представлений о более высокой, чем принято, подвижности кристаллического фундамента платформ на плитном этапе развития (Леонов, 1993, 1997) и наличии не только вертикальной, но и значительной латеральной компоненты движения пород фундамента. Можно выделить следующие основные предпосылки для подобного переосмысления: 1) замеры напряжений в горных массивах в рудниках Балтийского щита показывают значительные превышения горизонтальной составляющей тензора напряжений над вертикальной (Турчанинов и др., 1973 и др.); 2) решения механизмов очагов землетрясений указывают на наличие горизонтального стресса и сдвигового характера деформаций на глубине (Ассиновская, 1986; Wahlstrom, Assinovskaia, 1996 и др.); 3) появляются данные о палеосейсμοдеформациях (Николаев, 1966; Lukashov, 1995 и др.); 4) реконструкции полей напряжений по массовым замерам трещин и бороздам скольжения показывают во многих случаях субгоризонтальную ориентировку оси максимального сжатия (Бабак и др., 1979; Сим, 1997 и др.). Однако данные эти фрагментарны и вплоть до настоящего времени не предпринималось попыток рассмотреть новейшую геодинамику конкретного региона (крупной структуры) с

позиций проявления объемной, трехмерной деформации. Все это делает представленную работу весьма актуальной как с позиций расшифровки новейшей геодинамики конкретного района (структуры) так и с точки зрения принципиальной научной задачи установления форм и особенностей проявления новейших движений в области Балтийского щита.

Цель и задачи исследования. Цель исследования: выявить признаки и оценить процессы объемной (включающей как вертикальную, так и латеральную компоненты) подвижности горных масс в новейшее время (включая после- и позднеледниковое время). Задачи исследования: 1) разработать методические принципы выявления объемных новейших движений и деформаций; 2) выделить отдельные активизированные структуры на местности; 3) установить парагенезы активизированных структур; 4) систематизировать наблюдения и составить структурно-кинематические схемы, отражающие новейшее геодинамическое развитие исследованных участков земной коры.

Научная новизна работы. Разработан новый методический подход, позволяющий выделять в рельефе и ландшафте платформенных территорий следы новейших объемных деформаций. На территории восточной части Балтийского щита (особенно детально - в пределах Северокарельской зоны) впервые выявлены морфоструктурные парагенезы, отвечающие неотектоническим деформациям не только с вертикальной, но и с горизонтальной компонентой. Показано, что эти движения связаны с объемной подвижностью геологической структуры кристаллических пород фундамента. Для района Северокарельской зоны и отдельных участков восточной части Балтийского щита впервые созданы структурно-кинематические схемы, отражающие внутриплитное геодинамическое развитие этих участков земной коры. Установлены новые для района участки и характеристики палеосейсмодеформаций.

Практическая ценность. Методические и фактические результаты работ могут быть использованы при обосновании долгосрочной устойчивости крупных объектов и коммуникаций - гидроэлектростанций, атомных электростанций, нефтепроводов и др. Открываются перспективы переоценки долговременного сейсмического потенциала.

Фактическая основа работы. Предварительные результаты по материалам полевых исследований в Якутии, Казахстане, Карелии и на Керченском полуострове были получены во время работы в Лаборатории неотектоники МГУ им. М.В.Ломоносова под руководством проф. Н.И.Николаева, а затем в Лаборатории неотектоники и космической геологии ГИН РАН под руководством проф. В.Г.Трифорова. Основная

асть работы была проделана на базе многолетних работ в Карелии в составе Лаборатории тектоники консолидированной коры ГИН РАН под руководством доктора г.-м. наук. М.Г.Леонова.

Методы исследования. Разработанный автором новый методический подход предполагает следующую последовательность действий: 1) выделение неотектонически обусловленных форм рельефа (морфоструктур) и их парагенезов; 2) сравнение с ними геологической структуры территорий и получение закономерных сочетаний; 3) анализ и интерпретация обнаруживаемых закономерностей с точки зрения парагенезических структурно-геологических и морфоструктурных моделей, отвечающих латеральным деформациям и созданных в районах с высокой тектонической активностью и по результатам моделирования; 4) построение структурно-кинематических схем, отражающих новейшее геодинамическое развитие исследуемых районов.

Защищаемые положения. 1) Разработан новый методический подход, позволяющий выявлять новейшие объемные (трехмерные) тектонические деформации горных масс в платформенных условиях (особое внимание уделяется выявлению горизонтальной составляющей деформации). 2) На основе применения методического подхода: а) показан вклад объемных неотектонических деформаций в формирование новейшего структурно-геоморфологического плана Северокарельской зоны и участков Карельского массива; б) создана структурно-кинематическая модель, отражающая геодинамическое развитие Северокарельской зоны на новейшем тектоническом этапе; 3) Выявлены палеосейсмодеформации, свидетельствующие о высоком уровне тектонической активности и сейсмического потенциала земной коры восточной части Балтийского щита.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на заседаниях Лаборатории неотектоники МГУ им. М.В.Ломоносова (1987, 1988); на конкурсных сессиях ГИН РАН (1992, 1993, 1996); на научном семинаре по проблемам активной разрывной тектоники в Национальном агентстве по защите окружающей среды (ЕНЕА-DISP) Рим, Италия (1993); на Всероссийском совещании по изучению четвертичного периода в ГИН РАН (1994); на пятой международной Конференции памяти Л.П.Зоненшайна (1995); на совещании "Неотектоника и современная геодинамика континентов и океанов" в МГУ им.М.В.Ломоносова (1996); на научном совещании "Современная тектоническая активность, строение и сейсмичность Восточно-Европейской платформы", С-Петербург, ВСЕГЕИ (1997); а также на

коллоквиумах ГИН РАН в 1996, 1998 годах и на заседаниях Лаборатории тектоники консолидированной коры ГИН РАН (1995-1998).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 15 работ.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, 7 глав и заключения, изложенных на 155 страницах машинописного текста. Она содержит 68 рисунков, 3 фотографии. Библиография включает 456 наименований.

Благодарности. Автор приносит большую благодарность научным руководителям работы М.Г.Леонову и А.А.Никонову за постоянную помощь и консультации в ходе проводимых исследований. В процессе работы автор обсуждал различные аспекты своих научных разработок с Р.Р.Атласовым, В.И.Бабаком, Л.И.Боголюбовой, О.А.Воейковой, В.А.Галкиным, В.А.Зайцевым, А.И.Ивлиевым, А.И.Кожуриным, А.Н.Козловым, С.Ю.Колодяжным, М.Л.Коплом, Н.П.Костенко, Ю.А.Лаврушиным, Ю.Г.Леоновым, А.В.Лукьяновым, А.Д.Лукашовым, Э.Н.Лишневым, В.И.Макаровым, Н.В.Макаровой, Ю.А.Морозовым, М.В.Минцем, А.А.Наймарком, С.А.Несмеяновым, Н.И.Николаевым, П.Н.Николаевым, Ю.Й. Сыстрой, С.Ф.Скобелевым, С.Г.Смирновым, С.В.Руженцевым, В.Г.Трифоновым, Н.С.Фроловой и благодарен им за ценные советы и критические замечания. Выражаю большую благодарность своим коллегам по полевым работам последних лет С.Ю.Колодяжному, М.Л.Сомину, И.И.Бабариной, Ф.С.Котову, В.В.Травину.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 96-05-64412).

ГЛАВА 1. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РАЙОНА СЕВЕРОКАРЕЛЬСКОЙ ЗОНЫ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ.

Северокарельская зона (СК зона) разделяет фрагменты двух крупных мегаблоков земной коры: Карельского и Беломорского (рис.1). Она сложена нижнепротерозойскими метаморфизованными (от зеленосланцевой до амфиболитовой фации) преимущественно вулканогенно-терригенными породами, имеет протяженность немного менее 100 км и представляет собой в плане сравнительно узкую прерывистую дугу, выгнутую в северном направлении. Зона имеет синклинорный характер и представлена сравнительно крупными Кукаозерской и Паанаярвинской сложными синклиналями и несколькими более мелкими аналогичными структурами, названными по расположенным в их пределах озерам (рис. 1) Карельский и Беломорский мегаблоки сложены преимущественно гранито-гнейсами архея, интродированы и сложно деформированы.

Сведения о геологическом

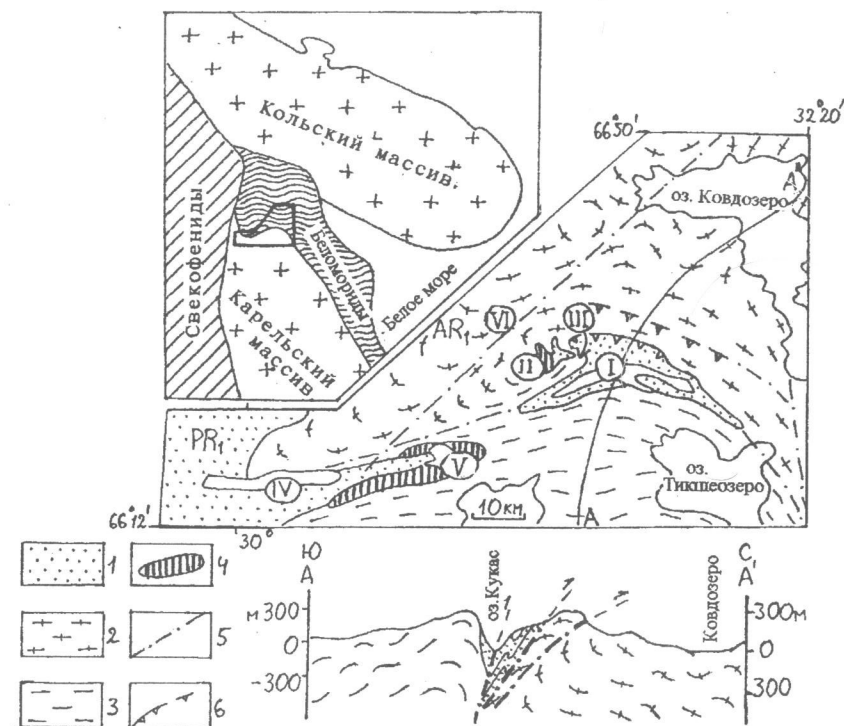


Рис.1. Схема геологического строения района Северокарельской зоны. 1 - Нижнепротерозойские толщи; 2 - архейские толщи Беломорского комплекса; 3 - преимущественно архейские толщи Карельского комплекса; 4 - нижнепротерозойские гипербазиты; 5 - разрывы (сдвиги) и повно - разрывные зоны; 6 - надвиги.

Структуры Северокарельской зоны: I - Кукаозерская синклиналь (оз. Кукас); II - Ханкусьярвская синклиналь; III - Кужьярвская синклиналь; IV - Паанаярвская синклиналь (оз. Паанаярви). V - Ципрингский массив (оз.Ципринга). VI - Ковдозерский разрыв (вне зоны).

строении района СК зоны приведены в работах (Волотовская и др., 1960; Крац, 1963; Богданов и др., 1966; Володичев, 1977; Войтович, 1975; Коросов и др., 1975; Миллер, 1988 и др.). Автор в своих исследованиях опирался, в основном, на работу Ю.И.Сыстры (1991) и на данные, изложенные в работах (Леонов и др., 1996, 1998; Колодяжный, 1998).

1.1. ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ И ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ПОРОД.

1) Саамский комплекс, нижний архей. Породы повсеместно обнажаются на поверхности в обрамлении СК зоны. В окраинной части Карельского мегаблока объединяются в Тавояврскую группу. Представлены гранито-гнейсами, гранодиоритами, амфибол - биотитовыми гнейсами и др. Абсолютный возраст - около 3,5 млрд. лет.

2) Лопийский комплекс, верхний архей. Породы обнажаются в пределах Беломорского мегаблока. Представлены первично вулканогенно-осадочными толщами, преобразованными в основном в биотит-амфиболовые микрогнейсы, а также первично интрузивными породами - гранитами, диоритами и др. Возраст примерно 2,9 млрд. лет, мощность до 5,5 км.

3) Карельский комплекс, нижний протерозой. Сумийский, сариолийский, ятулийский, лодиковийский надгоризонты. Слагают СК зону. Почти повсеместно разделены поверхностями размыва. Представлены: сумий - конгломератами, плагиопорфирами, андезит-базальтами, преобразованными в биотит-амфиболовые сланцы и др. Возраст примерно 2,4 млн. лет, мощность около 2 км; сариолий - полимиктовыми конгломератами мощностью около 200 м; ятулий - преимущественно кварцито-песчаниками мощностью около 500-800 м.; лодиковий (выделяется предположительно) - переслаиванием амфиболитов, конгломератов, сланцев и др., мощностью первые сотни метров.

Раннепротерозойское время характеризовалось значительной магматической деятельностью. Происходило становление расслоенных перидотит-габбро-норитовых интрузий Олангской группы, а также внедрение гранитоидов и сравнительно мелких (в современном срезе) тел гипербазитов.

1.2. ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ДЕФОРМАЦИИ.

Кукаозерская синклиналь имеет линзовидно-дуговидную в плане форму, длину около 28 и ширину около 5 км (рис.1). Структура сильно сжата, преобладает южное падение толщ. Наиболее деформированной является осевая часть, где

нижнепротерозойские породы сильно тектонизированы - катаклазированы и будинированы. На крыльях наблюдается более пологое падение и меньшая деформированность. Породы Кукаозерской синклинали надвинуты (вброшены) в северном направлении. Фронт аналогичных надвигов картируется и севернее зоны, в пределах гранито-гнейсов архея, где примерно повторяет дуговидную форму СК зоны. Кукаозерская структура осложнена несколькими меньшими по размеру синклинальными структурами, из которых крупнейшими являются Ханкусьярвская и Кужьярвская, особенности геологического строения которых будут рассмотрены ниже. На флангах Кукаозерской синклинали нижнепротерозойские толщи редуцируются и исчезают в шовно-разрывных зонах, маркируемых зонами тектонитов и цепочками ультраосновных протрузий. На восточном фланге шовная зона имеет северо-западное простирание, на западном - северо-восточное. В западной части Северокарельской зоны расположена Паанаярвская синклиналь, также сложенная породами нижнего протерозоя. Синклиналь сильно сжата, оба крыла ее падают в южных румбах. Структура имеет субширотное простирание и длину более 15 км. Между Паанаярвинской и Кукаозерской синклиналями расположен расслоенный интрузивный массив основных и ультраосновных пород, который обобщенно можно назвать Ципрингским. Он вытянут вдоль шовной зоны и имеет видимую длину около 16 км. Из всех многочисленных разрывных нарушений, картируемых в районе, наиболее крупным является Ковдозерский разрыв, именуемый ^{се}правосдвиговую и субвертикальную компоненты и заложившийся в протерозое. Он пересекает территорию исследования в северо-восточном направлении (рис.1).

Подстилающие толщи архейского возраста (преимущественно гранито-гнейсы) также сильно деформированы. Широкое распространение имеют языковидные покровные складки, являющиеся фрагментами гранито-гнейсовых куполов.

Основные деформации всех комплексов пород и прогрессивный метаморфизм приходится на свекофеннскую эпоху тектоно-магматической активизации.

Результаты глубинных комплексных геофизических исследований (Шаров, 1993) и геологического картирования на поверхности позволяют представить строение массива пород, включающего СК зону, и обрамляющие гранито-гнейсы в виде своеобразного козырька или выступа Карелид, надвинутого (вброшенного) на Беломориды.

ГЛАВА 2. ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕОМОРФОЛОГИИ И НЕОТЕКТониКИ.

Рельеф СК зоны и ее обрамления является денудационно-тектоническим, кристаллические породы повсеместно обнажаются на поверхности. Большая часть территории, включая район оз. Кукас, относится к грядово-увалистой равнине (максимальные абс. отметки возвышенностей более 300 м, относительные превышения в среднем 100-150 м), образовавшейся вследствие препарировки складчатых структур карельского комплекса под влиянием новейших движений и селективной денудации (Геоморфология..., 1977). В районе озера Паанаярви выделяется низкотеррасный рельеф (абс. отметки более 400 м), а в северо-западной части территории, в пределах Беломорид - мелкогрядово-холмистая низкая равнина (абс. отметки 50-100 м). Следы активной ледниковой эрозии - бараньи лбы - встречаются повсеместно. Ледниковые борозды указывают на субширотное движение ледника. На территории наблюдаются многочисленные озерные ванны, крупнейшие из которых имеют протяженность в десятки километров. Некоторые из них (оз. Кукас, оз. Паанаярви и др.) расположены в пределах одноименных синклиналей СК зоны и генерализовано подчеркивают их форму. Берега этих озер обрывистые, встречаются узкие каньоновидные заливы.

Аккумулятивные рыхлые отложения представлены, в основном, тонким (сантиметры и дециметры) чехлом делювиально-коллювиальных щебнисто-дресвяных накоплений. В понижениях рельефа располагаются торфяники мощностью в первые метры. У основания обрывов наблюдаются обвальные глыбовые накопления. Валунно-песчаные морены и флювиогляциальные озы встречаются эпизодически в понижениях рельефа и достигают мощностей в первые метры. На территории встречаются отложения только поздне- и послеледникового возраста, что затрудняет датирование этапов развития рельефа.

СК зона входит в область фрагментарного распространения миоцен-нижнеплиоценовой поверхности выравнивания с отдельными останцами мезозойского лентелена (Афанасьев, 1977). Значительных проявлений кор выветривания не картировалось, только в районе оз. Ханкусьярви в процессе работ были обнаружены следы гидрослюдистой дочетвертичной коры выветривания, развитой по ультраосновным породам.

Новейшая тектоника района СК зоны отражена в работах (Бискэ, 1958, 1961; Лукашов, 1976; Карта геоморфолога - неотектонического..., 1980 и др.). Сделан ряд наблюдений: 1) район характеризуется высокими отметками рельефа, что

свидетельствует о повышенной неотектонической активности; 2) орографическая поверхность в районе часто повторяет тектоническую, т.е. депрессии наследуют синклинальные структуры, а поднятия - антиклинальные; 3) обрывистость берегов озер и узкие долины обусловлены сетью разрывов; 4) возвышенности являются поднятыми на разную высоту блоками земной коры. В целом район рассмотрен с позиций новейших субвертикальных движений по разрывам, латеральные деформации практически не выделялись.

ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.

В новом методическом подходе автор соединил в определенной последовательности несколько известных методов, что позволило установить на территории исследования неотектонические движения и деформации, имеющие не только вертикальную, но и горизонтальную компоненту. Кроме того автор ставил себе целью адаптировать опыт предшественников к территориям, сравнительно малоактивным в новейшее время (Зыков, 1993, 1994, 1997).

Базовым является качественный орографический метод (Применение геоморфологических..., 1970; Николаев, 1988 и др.), позволяющий по топокартам откартировать контуры основных форм рельефа - возвышенностей и депрессий и произвести анализ их гипсометрии. Затем, с учетом данных полевых наблюдений и литолого-геологических карт производится сопоставление гипсометрии основных форм рельефа, литолого - прочностных (и структурно-прочностных) свойств слагающих их толщ пород и направленности влияния вероятных денудационных факторов, в частности движения ледника. Аномальные выражения пород разной прочности в рельефе относятся за счет неотектонических движений. Подобный анализ отражен в работах (Кошечкин, 1964; Макиевский, Никонов, 1964; Стрелков, 1972 и др.). Метод выделения геоморфологических аномалий (Можаев, 1969; Ананьев, 1988 и др.) позволяет также выделять на территории исследования локальные аномалии - обрывы, овраги и др., которые по своим морфологическим характеристикам резко выделяются на общем фоне и позволяют предположить участие в их образовании локальной неотектонической компоненты. В результате орографического картирования и выделения геоморфологических аномалий устанавливаются морфоструктуры - неотектонически обусловленные формы рельефа.

Для выявления движений молодого времени (особенно позднеголоценового) применяется ландшафтно-геоморфологический метод, который (для восточной части Балтийского шита) основан на анализе развития прибрежных форм рельефа и

береговых процессов на озерах (подтопление и обмеление) (Верещагин, 1931; Рихтер, 1934; Бискэ и др., 1971 и др.), а также на анализе аномалий в процессах заболачивания и зарастания. Методика подобных геоботанических исследований наиболее полно разрабатывалась в Сибири (Орлов, 1975; Зятькова, 1976 и др.). Для обоснования возможности перенесения накопленного опыта на Балтийский щит автор на территории Центральной Карелии (Муезерский район) производил детальные исследования болотно-торфяных комплексов (Зыков, 1991). На основании исследования разрезов торфов в дренажных канавах было показано, что встречающиеся в пределах заболоченных равнин (на сравнительно мощных торфяниках) пятна густого леса, имеющие в плане прямолинейные границы, возникли при незначительном относительном понижении уровня грунтовых вод, происходящим над развивающимися блоковыми поднятиями в подстилающих болото кристаллических породах.

Рисунок неотектонически обусловленных форм рельефа сравнивается со структурно-геологическим рисунком территории, при этом особый упор делается на расположение депрессий. Выявляются закономерные сочетания и производится их анализ со структурно-парагенетических позиций. Модельной базой для сопоставления является опыт структурно-геологических, морфоструктурных и палеосейсмологических наблюдений, полученный в результате исследований, проведенных в тектонически активных районах и по результатам моделирования (Лукьянов, 1963, 1965; Буртман и др., 1963; Костенко, 1972; Никонов, 1974; Макаров, 1977; Трифионов, 1983; Расцветаев, 1987; Бондаренко, 1991; Гончаров, 1993; Талицкий, 1994; Галкин, 1997; Морозов, Гептнер, 1997 и др.). В основе подобного морфоструктурно-парагенетического анализа лежит идея о существовании закономерных, компенсированных, взаимосвязанных зон сжатия и растяжения в земной коре, возникающих в процессе деформации, и о возможности выражения их в рельефе в новейшее время.

В результате создаются структурно-кинематические схемы, отражающие новейшие объемные деформации земной коры (с особым акцентом на горизонтальную компоненту), и делается заключение о геодинамическом новейшем развитии исследованных территорий.

ГЛАВА 4. НОВЕЙШАЯ ОБЪЕМНАЯ ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ПОДВИЖНОСТЬ СЕВЕРОКАРЕЛЬСКОЙ ЗОНЫ.

Особенности новейшего развития структуры в целом.

Примерно в тридцати километрах севернее СК зоны, в пределах Беломорид, располагается депрессия, заполненная водами оз. Ковдозеро (рис.1). Берега озера изрезанные и неровные, однако, в целом, депрессия имеет вытянутую изогнутую форму при размерах примерно 50 на 15 км и глубину, достигающую нескольких десятков метров. Геологические материалы показывают относительную литологическую однородность подстилающих и выходящих по берегам толщ, что не позволяет связать образование депрессии с избирательной денудацией. Изогнутая форма озера в целом не отвечает направлению движения ледника и сетчатой структуре гранито-гнейсов, в пределах которых располагается, и с этой точки зрения является геоморфологической аномалией. В то же время форма депрессии оз. Ковдозеро генерализованно повторяет контуры надвигового фронта, ограничивающего СК зону с севера и располагающуюся южнее прогиба. Получается, что озерная ванна “чувствует” надвиг на расстоянии, опосредованно. Подобное явление объясняется наличием неотектонических движений.

В районах высокой неотектонической активности широко известны факты образования преднадвиговых депрессий в сравнительно жестких коренных породах. Простейшими являются случаи, когда происходит совместное развитие наклонных антиклинальной и синклинали складок. Образуется срыв и козырьковое надвигание антиклинали на депрессию, маркирующую развивающуюся синклиналь (Костенко, 1972; Спенсер, 1981). В подобном процессе может участвовать фактор коробления пород (Lebel, 1996). Глубинное (kozyрьковое) геологическое строение позволяет реализоваться подобной модели развития в районе СК зоны. Образование прогиба перед взбросо-надвиговым фронтом в пределах щита является свидетельством продолжающихся процессов горизонтальных перемещений горных масс (I на рис. 2). На левом (западном) фланге дуги СК зоны располагаются Паанаярвская синклиналь, Ципрингский интрузивный массив, а также Ковдозерский разрыв и шовно - разрывная зона, соединяющая Кукаозерскую и Паанаярвскую синклинали (рис. 1). В районе озера Паанаярви Ковдозерский разрыв морфологически выражен прямолинейными депрессиями рельефа северо-восточного простирания. В пределах одной из этих депрессий было установлено левое коленовидное смещение пересекающей ее

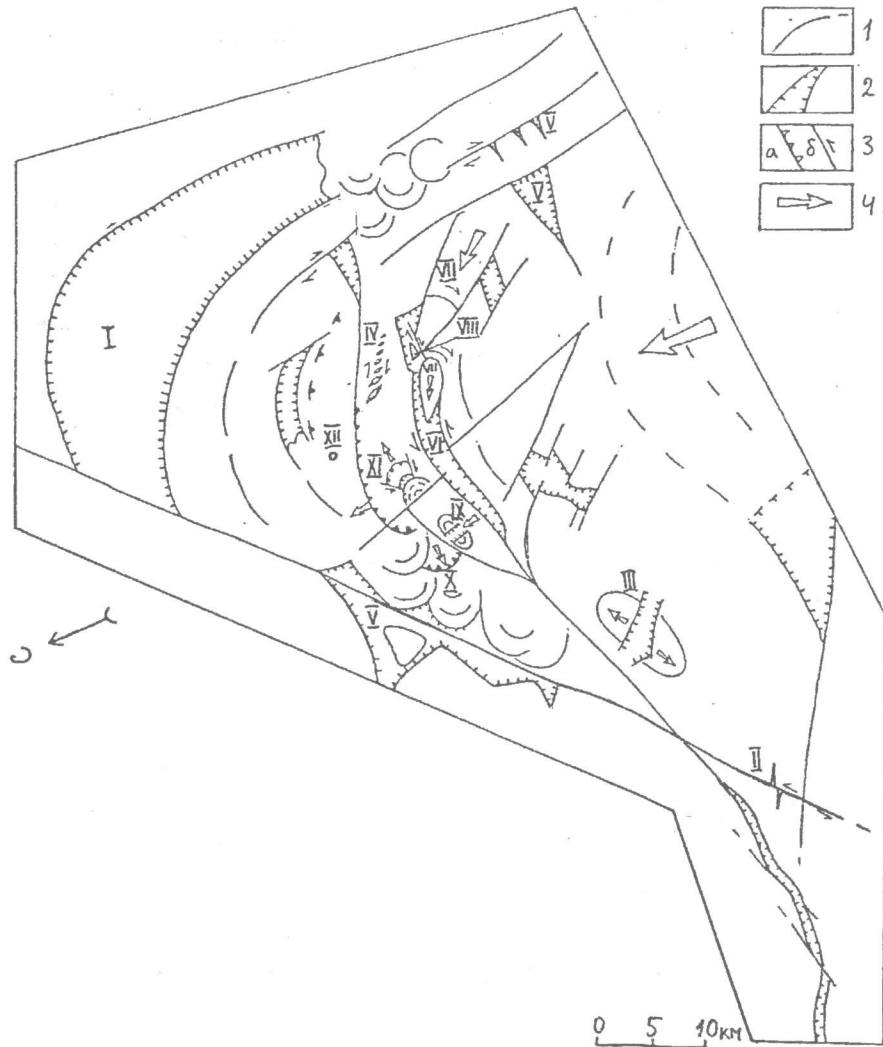


Рис.2. Структурно - кинематическая схема новейшего геодинамического развития района Северокарельской зоны. Создана на базе генерализации дешифрированного космоснимка с исходным масштабом 1:500000. 1 - Линейные границы структурных неоднородностей; 2 - тектонически обусловленные депрессии; 3 - разрывные нарушения: а - взбросы и надвиги, б - сдвиги; 4 - направление перемещения масс.

небольшой субширотной эрозионной долины с амплитудой более 100 м (II на рис.2). Смещение отчетливо фиксируется по дистанционным изображениям, за счет искривления в пределах заболоченных днщ долин линеаментов, отвечающих сравнительно прямолинейным прирусловым частям ручьев. При полевых пересечениях было установлено, что подобный линеамент, маркирующий одну из ветвей Ковдозерского разрыва, разделяет разные типы растительности (травянистая и кустарниковая) на днще заболоченной долины в районе пересечения, что является признаком позднеголоценовой активности разрыва.

Ципрингский интрузив вытянут в северо-восточном направлении вдоль шовно-разрывной зоны, соединяющей Кукаозерскую и Паанаярвскую синклинали. Массив рассечен поперек разрывами, ограничивающими депрессию озера Ципринга. Депрессия имеет обрывистые прямолинейные берега, значительную глубину и другие признаки новейшего грабена (Бискэ,1961). Наличие подобной депрессии свидетельствует о растягивании массива в новейшее время вдоль левобланговой шовно -разрывной зоны и, соответственно, об активности самой этой зоны (III на рис. 2).

В северо-восточном обрамлении дуги СК зоны, в пределах Беломорид, расположена цепь озер запад-северо-западного простираения (параллельно структурам зоны) и общей длиной около 10 км. Озера имеют слегка вытянутую в северо-западном направлении форму и расположены кулисно относительно друг друга. Их размеры, закономерно уменьшаясь в восточном направлении, составляют от 2 км до первых сотен метров по длинной оси. Образование озер нельзя объяснить денудационной препарировкой литологически менее прочных пород. Удлинение озер является секущим по отношению к широтному движению ледника и может совпадать или не совпадать с простираением сланцеватости (основная неоднородность) коренных толщ. Видимо, озерные депрессии являются неотектонически predeterminedными. Их кулисное расположение свидетельствует о новейших объемных правых сдвиговых деформациях массивов пород, которые по своему пространственному положению могут быть соотнесены с правым (восточным) флангом СК зоны (IV на рис. 2).

У разрывов, расположенных на флангах СК зоны, наблюдаются угловатые озерные депрессии. По своей форме и положению они могут быть предположительно интерпретированы как присдвиговые, неотектонически predeterminedные (V на рис. 2).

Таким образом, в районе СК зоны выделяется своеобразный клин горных масс, имеющий козырьковое строение на глубине. Во фронтальной части он ограничен взбросо-надвиговым фронтом, расположенным севернее зоны и генерализованно конформным ей, на флангах - разрывными зонами. Образование преднадвиговой депрессии (оз.Ковдозеро) свидетельствует об активизации надвигов в новейшее время и перемещении клина к северу. Установленные новейшие сдвиговые деформации на флангах клина образуют парагенез со взбросо-надвигами.

Центральная часть СК зоны - район Кукаозерской синклинали.

Важнейшей особенностью неотектонического развития Кукаозерской синклинали (рис. 1) является упоминавшийся факт наследования ядерной части этой структуры озерной депрессией озера Кукас (IV на рис. 2). Берега озера обрывистые, часто несут тектониты, сама депрессия имеет грабенвидную форму и считается неотектонически предопределенной (Лукашов, 1976). Ее положение в общей новейшей структуре территории может быть объяснено неоднозначно: 1) депрессия образуется как задавленная в ядре сжимающейся синклинали структуры; 2) как трещина замкового отслаивания при Ковдозерском разрыве; 3) как провал в зоне растяжения в тылу надвигового фронта.

Возвышенности, расположенные по берегам озера Кукас, имеют грядово-эллипсоидный облик (Бискэ, 1958) (VII на рис. 2), причем их размер по длинной оси составляет от сотен метров до первых километров. Частично подобную форму можно объяснить препарировкой структурных неоднородностей кристаллических архейских и протерозойских толщ, однако, во многих случаях границы эллипсоидных блоков (выраженные изогнутыми депрессиями) имеют явно наложенный облик по отношению к структуре пород и направлению движения ледника. В восточной части Кукаозерской структуры был исследован треугольный блок земной коры, выраженный возвышенностью размером в плане примерно 3,5 на 1,5 км и являющийся своеобразным "носом" более крупной эллипсоидной гряды (VIII на рис. 2). С одной стороны блок-возвышенность ограничена обрывистым берегом озера Кукас, с другой ограничена грабенвидной депрессией, а третья сторона (обращенная к основной эллипсоидной возвышенности) имеет как геологические (наличие тектонитов в обнажениях), так и геоморфологические (коленовидное смещение береговой линии) признаки сдвига.

Известно, что в зонах сдвигания происходит изгибание и смыкание трещин, приводящее к выкальванию линзовидных блоков (Reading, 1980; Никола, 1992).

Образование эллипсоидных гряд в районе Кукаозерской структуры находит свое объяснение с позиций трещинной самоорганизации геологической среды при новейшем сдвигании горных масс района СК зоны в процессе общей объемной деформации.

Дополнительные свидетельства существования новейших деформаций с горизонтальной компонентой были собраны в районе небольшой Ханкусьярвской синклинали структуры, осложняющей Кукаозерскую синклинали в ее северо-западной части (рис. 1). Ханкусьярвская синклинали сложена вулканогенно-терригенными породами нижнепротерозойского возраста, имеет размеры примерно 3 на 7 км и в плане представляет собой своеобразный треугольный клин, вытянутый в субширотном направлении (рис. 3а). В разрезе синклинали асимметрична, оба ее крыла падают, в основном, на юг (рис. 3б). Протерозойские толщи окружены и подстилаются гранито-гнейсами архейского возраста. Последние на основании дешифрирования космоснимков можно рассматривать как фрагменты гранито-гнейсовых куполов, между которыми и располагается синклинали. В южной части структуры в обнажениях наблюдается взбросо-надвиг, по которому массы гранито-гнейсов надвинуты на опрокинутое крыло синклинали, с юга на север. В западной, наиболее широкой части синклинали картируется тело гипербазитов, которое надвинуто по взбросо-надвику в западном направлении на толщи гранито-гнейсов.

Главной особенностью рельефа является хорошее совпадение в плане контуров озера Ханкусьярви и ядерной части одноименной синклинали. Гранито-гнейсовые массивы выражены как сравнительно крупные возвышенности, окружающие озеро. Глубина расчленения рельефа достигает 150 м.

Гранито-гнейсовый массив, расположенный южнее структуры и надвинутый на нее по геологическим данным имеет признаки новейшего субмеридионального сжатия и продолжающегося движения с северу: 1) он рассечен надвое крупной грабенвидной субмеридиональной депрессией, расположенной вкрест движения ледника и не связанной с препарировкой субстрата (IX на рис. 2); 2) взбросо-надвиговый контакт (фиксируемый в обнажениях) пространственно связан с выделяющимися на общем фоне по высоте (около 80 м) обрывами г.Яколойва над озером Ханкусьярви, что является свидетельством в пользу новейшей активизации данного контакта или опережающих его разрывов.

Особый интерес представляет геоморфологическое выражение тектонического взбросо-надвигового контакта ультраосновных пород и подстилающих гранито-

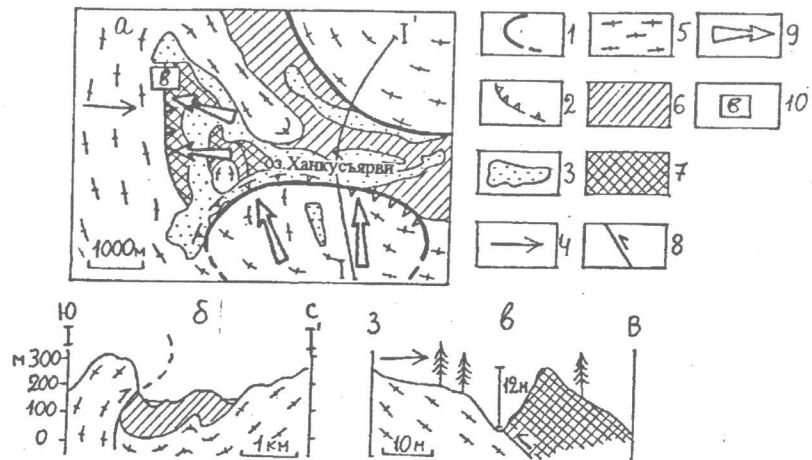


Рис.3. Новейшая тектоника Ханкусъярвской синклинали: а - характер структуры в плане; б - геолого-геоморфологический профиль, в - новейшее взбрасывание непрочных гипербазитов на гранито-гнейсы. 1 - контуры гранито-гнейсовых куполов; 2 - взбросо-надвиги; 3 - озерные депрессии; 4 - направление движения ледника; 5 - архейские гранито-гнейсы; 6 - нижнепротерозойские метапесчаники; 7 - гипербазиты; 8 - взбросо- надвиги на разрезах; 9 - направление перемещения масс; 10 - место расположения рисунка "б".

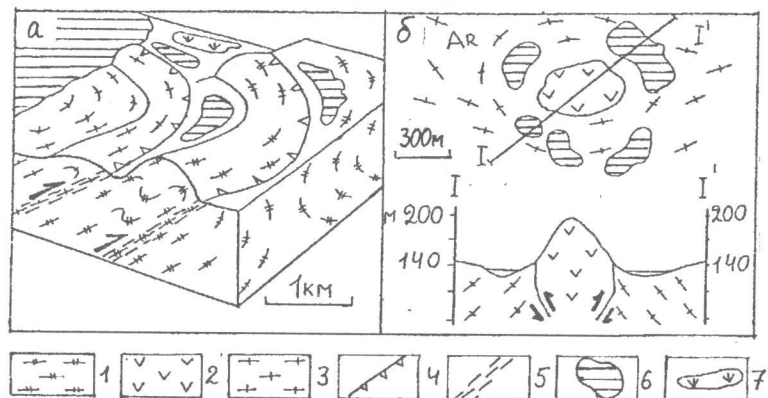


Рис.4. Новейшее развитие частных структур: а - развитие Кужъярвской языковидной складки; б - выдавливание протрузии. 1 - сумийские вулканы; 2 - ультраосновные породы; 3 - архейские гранито-гнейсы; 4 - надвиги; 5 - зоны тектонического катаклаза; 6 - озера; 7 - болота, маркирующие опущенные блоки.

гнейсов, расположенного на пологом восточном склоне возвышенности западнее озера Ханкусъярви (рис.3б). Лучше всего он представлен в своей северной части, где выражен оврагом субмеридионального простирания длиной около полукилометра и средней глубиной порядка пяти-семи метров. Борты оврага обрывистые, западный склон сложен гранито-гнейсами, несущими над бровкой отчетливые следы активной экзарационной обработки. Восточный склон сложен гипербазитами, представляющими собой рыхлую кору выветривания, легко растираемую даже в пальцах, мощностью несколько метров. Гипербазиты местами образуют неширокие, вытянутые вдоль бровки небольшие возвышенности, на несколько метров превышающие борт, сложенный прочными гранито-гнейсами. Учитывая, что гранито-гнейсы над оврагом несут следы активной экзарации и что уступ с гипербазитами расположен строго против направления движения ледника, приходится считать, что превышение в рельефе рыхлых гипербазитов над более прочными гранито-гнейсами обусловлено активизацией взбросо-надвига и новейшими (голоценовыми) движениями по нему, явившимися причиной аномального соотношения в рельефе пород разной прочности. Отмеченное явление указывает на новейшее выжимание относительно пластичных ультраосновных пород из ядерной части синклинали на запад.

Учитывая основные закономерности сочетания рельефа и геологической структуры, этот процесс можно рассмотреть как следствие новейшего сближения гранито-гнейсовых куполов в процессе общего движения СК зоны к северу (X на рис. 2). При этом происходит поднятие купольных структур, надвигание их в северном направлении на межкупольную синклинали, прогибание межкупольной синклинали перед надвигом с образованием депрессии и отжимание расположенного в ядре синклинали интрузива в сторону, в западном направлении. Подобные структуры "горизонтального выжимания" описаны для тектонически относительно активных районов (Копп, 1994, 1997).

В пределах СК зоны, в северо-западном обрамлении Кукаозерской синклинали выделяется массив гнейсовидных гранитов, называемый Кужъярвинским (Сыстра, 1991). Он граничит с толщей метаморфизованных андезитов-базальтов сумия, образуя вместе с ними сложную "языковидную" складчатую структуру, опрокинутую к востоку и подчеркиваемую сланцеватостью пород (рис.4,а). Исследование аэрофотоснимков показывает, что изгиб, образованный гранитами, имеет немного больший радиус кривизны, чем изгиб, образованный андезито-базальтами. В рельефе обе части складки выражены возвышенностями, повторяющими изогнутую форму структуры и

имеющими высоту над озером Кужъярви около 100-150 м. В месте дисконформности толщ, в замке складки, наблюдается небольшое озеро, расположенное на дне глубокой (десятки метров) депрессии с крутыми склонами. На окружающей территории существует много похожих озер, но расположены они обычно в мелких неровностях рельефа. В данном случае пространственно совпадает расположение депрессии, вполне вероятно маркирующей область растяжения, и место замковой дисконформности складчатой структуры. Этот факт является свидетельством в пользу продолжения развития процесса изгибания, образования полости замкового отслаивания (Хиллс, 1954) и появления соответствующей отрицательной морфоструктуры.

Дуговидная (в плане) возвышенность, отвечающая складке в метавулканитах сумия, соответствует только замковой части структуры. С севера и юга эта возвышенность ограничена крутыми, относительно прямолинейными уступчатыми склонами, северо-восточного и северо-западного простирания соответственно, которые могут быть ассоциированы с новейшими разрывами. Широкие пространства, примыкающие к склонам и сложенные теми же породами, представляют собой всхолмленные заболоченные равнины, гипсометрически расположенные на сотню метров ниже, чем вершинная поверхность возвышенности. Во фронтальной части изгибов толщ как гнейсо-гранитов, так и метавулканитов наблюдаются крутые обрывы и повторяющие их форму озера. Геологическая и геоморфологическая ситуация позволяет предположить в этих местах развитие надвигов по сланцеватости.

Картина наблюдаемых морфоструктур увязывается в единый парагенез новейшего развития складчатой структуры. При продолжающемся изгибании "языковидной" складки в ее фронтальной части развиваются надвиги, образуются преднадвиговые депрессии. Замок складки выжимается вверх и вперед по расходящимся (в плане) субвертикальным разрывам и надвигам. Одновременно в тыловой части появляется область относительного растяжения и образуется депрессия в месте дисконформности толщ и замкового отслаивания (рис. 4,а и XI на рис. 2).

В пределах Беломорид широко распространены мелкие тела габбро-норитов. Местами они имеют бескорневые кашлевидные формы и в приконтактной зоне серпентинизированы и тектонизированы. Считается, что тектонические подвижки этих тел могли неоднократно возобновляться вплоть до кайнозоя (Демидов и др., 1974). Немного севернее Кукаозерской синклинали, в пределах замыкания крупной антиформной складки, образуемой сланцеватостью гранитов архейского возраста, расположен массив ультраосновных пород, имеющий диаметр более 300 м (Рис. 4,б и

XII на рис. 2). Массив выражен в рельефе в виде возвышенности и окружен, на некотором расстоянии, кольцом небольших озер, маркирующих развивающуюся прерывистую депрессию. Классическое объяснение существования подобной отрицательной морфоструктуры, как образовавшейся в условиях литологически ослабленных, приконтактно-измененных пород, встречается с возражением: депрессии расположены на расстоянии в сотни метров от наиболее ослабленной зоны непосредственного контакта. Несмотря на сравнительно незначительные размеры интрузивного тела, не кажется невозможным сравнить имеющуюся морфоструктуру с примерами, изученными на территории Балтийского щита. Известно, что Хибинский и Ловозерский массивы Кольского полуострова (с наклонными под интрузивные тела контактами) воздымаются в условиях предполагаемого сжатия рамы и образуют по периферии компенсационные депрессии, заполненные озерами (Арманд, 1964; Сваричевская, 1966). Привлекая данный случай как модель, можно считать, что прерывисто-кольцевая депрессия вокруг изометричной интрузии образовалась в результате вертикальных движений последней и компенсировала происходящие на глубине латеральные перемещения субстрата.

Таким образом, новейшее развитие исследуемого района характеризуется как общим движением клина горных масс, включающего СК зону к северу (с образованием парагенеза сдвиги - надвиг на его границах), так и связанной с этим движением активизацией имеющихся более частных неоднородностей геологической структуры (складок, гранит-гнейсовых куполов, протрузий и др.) в новейшем поле деформаций.

ГЛАВА 5. ОСОБЕННОСТИ НОВЕЙШИХ ОБЪЕМНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА.

Является ли СК зона единственным местом проявления объемной новейшей подвижности? Приведем некоторые примеры изученных автором морфоструктур в Карелии (Зыков, 1996, 1997, 1999).

В Южной Карелии выделяется крупная протоплатформенная структура - Заонежская мульда, имеющая около ста километров в диаметре и выполненная преимущественно вулканогенными метаморфизованными породами протерозойского возраста (рис. 5). Толща интенсивно смята в килевидные складки с шарнирами северо-западной ориентировки. Подстиляется мульда сложным комплексом пород, в котором преобладающее значение имеют гранито-гнейсы архейского возраста,

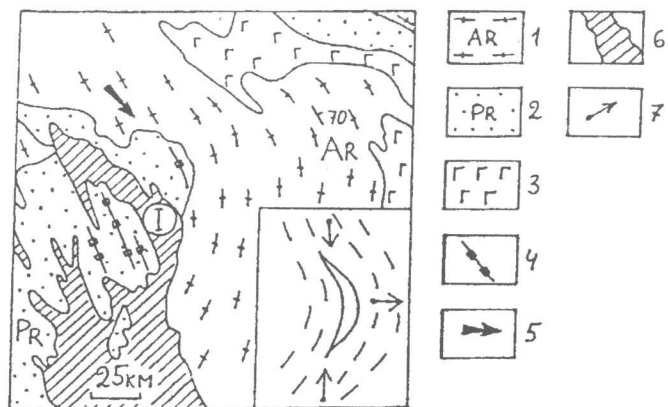


Рис.5. Образование депрессии Повенецкого и Заонежского залива в ядре мегаскладки - изгиба. На врезке - схема образования полости замкового отслаивания. 1 - архейские гранито-гнейсы; 2 - толщи протерозойского возраста; 3 - магматические породы преимущественно основного состава; 4 - оси складок; 5 - направление движения ледника; 6 - озера; 7 - направление перемещения материала; I - депрессия Заонежского и Повенецкого заливов.

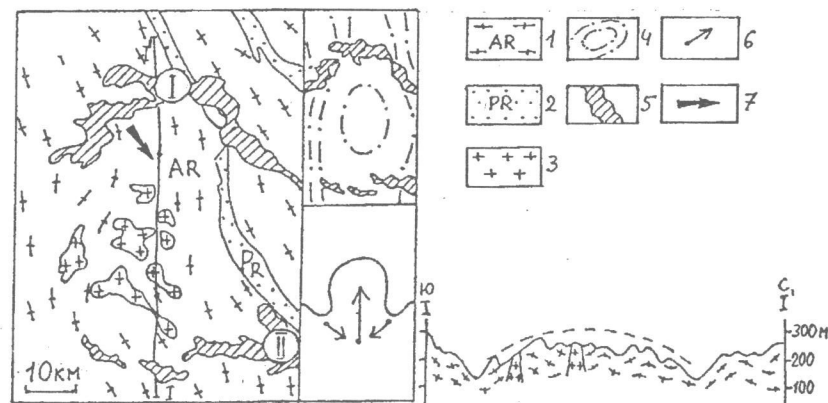


Рис.6. Образование компенсационных депрессий по периметру растущего купола (центральная часть кольцевой структуры "Калевала"). На врезках: а - (в плане) расположение гравитационного минимума (по "Строение земной...", 1983); б - (в разрезе) схема образования компенсационных депрессий у растущего купола. 1 - архейские гранито-гнейсы; 2 - толщи протерозойского возраста; 3 - области гранитизации; 4 - изолинии гравитационного минимума; 5 - озера; 6 - направление перемещения масс; 7 - направление движения ледника. I - Озера Куйто; II - озеро Нюк.

обнажающиеся по периферии структуры. Сланцеватость гранито-гнейсов генерализовано образует протяженный изгиб выпуклостью в восточном направлении. Архейские толщи имеют относительно крутое восточное и юго-восточное падение (Сыстра, 1991). Рельеф территории расчлененный, структурно-обусловленный, размах его достигает десятков и первых сотен метров. С геоморфологической точки зрения одной из крупнейших структур в районе является депрессия, заполненная водами Повенецкого и Заонежского заливов. Она имеет длину около ста километров и ширину примерно десять - двадцать километров. Анализ геологических материалов показывает, что депрессия пространственно не связана с какими - либо определенными комплексами пород и не может быть объяснена избирательной денудационной препарировкой. На геологических картах и космоснимках видно, что дуга залива отчетливо сечет протерозойские структуры, в пределах которых расположена. В то же время она примерно конформна изгибу сланцеватости подстилающих архейских пород ("чувствует" их опосредованно), с которыми на большом протяжении не соприкасается, и располагается в ядре горизонтальной мегаскладки, образованной этим изгибом в плане. На островах Заонежского залива обнаружены отчетливо перекошенные в его сторону эрозионные террасы, что свидетельствует о молодом тектоническом прогибании дна этого водоема (Бискэ и др., 1971; Лукашов, 1976)).

Особенности геолого-геоморфологического строения района Заонежской мульды позволяют говорить о продолжающемся новейшем развитии деформации изгиба в архейских толщах и образовании депрессии в замке мегаскладки, аналогично эффекту образования трещин замкового отслаивания (Хиллс, 1954; Аджирей, 1956).

В средней части Карелии известна и хорошо изучена кольцевая структура Калевала (Геоморфология..., 1977). Ее центральная часть с северной и южной сторон обрамляется дугообразными системами озер Нюк и Куйто, с запада и востока - заболоченными депрессиями (рис. 6). Диаметр ее около 60 км. Территория кольцевой структуры и ее обрамления сложена в основном гранито-гнейсами архейского возраста, протерозойские толщи образуют сравнительно узкие протяженные геологические тела синклиналичного строения. Простираение сланцеватости гранито-гнейсов и осей шарниров протерозойских складчатых структур является секущим по отношению к кольцевой структуре. Примерно в центральной части кольца располагается зона повышенной гранитизации, всей структуре соответствует мощный гравитационный минимум (Строение..., 1983). Геоморфологические профили, построенные вкост структуры Калевала показывают в целом наличие куполовидной формы. Секущее

положение озерных депрессий по отношению к геологической структуре и толщам с разной литологией, а также к направлению перемещения ледника, двигавшегося на юго-восток, не позволяет связывать их образование с избирательной денудационной препарировкой относительно непрочных пород. Таким образом, можно сделать вывод о неотектонической природе озерных ванн, образующих кольцевую структуру.

Набор геологических, геоморфологических и геофизических особенностей строения центральной части кольцевой структуры Калевала показывает, что она может быть интерпретирована как сложно построенный гранито-гнейсовый купол, с гранитизированным ядром, и, вероятно, изостатически некомпенсирована. Озерные ванны, по своему пространственному положению, могут быть интерпретированы как компенсационные, окружающие воздымающийся в новейшее время купол.

ГЛАВА 6. ПАЛЕОСЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ГОЛОЦЕНОВЫХ И МОЛОДЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ.

Несмотря на то, что палеосейсмодеформации на территории восточной части Балтийского щита устанавливались (Николаев, 1966; Журавлев и др., 1988; Lukashov, 1995), вопрос выделения и обоснования подобных морфоструктур остается актуальным. Рассмотрим на нескольких примерах основные группы палеосейсмодеформаций, выявленные в исследуемых районах (Nikonov, Zikov, 1996; Зыков, 1997).

На территории Северной Карелии в рельефе наблюдаются обрывы, обвалы и грабеновидные провалы. Некоторые из подобных морфоструктур несут признаки палеосейсмического происхождения, например: 1) в районе Ханкусъярвской структуры на южном берегу оз. Ханкусъярви, вдоль подножья выделяющихся по высоте (более 80 м) обрывов г. Яколойва (непосредственно у обнажающегося взбросо-надвигового контакта гранито-гнейсов и нижнепротерозойских пород Ханкусъярвской синклинали) расположена цепочка крупноглыбовых обвальных тел. Существует особенность, обособляющая этот объект от подобных же в округе. Глыбы из разных вывалов, по степени зарастания мхом, лишайником и общему облику, выглядят очень похоже и создают впечатление одновременности образования нескольких обвальных тел, разделенных на сотни и десятки метров на протяжении почти 2 км. Единовременность обвалообразования является важным признаком сейсмических проявлений.

В центральной части южного берега озера Кукас расположена г. Шуриvara, являющаяся крупнейшей в районе. У подножья ее грандиозных обрывов (более 100 м), обращенных к озеру, расположены обвальные накопления, образующие несколько

вложенных друг в друга валов. Обращает внимание, что основная масса обвального материала расположена в стороне от обрыва, а не легла у его подножия. Причиной подобного отброса может быть дополнительный сейсмический импульс в горизонтальном направлении.

Результаты палеосейсмологических исследований позволили установить новые для района признаки проявления палеосейсмической активности. Выявленные палеосейсмодеформации свидетельствуют о высокой тектонической активности в районе СК зоны в голоценовое время.

ГЛАВА 7. ОСНОВНЫЕ ДИСКУССИОННЫЕ ВОПРОСЫ.

В процессе обсуждения работы автору неоднократно приходилось сталкиваться с вопросами, однозначные ответы на которые невозможно получить при помощи применяемого методического подхода. В связи с важностью этих вопросов необходимо рассмотреть их возможное решение с общих логических позиций и с использованием литературных данных.

Каково соотношение гляциоизостатического и собственно неотектонического фактора в выявленных морфоструктурах? Гляциоизостатические движения, безусловно, приводили к активизации неоднородностей, однако, существование многочисленных морфоструктур, связанных со сжатием, автор, вслед за А.И. Кожуриным и В.Г. Трифоновым (1997), склонен объяснять неотектоническими движениями.

На территории восточной части Балтийского щита повсеместно бросаются в глаза грабеновидные депрессии разных масштабов, свидетельствующие, вроде бы, о всеобщем растяжении. Каково соотношение общих (не парагенетических) процессов сжатия и растяжения? Морфоструктуры сжатия значительно труднее проявляются и устанавливаются в рельефе, чем морфоструктуры растяжения. Вполне вероятно, что направленное развитие структур сжатия периодически прерывалось импульсами растяжения, оставившими, несмотря на свою меньшую значимость, яркие следы в рельефе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

1. Путем усовершенствования и адаптации известных геолого-геоморфологических методов к конкретным условиям Балтийского щита разработан новый ландшафтно-геоморфологический методический подход, который позволяет выявлять в рельефе и ландшафте неотектонические движения не только с вертикальной, но и с латеральной компонентой. В представленном варианте он применим для щитов, плит и других участков земной коры, традиционно считающихся сравнительно слабоактивными. Методический подход подразумевает такую последовательность действий: 1) выделение неотектонически обусловленных форм рельефа - морфоструктур; 2) сравнение рисунка морфоструктур и структурно-геологического строения территории, получение закономерных сочетаний; 3) интерпретация полученных данных с позиций структурно-парагенетического и структурно-геоморфологического анализа, разработанных в районах высокой тектонической активности (например в орогенах); 4) выделение структурно-геоморфологических парагенезов и создание структурно-кинематических схем, отражающих геодинамическое развитие исследуемых территорий.

2. В восточной части Балтийского щита установлены морфоструктуры, отражающие новейшие объемные тектонические деформации горных масс. Выделены морфоструктурные парагенезы, связанные с проявлениями сдвига, замкового отслаивания, надвигания, выдавливания жестких неоднородностей, будинажа и др.

3. Созданная детальная структурно-кинематическая модель новейшего геодинамического развития района Северокарельской зоны показывает как общее движение горных масс Карельского мегаблока в северном направлении, так и различные частные деформации, сопутствующие этому процессу и отражающие реакцию неоднородностей среды на новейшее поле напряжений.

4. Выявленные палеосейсмодиформации свидетельствуют о сравнительно ~~более~~ высоких тектонической активности земной коры и сейсмическом потенциале исследованных участков восточной части Балтийского щита в конце новейшего этапа.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ.

1. Зыков Д.С. Проявления позднеголоценовых тектонических движений в центральной Карелии. Вестн. Моск. Ун-та. Сер.4, геология. 1991. N5 с.72-75.
2. Зыков Д.С., Бенедиктова Н.А. Признаки позднеголоценовых вертикальных и горизонтальных тектонических движений в Центральной Якутии. Вестн. Моск. Ун-та. Сер.4, геология. 1993. N5 с.102-105.
3. Зыков Д.С. Признаки проявления новейших и позднеголоценовых тектонических движений на Керченском полуострове. Вестн. Моск. Ун-та. Сер.4, геология. 1993. N2 с.67-70.
4. Зыков Д.С., Филимонов Ю.Л. Дистанционное изучение новейшей и молодой активизации геологических структур в районе рудного поля Бестюбе (Сев. Казахстан). Исследования Земли из космоса. 1993. N5 с.89-95.
5. Зыков Д.С. Выявление молодых движений в относительно слабоактивных районах ландшафтными методами // Всероссийское совещание по изучению четвертичного периода. Тезисы докладов. Москва, июнь 1994, с.98.
6. Nikonov A.A., Zykov D.S. Paleoseismodeformations in Eastern Fennoscandia // Seismology in Europe. XXV General Assembly. Sept. 9-10, 1996. Reykjavik, Iceland. p.122-127.
7. Зыков Д.С. Методы исследований и примеры неотектонической объемной подвижности фундамента в Карелии // XXIX Тектоническое совещание "Неотектоника и современная геодинамика континентов и океанов" Тезисы докладов. М.: МГУ, 1996 с.53-55.
8. Leonov M.G., Kolodjajni S.Yr., Somin M.L., Zykov D.S Babarina I.I. The structure and some peculiarities of post-Archean tectonic evolution of the North Karelia zone (the Baltic shield) // Proterozoic evolution in the North Atlantic realm. Intern.conf. Goose Bay, Labrador, Canada, 1996 P.111-112.
9. Зыков Д.С. Геоморфологические и ландшафтные признаки новейших тектонических движений в Керченско-Таманской области // Геоморфология, 1997, N2, с.29-34.
10. Зыков Д.С. Об активных структурах и вероятных палеосейсмодиформациях в Карелии // Геоморфология. 1997, N3, с.58-62.
11. Зыков Д.С. Примеры неотектонической объемной подвижности горных масс в Карелии по ландшафтно-геоморфологическим данным // Четвертичная геология и палеогеография России. М.: ГЕОС, 1997 с.77-81.
12. Зыков Д.С. Парагенезы неотектонически активизированных структур кристаллического фундамента Карелии // Структурные парагенезы и их ансамбли. Материалы совещания. М.: ГЕОС, 1997 с.55-57.
13. Леонов М.Г., Зыков Д.С., Колодяжный С.Ю. О признаках течения горных масс фундамента в послеледниковое время (Северокарельская зона Балтийского щита) // Геотектоника, 1998. N3, с.71-79.
14. Зыков Д.С. Проявления новейшей тектонической объемной подвижности горных масс в Карелии // Доклады РАН. 1999. т.264. N2 с.
15. Леонов М.Г., Колодяжный С.Ю., Зыков Д.С., Лишневский Э.Н. Геодинамика и структурно - вещественная эволюция докембрийских масс в контексте внутриплитной тектоники // Тектоника, геодинамика и процессы магматизма и метаморфизма. Материалы XXXII Тектонич. совещания. 1999. Т.1. М.: ГЕОС с.357-361.