

Совет администрации Красноярского края
Управление природных ресурсов администрации Красноярского края
КРАСНОЯРСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ (КНИИГиМС)

исполнители:
Романов А.П.
Краснораменская Т.Г.
Пилимонкин Н.С.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТЧЕТ

Красноярск, 2004

КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАПАДНО-САЯНСКОГО РЕГИОНА

Строение района определяется его положением в центральной части сложно построенной Алтае-Саянской салаиро-каледонской складчатой области. Эта область имеет сложное, мозаичное, складчато-глыбовое строение. Тектонические структуры отличаются большей сложностью, гетерогенностью и разнообразием. Это обусловлено влиянием, в первую очередь, глубинных разломов.

Район располагается между двумя крупными разломами регионального значения – Саяно-Минусинским и Хемчикско-Азасским, имеющим почти широтное направление.

По периферии эта область обрамляется зонами офиолитовых аллохтонов – Северо-Саянской, Борусской и Куртушубинской, сложенных позднерифейскими ультраосновными и основными породами. Посещение Борусской и Куртушубинской офиолитовых зон позволило сопоставить эти объекты с офиолитовыми зонами других регионов. С целью геохимической характеристики офиолитов были отобраны пробы для изотопных исследований.

Южная часть Алтае-Саянского складчатого региона примечательна наличием здесь части протяженного (более 2000 км) Кузнецкоалатауско-Каахемского офиолитового пояса. Осевая часть его трассируется цепочкой тел альпинотипных гипербазитов. В пределах Тывы пояс состоит из ряда фрагментов – Куртушибинского, Хемчикского (Западно-Тувинского), Саяно-Тувинского, Каахемского и Агардагского (Южно-Тувинского). Последний вместе с юго-восточным крылом Каахемского фрагмента представляет собой шовную границу складчатых комплексов каледонид с докембрийским Тувино-Монгольским (Сангиленским) массивом. В металлогеническом аспекте это крупнейший элемент региональной металлогенической системы Тывы: к фрагментам Кузнецкоалатауско-Каахемского офиолитового пояса приурочены многие золотоносные зоны и рудно-россыпные узлы.

Каледонская складчатая система Западного Саяна завершила свое развитие, как геосинклиальная система в раннем девоне. В краевых ее частях ряд исследователей выделяют приподнятые участки - антиклинории (Джебашский, Куртушибинский), а внутреннюю часть, опущенную, в Западно-Саянский синклиорий. В современном плане структура З. Саяна складчато-глыбовая. Основные тектонические элементы отделены друг от друга разломами глубинного и регионального характера. Как складчатое сооружение Западный Саян ограничен зонами глубинных разломов: с севера - Саяно-Минусинским и Кандатским, с юга - Куртушибинским. В этих зонах выходят зеленокаменоизмененные осадочно-вулканогенные породы верхнего рифея, венда и нижнего кембрия. В совокупности они образуют крупные офиолитовые аллохтоны: Северо-Саянский, Борусский и Куртушибинский. Выделяются три зоны в Западно-Саянских каледонидах: Северо-Саянская, Центрально-Западно-Саянская и Систигхемская.

Центрально-Западно-Саянская зона, составляющая основную, большую часть З. Саяна, ограничена разломами. В ее строении участвуют отложения по возрасту от венда-нижнего кембрия до верхнего силура, разбитых на блоки постепенно опускающихся от более древних (поднятых) к более молодым. Границы между блоками чаще всего тектонические. Отмечается две особенности складчатых дислокаций в зоне. Первая состоит в очень сильной сжатости складок, которая убывает от более древних образований к более молодым. Плойчатость и гофрировка, осложняющая более крупные складки, свойственна песчано-сланцевым породам венда-среднего кембрия. В более молодых образованиях она сопровождается узкими зонами разломов. Для всех отложений характерны сжатые геосинклинальные складки с крутыми крыльями и резкими перегибами в замках, почти всегда наклонены и часто запрокинуты как на север, так и на юг. Вторая особенность структур Центрально-Западно-Саянской зоны и З. Саяна в целом заключается в запрокидывании складок и направлении разломов (?) в противоположные стороны. Вдоль северного крыла З. Саяна все разломы и складки запрокинуты на север, тогда как на южном крыле — на юг. Углы падения разломов достигают 50-70°. Главную роль в этом процессе играли боковые горизонтальные движения, которые выражались в поддвигании под З. Саян блоков ранней консолидации или салаирского складчатого основания. Центральная часть З. Саяна насыщена крупными массивами гранитоидов, которые подразделены на два комплекса: большепорожский и джойский, пространственно они разобщены (ранее было принято считать один ранним силуром, второй ранним девоном). Анализ материала показал, что их возраст сближен и не древнее раннего девона. Отмечено, что большепорожские гранитоиды по отношению к джойским, занимают центральную часть З-Саянского синклиналия, а джойские — периферическую. Более всего, вероятно, что они внедрялись в уже сформированную складчатую структуру, т.е. они формировались с опозданием, используя разрывные нарушения. З. Саян, как складчатая система сформировался в нижнем девоне.

Важным структурным элементом Саянской каледонской структуры являются офиолитовые аллохтоны.

Изыхский, Борусский и Куртушибинский офиолитовые аллохтоны. В современном типе представляют собой ассоциацию альпинотипных гипербазитов, интенсивно деформированных, и вулканитов верхнекаядрдской толщи. Их границы с «вмещающими» породами повсеместно тектонические. Куртушибинский офиолитовый аллохтон имеет размеры 9x120 км, Борусский 5x115 км, Изыхский, фрагментарно обнажающийся вдоль северного фаса З. Саяна, прослеживается более чем на 300 км. Наибольшей сохранностью отличается разрез Куртушибинского офиолитового аллохтона. По данным Н.Л. Добрецова здесь наиболее отчетливо выражено первично субслоистое строение меланократового фундамента офиолитов, которая достигает 6-7 км. Строение «разреза» состоит из ряда сменяющих друг друга снизу вверх петрографических зон: дунит-гарцбургитовой (более 3 км), переходной перидотит-пироксенит-габбровой (0,2-0,3 км), габброидной (1,0-1,5 км) и

габбро-диабазовой (1,0-2,0 км). В других офиолитовых аллохтонах «разрезы» сильно редуцированы. Нижняя зона сложена дунитами и гарцбургитами, переходная представляет собой сложное сочетание гипербазитов и базитов. Габбровая и габбро-диабазовые зоны представляют собой ассоциацию от габбро до габбро-диабазов, диоритовых порфиритов и плагиогранитов. Последние иногда идентифицируются с комплексом параллельных даек. Верхняя часть габбро-диабазовой зоны связана фаціальными переходами с эффузивами верхнекембрийской толщи верхнего рифея.

В подошвах тектонических чешуй и, вероятно, в верхних частях протрузий, образуется моно- либо полимиктовый меланж, состоящий из серпентинитовых сланцев, серпентинизированных перидотитов, пироксенитов, тремолитов, базальтов, силицилитов, известняков. Вдоль зон разломов широко развиты глаукофановые сланцы. Возраст офиолитовых аллохтонов, их верхняя и нижняя граница не выходит за пределы верхнего рифея и самых низов нижнего кембрия.

Важнейшими геологическими элементами рассматриваемой территории являются глубинные разломы, а также сопряженные с ними региональные разломы больших порядков, которые совместно образуют системы и узлы. Для Саяно-Алтайской складчатой области обычны торцовые сочленения структур, которые по-видимому, ограничивают отдельные блоки или массивы. Как уже было давно замечено, что разломы иногда сходятся постепенно под острыми углами и нередко формируют структуры типа «входящих углов». Важной чертой основных разломов является древность их заложения, длительность и унаследованность развития, многократная регенерация. К таким крупным глубинной природы относятся разломы: Саяно-Минусинский, Куртушибинский, Хемчикско-Азасский.

Саяно-Минусинский разлом заложился, по-видимому, также в конце верхнего рифея-раннем кембрии. Эта категория разломов вместе с **Куртушибинским** имеет ВСВ направление, ограничивая блоки устойчивых массивов и торцово сочленяясь с разломами субмеридионального направления (В-Кузбасский и др.). Саяно-Минусинский разлом имеет протяженность более 300 км. Он уверенно выделяется в геофизических полях, хорошо дешифрируется и морфологически выражен на местности резким уступом в рельефе. По данным сейсмопрофиля Кызыл-Мурманск падение плоскости сместителя на ЮВ, угол падения 75° . Вертикальная амплитуда смещения по кровле границы Конрада — 3 км, по границе Мохо — 2,5 км. Глубина проникновения разлома была значительной, так как к зоне разлома приурочены выходы основных вулканитов и мафит-ультрамафитовых интрузий. Особенно это проявилось в Куртушибинском офиолитовом аллохтоне (поясе). Крупные массивы протрузий позднего рифея дунит-гарцбургитового состава трассируются на территории листа более чем на 150 км. Куртушибинский разлом по расчетным данным сместителя направлен на ЮВ, а по данным В.С. Суркова на СЗ. В приповерхностной части угол падения 75° , выполаживаясь с глубиной до $55-60^\circ$. Вертикальная амплитуда смещения по границе Мохо составляет 1-1,5 км. Разлом сохраняет

активность до настоящего времени. Необходимо отметить, что породы вдоль Саяно-Минусинского и Куртушибинского зон разломов надвинуты соответственно на СЗ и ЮВ.

Хемчикско-Азасский разлом является, по-видимому, молодым, возможно раннедевонским, подновленным, отражающим складчатые процессы происходившие в это время в З. Саяне. Он имеет ВСВ направление и разделяет салаирские структуры в Восточно-Тувинской системе на две части, отличающиеся друг от друга направлениями складчатых структур СЗ и СВ. Это – сброс с элементами сдвига. Ширина зоны разлома незначительная, вертикальная амплитуда перемещения до 3 км. В геофизических полях он отражается по границе областей разной ориентировки аномалий. Направление падения сместителя разлома ЮВ, южное. Угол падения у поверхности близко к вертикальному. На глубине 5-20 км он выполаживается до 70-60°. Вертикальная амплитуда смещения по кровле границы Конрада, Мохо — 3 км. Хемчинско-Азасский разлом активно проявился в четвертичное время. К нему приурочены самые крупные поля платобазальтов и менее долинные.

Все эти разломы, вероятно, разного заложения, неоднократно подновлялись на разных этапах развития. Достаточно широко проявились разломы в четвертичный период. Различаются разломы активные в настоящее время, которые устанавливаются геофизическими методами, разломы активные в позднем плейстоцене и голоцене, подтвержденные деформацией одновозрастных форм рельефа, разломы активные в четвертичное время по смещениям позднеплиоценовых поверхностей выравнивания.

С зонами разломов связаны выходы разнообразных минеральных вод: холодных и термальных углекислых с минерализацией 1-3 г/л, гидрокарбонатных натриево-кальциевых, термальных азотных, кремнистых, пресных, гидрокарбонатных, натриевокальциевых, иногда сульфатных натриевых.

В восточной части Тывы с четвертичным этапом связано проявление активного современного вулканизма.

Западный Саян представляет собой асимметричное каледонское антиклинорное сооружение, образующее крупное сводово-блоковое поднятие. Геосинклинальный режим на территории Западного Саяна установился в позднем докембрии и сохранился вплоть до раннего силура, а складкообразование произошло лишь в силуре. Начиная с девонского времени, регион развивался в режиме молодой платформы с характерным континентальным осадконакоплением. Горные сооружения были пенепленизированы в мел-палеогеновое время. Начиная с плейстоцена, Западный Саян вместе со всей Алтае-Саянской областью был вовлечен в новейшее поднятие с формированием альпийского рельефа. Поднятие продолжается и в настоящее время.

Наиболее крупной структурой, в которой проходил маршрут, является Джебашский антиклинорий. В результате кайнозойских деформаций в

строении Западного Саяна обособилась центральная часть, представленная Саянским сводово-глыбовым поднятием и примыкающие к ней северные и южные склоны, состоящие из линейно вытянутых косонаклонных блоков, ступенчато спускающихся к Минусинской и Тувинской впадинам.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ОБЪЕКТОВ

1. Саяно-Шушенская ГЭС.

Одним из объектов полевого обследования была Саяно-Шушенская ГЭС на р.Енисей. Это крупный техногенный объект повышенной опасности и его безопасное функционирование во многом зависит от сейсмической обстановки в регионе.

При создании крупных водохранилищ в сейсмически опасных районах всегда возникает вопрос о наведенной сейсмичности, которая, как правило, проявляется, вследствие быстрого (в геологическом масштабе времени) изменения гидрогеологических условий и появления дополнительных значительных по величине нагрузок на вмещающие массивы.

Проблема наведенной сейсмичности актуальна и в научном плане, и в практической деятельности. Многофакторность этого явления (разнообразные геологические, геоморфологические, сеймотектонические условия, параметры водохранилища и много другое) не позволяет в настоящее время предсказать, каким именно образом изменится сейсмичность региона в результате создания в нем водохранилища. Поэтому большое значение приобретают натурные наблюдения за сейсмической обстановкой в районе водохранилища.

Саяно-Шушенская ГЭС расположена на севере Западно-Саянского горного образования в центре Джебашского блок-антиклинория. Ранее, в 2001 году сотрудниками КНИИГиМС и ИЗК СО РАН (г.Иркутск) были проведены работы по изучению сейсмогеологических условий района Саяно-Шушенского водохранилища на территории Красноярского края, а также прилегающих территорий Республик Тыва и Хакасия. Было выяснено, что основными сейсмогенерирующими разломами территории Саяно-Шушенского водохранилища являются Саяно-Тувинский, Таннуольский, Большепорожский и Кандатский. Генерируемые ими сейсмические воздействия определяют как сейсмический режим в целом, так и макросейсмические воздействия в зоне Саяно-Шушенского водохранилища. На рис. 3 приведена схема тектонического районирования территории Саяно-Шушенского водохранилища на которой показаны основные сейсмогенерирующие разломы, палеосейсмодислокации и эпицентры наиболее сильных землетрясений.

Саяно-Шушенское водохранилище имеет следующие параметры (табл.):

	Полный объем	30.11 км ³
	Полезный объем	14.11 км ³
	Сезонная глубина отработки	40 м
	Максимальная глубина	226 м
Такое	Средняя ширина	2 км
и	Протяженность	порядка 310 км

относительно узкое водохранилище создает значительную по величине (вблизи плотины около 12 000 т на погонный метр водохранилища) и близкую к сосредоточенной нагрузку на вмещающий горный массив.

Анализ сейсмичности территории района водохранилища показывает, что эпицентры наиболее сильных землетрясений тяготеют к зоне Саяно-Тувинского разлома.

Одним из важнейших вопросов при анализе взаимодействия водохранилища вмещающих горных пород является определение границ области, возникновения очагов землетрясений в которой вызывается водохранилищем [Геодинамика и напряженное состояние земных недр, 1999]. Проблема эта не имеет однозначного решения, т.к. зависит от большого числа различных факторов – геологических и геоструктурных условий, конфигурации и размеров водохранилища и др. Многие исследователи считают, что объем вмещающих горных пород, в котором может проявиться влияние водохранилища, может быть не менее чем на два порядка больше объема самого водохранилища.

Зона влияния водохранилища ограничена многоугольником, в который вписывается водохранилище при удалении сторон на 30-50 км. Площадь этой территории составляет около 13500 км², а объем вмещающих горных пород (при глубине 1 км) более, чем на 2-а порядка превышает объем водохранилища.

Инструментальные сейсмологические наблюдения в районе ГЭС на Майнском и Карловом створах на р. Енисее были начаты Комплексной сейсмической экспедицией (КСЭ) Института Физики Земли АН СССР в 1962-1963 гг. Сеть сейсмических станций была установлена на территории Хакасии и Тувы таким образом, что по всей долине р. Енисей надежно регистрировались сейсмические события энергетического уровня $K \geq 8$; в районах проектируемых створов - с $K=5 \div 6$. Целью исследований была оценка исходного балла от самого сильного возможного землетрясения в ближайших к створам сейсмоактивных областях. В 1965 г. часть сеймостанций была закрыта, а часть передана Новосибирскому Институту Геофизики и Геологии для дальнейших сейсмологических наблюдений. В 1991 г. в связи с созданием и эксплуатацией водохранилища для изучения изменений в геологической жизни района гидроузла были возобновлены детальные сейсмологические наблюдения дополнительным открытием трех сеймостанций - "Черемушки", "Джой" и "Арадан".

Региональная сеть КНИИГиМС в составе станций «Красноярск»,

«Дивногорск», «Орье», «Тиберкуль», «Шира», «Абакан», «Орешное», разворачиваемая с целью расширения сети станций Алтае-Саянской опытно-методической сейсмологической экспедиции СО РАН, позволила контролировать зону водохранилища непосредственно в районе плотины ГЭС.

В связи с выше изложенным, предлагается установить пункт сейсмического мониторинга в г.Шагонар, Республики Тува. Данная сейсмическая станция позволит проводить регистрацию землетрясений, произошедших непосредственно в зоне водохранилища, а также сильных землетрясений произошедших на сопредельных территориях, что позволит эффективно использовать сейсмическую станцию с целью оповещения населения и административных органов Республики.

2. Гранитный массив в устье р. Кызырсуг

Западный Саян относится к районам с повышенной сейсмической опасностью. Землетрясения малой мощности происходят здесь достаточно часто, и с ними связаны сеймотектонические обвалы и обрушения и сейсмогенные оползни. Наиболее активно они проявляются на участках крутого сильно расчлененного рельефа (склоновые осыпные и обвальные процессы). При этом в зависимости от состава и текстуры пород образуются глыбовые, щебнистые или дресвяные накопления, перемещающиеся вниз по склону. Для Западного Саяна характерны крупные обвалы, часть из них может быть сеймотектоническими. Еще в 1973 г. в устье р. Кызырсуг были выявлены каменные завалы под четко выраженными стенками отрывов – циркообразных и отвесных скальных бортов водохранилища высотой 200-250 м. Следы таких же обвалов отмечены и в других местах (устье р. Бол. Уры и др.).

Полевое обследование неустойчивого гранитного массива в устье р. Кызырсуг, показало что обследованный участок массива расположен на правом берегу Саяно-Шушенского водохранилища и представлен крупноглыбовым курумом в ложбине между двумя коренными выходами гранитов. Длина каменной «реки» ~ 350-400 м. Глыбы размером до 15 м неокатанные. Выше курума отвесная скала видимой высотой 75-100 м (фото). Гранит средне- и крупнозернистый лейкократовый с мусковитом. Радиоактивность его - 15-17 мкР/ч.

В скальном гранитном выходе замерены три основных системы трещин:

1. Аз. пад. 270° , угол 65° ;
2. Аз. пад. 310° , угол 65° ;
3. Аз. пад. 40° , угол 70° .

По первой системе трещин происходит интенсивное выветривание и отрыв крупных глыб. Для более полного обследования массива необходима постановка детальных геологических и геофизических работ. С целью определения геотектонической позиции (мантийные, коровые или смешанные по генезису граниты) и возрастной принадлежности пород массива к

основным эпохам гранитообразования, из пород массива были отобраны геохимические пробы на изотопные исследования и определение геохронологического возраста.

В случае значительных сейсмических событий в данном районе возможно обрушение большеобъемного скального массива в пределах нижней части Саяно-Шушенского водохранилища и образование крупных волн типа «цунами» в бассейне водохранилища.

3. Останцы озерно-ледниковой террасы на борту долины р. Енисей

В районе приустьевой части р. Мал. Уры, по левому берегу р. Енисей нами были обследованы высокие террасы, сложенные слабо сортированными слоистыми песками (фото.). Ранее, некоторые исследователи данного района предполагали возможно эоловый характер образования этих песчаных террас. Обнажения этих песков расположены в 100-120 метрах гипсометрически выше современной верхней отметки затопления. Пески преимущественно мелкой или средне размерности, светлые желтовато-серые. В них отмечается нечетко выраженная слоистость. Минеральный состав характеризуется достаточно большим количеством (до 10-15 %) минералов тяжелой фракции – пироксена, магнетита и граната, что по нашему мнению слабо согласуется с моделью эолового формирования этих отложений. Кроме того, их положение в современном морфологическом плане указывает на формирование в виде прислоненной к борту долины террасы, а не покрывающего поверхность останца. Наиболее вероятным является образование этих террас в древних карровых озерах, которые в большом количестве развиты по осевой зоне Западного Саяна (фото). Пробы песков из террасы взяты для последующего минералогического и микропалеонтологического исследований.

4. Оползневые объекты в приустьевой части р. Бол. Уры

В центральной части водохранилища было проведено обследование обвала вблизи устья р. Бол. Уры. Участок обвала находится примерно в 1 км от устья р. Бол. Уры левом борту долины реки и является, видимо, оползнем-обвалом (фото). Это смещение части горных пород, слагающих склон, начинающееся оползание верхней части склона и переходящее в обвал в процессе смещения по его крутой нижней части, не подвергавшейся оползанию. Ранее (в конце прошлого столетия), по свидетельству работников Саяно-Шушенского биосферного заповедника здесь произошел обвал, перегородивший р. Бол. Уры на одну треть. Высота склона в области отрыва примерно 800-850 м. Породы, слагающие склон, представлены раннепалеозойскими кварц-слюдистыми сланцами зеленого, зеленовато-серого цвета, смятыми в мелкие складки, гофры и пронизаны многочисленными кварцевыми прожилками, секущими и смещающими друг друга. Залегание пород: аз. пад. 150-180⁰, угол 70-80⁰. Породы незначительно

выветрелые. Крутизна склона в районе отрыва достигает 30-35°.

Поверхность отделения горной массы представляет собой субвертикальную (аз. пад. 210°) тектоническую трещину с зеркалами скольжения, ровную, относительно свежую. Высота стенки отделения 50-60 м, длина примерно 70 м. По характеру отделения – это, по всей вероятности, оползень-обвал.

Область транзита представляет собой ложбину длиной около 500 м и относительной высотой 250-300 м, средней крутизной 25-30°. В средней части оползня-обвала сохранились съехавшие скальные останцы высотой 10-15 м, практически не изменившие своей ориентировки. Останцы с ровными боковыми стенками, разбиты субвертикальными и субгоризонтальными трещинами отрыва и скола.

Область отложения оползня-обвала – дно долины р. Бол. Уры, вероятно, сплошной завал, перегородивший 1/3 русла реки. При пониженном уровне воды можно видеть крупные глыбы. Форма глыб плитчатая и в виде неправильных многогранников, угловатая. В верхней и средней части обвала – наиболее крупные глыбы, ниже перекрытые более мелкой осыпью. Нагромождение глыб хаотическое. Ширина осыпи по урезу воды примерно 150 м.

Оползень-обвал произошел, вероятнее всего, по субвертикальной тектонической трещине, ориентированной согласно склону долины р. Бол. Уры. Возможно влияние трех факторов:

1. Сейсмического (весь Западный Саян находится в сейсмически опасной зоне);
2. Возможного влияния водохранилища из-за поднятия уровня подземных вод;
3. Активизации древней тектонической зоны, ориентированной согласно с руслом р. Енисей.

Крупный обвал в устье р. Бол. Уры произошел, вероятно, в результате комплексного воздействия трех факторов: сейсмического, поднятия уровня подземных вод из-за заполнения водохранилища и тектонического.

5. Фрагменты офиолитового пояса в устье р. Урбун

На левобережье р. Енисей в приустьевой части р. Урбун были обследованы выходы рифейских пород Куртушубинского офиолитового пояса. Почти непрерывные многометровые скальные обрывы, чередующиеся с осыпями позволяют получить вполне отчетливое представление о разрезе отложений офиолитового пояса. В отличие от района Борусского хребта в северной части Западного Саяна, эта область представлена преимущественно лавовыми и туфогенно-осадочными образованиями.

В разрезе в устье р. Урбун наблюдается до 20 отдельных вулканогенных базальтовых покровов мощностью по 10-15 метров, разделенных прослоями туфогенного материала. Базальтовые потоки характеризуются часто

лавобрекчиевым строением и отчетливо выраженными миндалекаменными зонами в основании и в кровле лавовых потоков. Разделяющие покровы породы представлены туфами, туфоалевролитами (часто пестро цветными), яшмоидами, в незначительном количестве отмечаются темно-серые мраморизованные известняки.

На правом берегу р. Урбун, в 0,5 км выше устья наблюдается секущая базальты вертикальная дайка субширотного простирания. Мощность дайки до 5,5-6 м. Сложена она темно-серыми порфиroidными массивными андези-базальтами. Особенности внутренней структуры и процессы выветривания придают отпрепарированным частям дайки характерный лестничный облик.

В целом характер отложений, их строение и состав характерны для типичных офиолитовых поясов с редуцированным строением разреза. Аналоги подобных образований известны в Бодабинском районе и в Китае, где с ними связаны рудопроявления золота золото-сульфидной и золото-кварц-сульфидной формаций.

6. Гравитационная палеосейсмодислокация в устье р. Чимге

В процессе проведения работ на границе Красноярского края и республики Тыва, в районе устья р. Хемчик были впервые выявлены признаки следы крупнейшей палеосейсмодислокации современного этапа развития региона, проявленные в наличии мощной зоны дробления и субширотного кливажа в породах слагающих борта долины р. Енисей и в островах в его русле. В геоморфологическом плане это событие выражено мощными зонами оползней, а также ступенчатым уступом в рельефе с амплитудой смещения блоков до 250 метров.

Возраст этого события предварительно определен нами по косвенным признакам в 2-2,5 тыс. лет. Основанием для этого служит ряд отмеченных нами фактов. Во-первых, разрушенные породы содержатся в составе речной аллювиальной террасы на правом борту долины р. Енисей. Во-вторых, в непосредственной близости от этого участка имеются прекрасно сохранившиеся следы селевых потоков, залегающих в виде многометровых несортированных валунно-щебнисто-глинистых масс на бортах Саяно-Шушенского водохранилища (фото). В основании одного из них нами обнаружены нелигифицированные остатки хвойных растений (фото). Отобраны пробы для определения их геохронологического возраста радиоуглеродным методом. По предварительным экспертным оценкам специалистов их возраст не более 2,5 тыс. лет.

В процессе составления данного отчета была получена информация о проявлении тектонической активности зоны Саяно-Тувинского разлома, по которому наблюдались элементы палеосейсмодислокаций (рис. 3). 22 августа 2004 года сейсмостанциями локальной сети КНИИГиМСа «Красноярск», «Дивногорск», «Шира», «Абакан», «Тиберкуль», «Кызыл» было

зарегистрировано сейсмическое событие. Землетрясение произошло на границе территории Красноярского края и Республики Тыва, непосредственно в зоне Саяно-Тувинского сейсмоактивного разлома. По данным ЛИОЦ КНИИГиМС время сейсмического события в очаге **08:29:53** (по Гринвичу); координаты очага **N 50.60 E 89.49**; глубина **H= 15**; магнитуда **M_s= 3.5**; энергетический класс **K= 10.3**. Эпицентр данного землетрясения приурочен к зоне Саяно-Тувинского сейсмоактивного разлома (рис.). Необходимо отметить, что в данной зоне расположены палеосейсмодислокации сейсмогравитационного и сеймотектонического характера, характеризующие высокий сейсмический потенциал данного района. Одна из таких сейсмогравитационных палеодислокаций – Чимге и была обследована в процессе полевых работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В августе 2004 г. КГУП «КНИИГиМС» и ИЗК СО РАН и были проведены рекогносцировочные исследования в юго-западной части Красноярского края. Работе предшествовал этап камеральных исследований, в процессе которых изучались материалы космического зондирования территории и дистанционные материалы геофизических исследований предшествующих работ, изучались фондовые материалы и опубликованная литература. Это позволило уже на начальной стадии определить спектр основных задач, наметить участки полевых работ.

Коллегами ИЗК СО РАН были любезно предоставлены обзорные дистанционные геофизические материалы, подчеркивающие некоторые особенности тектонического строения региона.

Так на рельефной схеме горизонтального градиента силы тяжести отчетливо просматривается региональная система ортогональных линеаментов.

Схема аномалий геоида демонстрирует наличие явной области современного растяжения ориентированную в северо-восточном направлении и охватывающую центральную часть Тывы и юг Западного Саяна.

Неоднородности глубинного строения Тывы и Западного Саяна также достаточно отчетливо видны на картах гравитационного поля и их производных.

Изучение материалов дистанционного зондирования различного масштаба показало, что наряду с отчетливо выраженными структурами линейного характера, которые на основе линеаментного анализа могут интерпретироваться как тектонические зоны разломов, имеются и структуры кольцевого и концентрического строения. Интерпретация этих нелинейных структур на уровне современной геологической изученности территории не представляется возможной. В качестве вероятной модели можно рассматривать их как купольные структуры связанные с формированием гранитных интрузий. Но не всегда эти кольцевые структуры совпадают с поверхностными выходами гранитоидов.

В геодинамическом плане территория располагается практически на стыке крупных геологических структур Алтае-Саянской складчатой области: складчатого сооружения Тывы, Западного Саяна и Минусинской котловины. Такое положение в зоне сочленения крупных геотектонических блоков, имеющих напряженное внутреннее строение, определяет высокую сложность геологического строения и затрудняет расчет сценариев геологического развития территории без непосредственных наземных геологических наблюдений.

Составление прогнозов сейсмической опасности и разработка рекомендаций по снижению сейсмического риска частично может осуществляться за счёт детального изучения положения активных разломов и структур и уточнение исходной сейсмичности.

В такой ситуации совершенствование методов прогноза сейсмической опасности, позволит существенно повысить уровень инженерной защиты территорий, объектов и соответственно качество жизни населения в районах высокой сейсмичности. Одним из таких методов является **метод детального сейсмического районирования**, позволяющий дифференцировать зоны высокой бальности, на более локальные области, что позволит существенно снизить затраты на сейсмостойкое проектирование и оптимизировать хозяйственное освоение территорий.

Уточнение оценки сейсмической опасности территорий позволяет осуществлять стратегию снижения сейсмического риска. В результате появляется возможность заблаговременно принять меры для уменьшения ущерба при сейсмическом воздействии.

На территории России в настоящее время функционирует более 200 сейсмических станций, входящих в состав телесеизмических, региональных и локальных сетей сейсмологических наблюдений. Из зарубежных стран наиболее развитой системой сейсмологических и геофизических наблюдений располагает Китай, где все наблюдения проводятся в составе Государственного сейсмологического бюро. Сведение в единую систему информации о возможном сценарии сейсмического события возможно только на основе постоянного многолетнего и комплексного изучения региона, с привлечением информации по сопредельным территориям.



Фото . Ледниковые карры в Западном Саяне.



Фото 1. Карровые озера в осевой части Западно-Саянского хребта.



Фото . Выхода серпентинизированных дунитов борусского комплекса на левом берегу Саяно-Шушенского водохранилища.



Фото . Отложения селевых потоков. Правый берег Саяно-Шушенского водохранилища



Фото . Остатки древесных стволов в отложениях селевых потоков. Левый берег Саяно-Шушенского водохранилища.



Фото . Выходы трещиноватых гранитов массива Казырсуг.



Фото . Размытые древние песчаные террасы на левобережье р. Енисей.



Фото 1. Оползни в приустьевой части р. Бол. Уры.

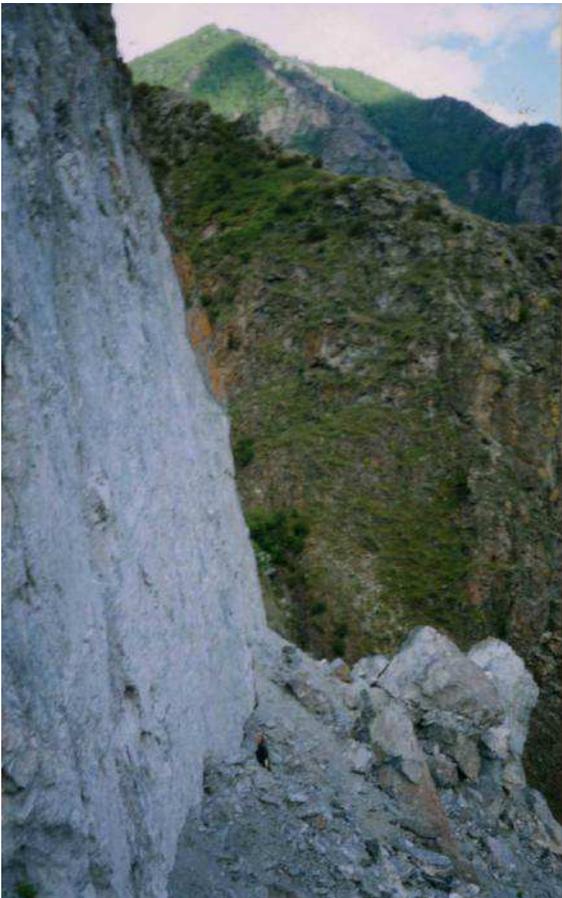


Фото 2. Оползни в приустьевой части р. Бол. Уры.

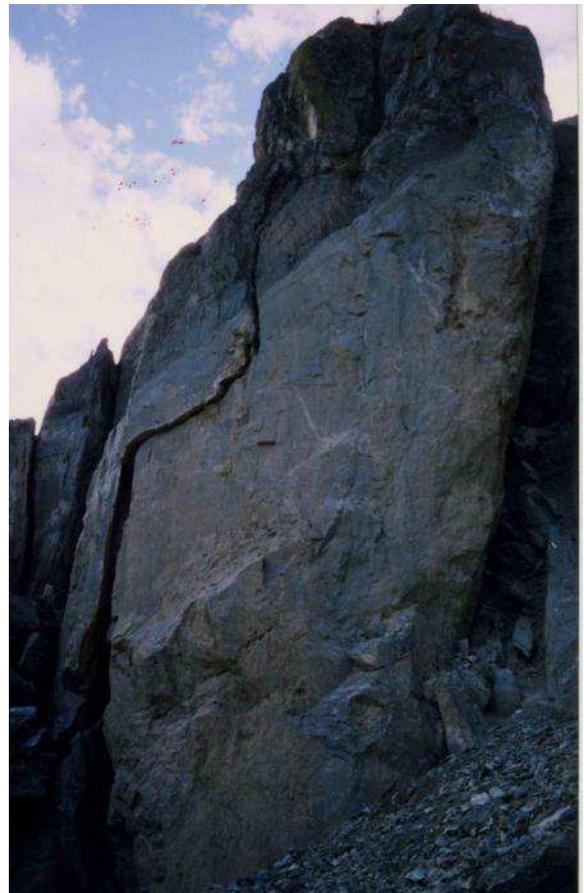


Фото 3. Неустойчивые скальные блоки в приустьевой части р. Бол. Уры.



Фото 1. Контакт гранитов массива (справа) со слоистыми вмещающими отложениями силура.