

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
геологической экскурсии по проблеме  
«Неотектоника, сейсмичность, современный вулканизм и  
закономерности размещения полезных ископаемых Центральной Евразии»

**4 - ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ  
САЯНО-ШУШЕНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА**

Основанный 17 марта 1976 года на юге Красноярского края в центральной части Западного Саяна Саяно-Шушенский биосферный заповедник в 1985 году по решению ЮНЕСКО включен в международную сеть биосферных резерватов. Ранее уже напоминалось общественности о таком его значении; так, по мнению А.М. Якимова («Красноярский рабочий», № 19, 31.01.2001 г.), такой статус обязывает и к усилению научно-исследовательской деятельности, ее расширению и комплексности исследований. Если рассматривать деятельность по изучению особо охраняемых природных территорий именно в таком комплексном аспекте, то, к сожалению можно отметить, что один из важнейших природных объектов - недра в пределах биосферного Саяно-Шушенского заповедника изучены на уровне знаний середины прошлого века. Но ведь, прежде всего именно недра - основа существования собственно любой территории, в том числе и особо охраняемой. Поэтому научная база для прогнозирования процессов геодинамического характера, комплексного мониторинга антропогенных воздействий и определения возможных пределов хозяйственной деятельности в буферной зоне заповедника, должна обеспечивать комплексный характер биосферных исследований, изучение и мониторинг всех составных частей природной среды, как единого целого.

В целях изменения дисбаланса в комплексной изученности Саяно-Шушенского биосферного заповедника в 2003 году по инициативе Дирекции заповедника к работе по изучению геологического строения и созданию основы для геомониторинга особо охраняемой территории был привлечен Красноярский НИИ геологии и минерального сырья.

В 2003-2005 годах по договору о научном сотрудничестве между КГУП «КНИИГиМС» и Саяно-Шушенским государственным природным биосферным Заповедником были проведены рекогносцировочные геолого-геофизические исследования в юго-западной части Заповедника, охватывающие верховья р. Ыдыктыг-Хем. Также были предварительно обследованы «неустойчивый» гранитный массив в устье р. Казырсуг и обвалы вблизи устья р. Бол. Уры, а также частично карстовые и криогенные процессы в южной части территории.

Работе предшествовал этап камеральных исследований, в процессе которых изучались материалы космического зондирования территории заповедника 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 (рис. 1).

Изучение материалов дистанционного зондирования различного масштаба показало, что наряду с отчетливо выраженными структурами линейного характера, которые на основе линеamentного анализа могут интерпретироваться как тектонические зоны разломов, имеются и структуры кольцевого и концентрического строения. Интерпретация этих нелинейных структур при современной геологической изученности территории не всегда возможна. В качестве вероятной модели часть из них можно рассматривать их как купольные структуры, связанные с формированием гранитных интрузий. Но не всегда эти кольцевые структуры совпадают с поверхностными выходами гранитоидов (рис. 2), и по-видимому имеют иную природу.

В геодинамическом плане территория, на которой находится Саяно-Шушенский биосферный заповедник, располагается в пределах крупной геологической структуры Алтае-Саянской складчатой области – в складчатом сооружении Западного Саяна. 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.

Западный Саян, на территории которого расположен Саяно-Шушенский Заповедник, 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 в конце силура. Начиная с девонского времени, регион развивался в режиме молодой платформы с характерным континентальным осадконакоплением. Горные сооружения были пенепленизированы в мел-палеогеновое время. В плейстоцене Западный Саян был вовлечен в новейшее поднятие с формированием альпийского рельефа. Геологическое развитие региона в кайнозой происходило в условиях сформировавшегося горного рельефа, весьма близкого к современному. Чрезвычайно большую роль в его развитии в четвертичном периоде сыграли оледенения, начавшиеся 100-150 тыс. лет назад. Реликтовые ледники и снежники сохранились в гольцах до настоящего времени на высотных отметках 2 700-3 000 м. Поднятие продолжается и в настоящее время. Зона лесов поднимается до 1 700 м, где сменяется высокогорной тундрой. Максимальные высотные отметки в пределах Заповедника достигают 2 735 м над уровнем моря, а минимальная – «зеркало» водохранилища установилось на отметке 540 м. Площадь заповедника 3904 кв. км.

Территория Заповедника находится в центре Западного Саяна по обе стороны от Главного Саянского хребта, который делит эти горы на северный и южный макросклоны, что определяет уникальность и своеобразие данной территории. В орографическом плане Западный Саян – сложная и неоднородная горная система, представленная сравнительно узкими хребтами, разделенными глубокими речными долинами, вытянутая в целом в восток-северо-восточном направлении. В ее пределах отчетливо выделяются также ориентированных три орографических пояса.

На севере располагаются районы развития средне-низкогорного рельефа с высотами 1 400-2 300 м, обилием пологих склонов, развитыми долинами рек с аккумулятивными террасами (хребты Джойский, Джебашский, Борус и др.). На юге хребты Западного Таннуола имеют высоты 2 900-3 978 м, осложнены гольцовыми вершинами и отдельными хребтами с пологими водоразделами.

В центральном поясе (Саянский хребет) преобладает высокогорный рельеф, наиболее приподнятая его часть расположена к западу от р. Енисей, где высоты превышают 2,8-3 км. Восточней высоты постепенно снижаются до 2 км, а затем повышаются в районе сочленения Западного и Восточного Саян. Для наиболее высоких (более 2 км) хребтов характерны альпийские формы рельефа с острыми пиками, карами, ледниковыми озерами; в водораздельных частях отмечаются остатки древних поверхностей выравнивания. Превышение хребтов над долинами достигает 1 300 м, отдельные вершины возвышаются над перевалами на 500-800 м, долины рек глубоко врезанные, V-образные или троговые, часто осложнены водопадами.

Современное тектоническое районирование Западного Саяна (Государственная..., 1999) позволяет отнести Заповедник к Центрально-Западно-Саянской складчатой системе каледонского возраста. Район располагается между двумя крупными разломами регионального значения – Саяно-Минусинским и Хемчикско-Азасским, имеющим почти широтное направление. По периферии область, в которую входит Заповедник, обрамляется зонами офиолитовых аллохтонов – Северо-Саянской, Борусской и Куртушубинской, сложенных позднерифейскими ультраосновными и основными породами. Так что в целом эту область можно рассматривать как крупную надвинутую пластину.

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. 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 структурах: Северо-Саянская, Центрально-Западно-Саянская и Систигхемская.

Центрально-Западно-Саянская зона, составляющая основную, большую часть Западного 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. Центральная часть Западного Саяна насыщена крупными массивами гранитоидов, которые подразделены на большепорожский и джойский комплексы. Западный Саян, как складчатая система сформировался в нижнем девоне.

Важным структурным элементом Западно-Саянской каледонской структуры являются офиолитовые аллохтоны - Изыхский, Борусский и Куртушибинский. По данным Н.Л. Добрецова здесь отчетливо выражено слоистое строение офиолитов, разрез которых состоит из ряда сменяющих друг друга снизу вверх петрографических зон: дунит-гарцбургитовой (более 3 км), перидотит-пироксенит-габбровой (0,2-0,3 км), габброидной (1,0-1,5 км) и габбро-диабазовой (1,0-2,0 км).

Важнейшими 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. К крупным глубинным относятся разломы: Саяно-Минусинский, Куртушибинский, Хемчикско-Азасский.

Саяно-Минусинский разлом имеет ВСВ направление, ограничивая блоки устойчивых массивов. Его протяженность более 300 км. Он выделяется в геофизических полях, хорошо дешифрируется на космоснимках и морфологически выражен на местности резким уступом в рельефе. По данным сейсмопрофиля Кызыл-Мурманск вертикальная амплитуда смещения по кровле границы Конрада - 3 км, по границе Мохо - 2,5 км. К зоне разлома приурочены выходы основных вулканитов и мафит-ультрамафитовых интрузий. Куртушибинский разлом по расчетным имеет вертикальную амплитуду смещения по границе Мохо 1-1,5 км. Разлом активен до настоящего времени. Хемчикско-Азасский разлом является, по-видимому, молодым раннедевонским, подновленным, отражающим складчатые процессы, происходившие в это время в Западном Саяне. Он имеет ВСВ направление и разделяет салаирские структуры в Восточно-Тувинской системе. Вертикальная амплитуда смещения по кровле границы Конрада, Мохо - 3 км. Хемчинско-Азасский разлом активно работал в четвертичное время. К нему приурочены крупные поля платобазальтов.

В зоне сочленения Главного Саянского, Восточно-Саянского, Кандатского и Хемчинско-Азасского разломов возрастает количество интрузий: раннепротерозойского, среднекембрийского, позднекембрийско-раннеордовикского и девонского возрастов.

Достаточно явно проявились разломы в четвертичный период. Н.В. Лукина различает разломы активные в настоящее время, которые устанавливаются геофизическими методами, разломы активные в позднем плейстоцене и голоцене, подтвержденные деформацией разновозрастных 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 юго-западной части Заповедника известно Катыныгское проявление термальных вод. Не исключено, что к таковым выходам на поверхности приурочены известные на территории Заповедника естественные солонцы, посещаемые дикими животными. Запланированное геохимическое опробование таких участков позволит более точно определить их природу. Возможно с активной проработкой напорными минеральными водами связано и предварительно изученное в пределах Заповедника карстообразование.

На территории Заповедника развиты породы нижнего, среднего и, частично, верхнего палеозоя. Терригенно-вулканогенная формация пород нижнего кембрия представлена сложным переслаиванием кремнистых, глинисто-кремнистых и углеродисто-кремнистых сланцев, туфов, известняков с прослоями зеленокаменных эффузивов общей мощностью до 5 км. Флишоидная формация среднего кембрия-ордовика представлена переслаиванием различных сланцев, песчаников, алевролитов, кварцитов, образующих толщу мощностью до 15 км, в нижней части которых преобладают сильно перемятые сланцы, а вверх по разрезу доминируют более грубые породы, преимущественно песчаники с отдельными прослоями гравелитов и конгломератов. Породы этих формаций смяты в пологие синклинали и антиклинали, иногда осложнены более мелкой складчатостью и нарушены множеством мелких разломов.

Терригенно-карбонатная орогенная формация силура выполняет синклинальные прогибы и мульды, отличающиеся от более древних образований преимущественно глыбовыми структурами. В составе формации мощностью до 2 км преобладают известняки и мергели, присутствуют пестроцветные песчаники и алевролиты, реже конгломераты и аргиллиты.

Молассоидная орогенная формация девона-карбона развита ограниченно. Она представлена чередованием невыдержанных по мощности и форме пачек, линз, прослоев конгломератов и песчаников, алевролитов, аргиллитов, иногда известняков.

В составе магматических формаций преобладают гранитоиды палеозоя, образующие крупные батолиты вытянутой в плане формы, а также множество мелких массивов. В крупных телах доминируют кислые породы, в мелких наряду с кислыми развиты средние разновидности гранитоидов. В большинстве своем это прочные и массивные высокопрочные породы, прочность которых резко снижается в зонах разломов и связанной с ними трещиноватости, а также в зоне поверхностного выветривания. К глубинным разломам приурочены пояса ультрамафитов, сложенных серпентинитами, серпентинизированными перидотитами или гарцбургитами, а также (в подчиненном количестве) амфиболитами, дунитами, верлитами.

Кайнозойские отложения в регионе не занимают существенного места. Наиболее распространены элювиальные и склоновые образования мощностью до первых метров, встречающиеся практически повсюду. Они представлены щебнем, глыбами, дресвой с супесчаным и суглинистым заполнителем.

Ледниковые отложения представлены, главным образом, моренами. Мощность их может достигать 60 м, состав крайне неоднороден.

Аллювиальные отложения, как правило, небольшой мощности (2-7 м, изредка до 15 м), ширина аллювиальных террас не превышает десятков метров. Состав гравийно-галечно-валунный и супесчано-суглинистый. В регионе встречаются также озерные отложения и остатки древних кор выветривания.

Западный Саян – район широкого развития многолетнемерзлых пород. Они занимают более 50 % площади региона. Мощность пород, постоянно имеющих отрицательную температуру, в осевых частях хребтов достигает 200 м и более, на склонах и плоскогорьях возрастает число таликов, мерзлота приобретает прерывистый характер. Сезонно мерзлые породы развиты в «окнах» среди не мерзлых пород и в таликах. Температуры таких пород – минус 1 – минус 3 °С, но местами могут быть и ниже. Сезонное промерзание в значительной мере связано с мощностью снежного покрова. Мощность сезонно-мерзлого слоя 2-3 м. Сезонное протаивание начинается в наиболее пониженных участках рельефа в апреле и продолжается на всей территории по сентябрь. Глубина сезонного протаивания многолетнемерзлых пород измеряется сантиметрами, редко – первыми метрами.

Мерзлотными явлениями в значительной мере обусловлены гидрогеологические условия региона. На большей части территории грунтовые воды формируются в зоне сезонного протаивания.

Подземные воды широко распространены в приповерхностных зонах трещиноватости в скальных грунтах, разделяются на трещинно-жильные и трещинно-карстовые. С закарстованными породами и с зонами тектонических нарушений связаны источники с дебитами до 35 л/с, а с зонами контактов гранитных интрузий с вмещающими породами – до 80 л/с. Водообильность пород напрямую зависит от степени их

трещиноватости. Наименее трещиноваты и водоносны сланцы кембрия, ордовика, силура (дебит источников 0,01-0,05 л/сек). Наиболее трещиноваты и водообильны карбонатные породы (дебит источников от 0,1 до 8 л/сек). Температура и степень минерализации подразделяется на три зоны: а) зона весьма пресных гидрокарбонатных натриевых и кальциевых вод с минерализацией менее 0,1 г/л и температурой около 0 °С, приуроченных к высокогорным районам; б) зона весьма пресных и пресных гидрокарбонатно-кальциевых вод с минерализацией менее 0,2 г/л и с температурой от 1 до 3 °С, приуроченных к низкогорным районам; в) зона пресных гидрокарбонатно-кальциевых вод с минерализацией от 0,1 до 0,5 г/л и с температурой от 3 до 8 °С, приуроченных к низкогорным районам.

Западный Саян относится к районам с повышенной сейсмической опасностью. Землетрясения малой мощности происходят здесь достаточно часто, и с ними наверняка 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. Казырсуг были выявлены каменные завалы под четко выраженными стенками отрывов – циркообразных и отвесных скальных бортов водохранилища высотой 200-250 м. Размеры отдельных глыб достигают 5-8 м. Следы таких же обвалов отмечены и в других местах (устье р. Бол. Уры и др.).

Одним из результатов заполнения Саяно-Шушенского водохранилища является абразионная подработка оползневых склонов (тепловое воздействие), протаивание многолетне мерзлых пород в зоне, примыкающей к водохранилищу, что влечет за собой резкую активизацию склоновых процессов. И хотя этот район, как и большая часть Западного Саяна, относится к территориям с повышенной лавинной и селевой опасностью, эти процессы здесь почти не изучены.

Крайне разнообразны и криогенные процессы, приуроченные к плоскогорным участкам и выложенным водоразделам. Морозное выветривание приводит к образованию каменных россыпей на водоразделах, на плоскогорьях формируются каменистые тундры. Часто встречается криогенное заболачивание – формирование водораздельных болот на реликтах поверхностей выравнивания.

Тепловое воздействие Саяно-Шушенского водохранилища на обращенных к нему склонах гор приводит к возникновению зон протаивания мерзлых пород и резкой активизации криогенных процессов. Подтопление приустьевой части рек активизирует заболачивание их долин, а это, в свою очередь - возникновение новых очагов многолетней мерзлоты и новых, не типичных для данной территории, криогенных процессов.

Во всех частях Западного Саяна существует вертикальная геофизиологическая зональность: одновременно с ростом абсолютной высоты возрастает, как правило, сплошность многолетних мерзлых пород и их мощность, понижается их среднегодовая температура, уменьшаются количество и размеры таликов. В связи с этим пояс сплошного развития многолетних мерзлых пород занимает более высокое гипсометрическое положение, чем пояс прерывистого распространения, а островная мерзлота располагается еще ниже. Высотное положение этих поясов может существенно меняться даже в пределах одного хребта в зависимости от ориентировки его склонов. Наиболее низко эти границы опускаются на северных склонах и поднимаются на южных. На западных и северо-западных склонах, перехватывающих влагу из воздушных масс, перемещающихся летом со стороны Атлантики, эти границы располагаются значительно выше, чем на восточных.

В формировании криозоны особенно выделяется роль болот. В Заповеднике, наряду с пойменными и низинными болотами, развиты нагорные и высокогорные болота, практически всегда связанные с многолетними мерзлыми породами, залегающими в их основании. Эти болота в значительной мере появились благодаря широко развитому процессу криогенного болотообразования, но эти же болота, охлаждающие подстилающие породы, приводят к возникновению мерзлоты и значительному расширению площади развития многолетних мерзлых пород. Кроме этого затопление устьев рек в результате

заполнения водохранилища приводит к заболачиванию долин, в результате чего появляются новые очаги мерзлоты, что изменяет микрорельеф и микроклимат.

Подземные воды могут способствовать сохранению многолетних мерзлых пород и росту их площади, но могут служить и обогревающим фактором, приводящим к деградации многолетних мерзлых пород. Так как в геологическом строении Западного Саяна участвуют породы с разными теплофизическими и фильтрационными свойствами, то это должно сказываться на теплообмене и развитии мерзлых пород, но какие-либо данные об этом отсутствуют.

Следует подчеркнуть, что закономерности распределения мерзлых пород обусловлены и историей их формирования. Устанавливается определенная связь распространения многолетних мерзлых пород с древними оледенениями. Гипсометрически наиболее низкие участки развития мерзлых пород находятся несколько ниже уровней наиболее низких следов древнего оледенения.

Существенную роль в формировании рельефа играет нивация (снежная эрозия, снежное выветривание). Разрушительное воздействие снежного покрова на горные породы посредством усиленного морозного выветривания в условиях попеременного замерзания и оттаивания происходит, главным образом, вблизи снеговой границы. С нивацией связано образование каров и цирков, а также процессы нивационного выравнивания с образованием эквиклена (поверхность, образовавшаяся в результате каровой денудации).

Из криогенных процессов можно отметить широкое развитие наледей на реках и ручьях, встречаются и грунтовые наледи. В поймах рек и ручьев и на их террасах встречаются термокарстовые воронки и бугры пучения.

На территории Заповедника ранее были выявлены ряд мелких рудопроявлений Сейлюгхемское молибденовое и Усть-Арейское свинцово-цинковое.

В процессе полевых работ 2003 года на территории Заповедника было выполнено исследование ряда объектов.

Предварительное обследование неустойчивого гранитного массива в устье р. Кызырсуг. 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 5-7 м неокатанные. Выше курума отвесная скала видимой высотой 75-100 м (фото 2.1-2.7). По системе трещин происходит интенсивное выветривание и отрыв крупных глыб. На обследованном участке каких-либо крупных тектонических нарушений не выявлено. Для более полного обследования массива необходима постановка детальных геологических и геофизических работ.

Предварительное обследование обвала вблизи устья р. Бол. Уры в 1 км от ее устья на левом борту долины реки показало, что объект является, видимо, оползем-обвалом (фото 4.1). 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. По словам работников Заповедника, в конце прошлого столетия здесь произошел обвал, перегородивший р. Бол. Уры на одну треть.

Высота склона в области отрыва примерно 800-850 м. Породы, слагающие склон, представлены нижнепалеозойскими кварц-сланцевыми сланцами зеленого, зеленовато-серого цвета, смятыми в мелкие складки, гофры и пронизаны многочисленными кварцевыми прожилками, секущими и смещающими друг друга. Залегание пород: аз. пад. 150-180°, угол 70-80° (фото 4.2, 4.7). Породы незначительно выветрелые. Крутизна склона в районе отрыва достигает 30-35°. Растительность в районе обвала кустарниковая с единичными невысокими лиственницами.

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 (фото 4.3, 4.4). 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 (фото 4.5, 4.6).

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 и Заповедник находятся 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.

Краткое обследование берегов реки Бол. Уры от устья до кордона Отуксуг (вблизи устья р. Отуксуг) было проведено с целью осмотра естественных солонцов. Примерно в 12-13 км от устья р. Бол. Уры находится изба «Солонцы». Название свое она получила из-за естественных солонцов. На склонах – бурый суглинок и супесь вышеописанных ордовикских и силурийских пород. Отмечается большое количество хорошо набитых троп копытных: козерогов, маралов, косуль, кабарги. Со слов зам. директора по науке Заповедника А.Е. Сонниковой, различными институтами было отобрано большое количество проб для определения природы солонцов, но результатов от ученых она так и не получала.

От устья р. Балансуг до кордона Отуксуг вверх по р. Бол. Уры обнажается крупный Большеурский массив гранитов джойского комплекса девона. Гранит крупно-среднезернистый, биотитовый, радиоактивность – 16 мкР/ч. Длина по береговой линии около 6 км (фото 5.4).

В гранитах почти повсеместно наблюдается классическая матрацевидная отдельность, характерные формы выветривания по трещинам отдельности. Часто встречаются небольшие пещерообразные углубления. На урезе воды видны следы обработки гранитов рекой.

На отвесных гранитных скалах встречаются формы выветривания подобные Красноярским Столбам – скала «Дед» и другие (фото 5.5-5.9). По берегам р. Бол. Уры и в русле ее – крупные плитообразные глыбы окатанных гранитов. В этих местах река сужается, образуя сливы с очень сильным течением (фото 5.10). Ниже по течению размер валунов постепенно уменьшается, степень окатанности усиливается, и с большой высоты можно наблюдать на отмелях многочисленные круглые валуны гранитов, похожие на россыпь пушечных ядер.

Мы считаем, что Большеурский гранитный массив можно отнести к прекрасному геологическому памятнику регионального ранга.

Недалеко от устья р. Ыдыктыг-Хем, в левом борту долины, по словам сотрудников Заповедника, находятся естественные солонцы. На крутом склоне обнажаются светло-серые до белых грунты, видно множество хорошо натоптанных звериных троп. Причины естественного засоления выяснить не удалось, т.к. нужны специальные анализы.

На правой стороне долины реки – свалы диоритов, кварцитовидных и известковистых пород. В районе гари (фото 7.1), на перегибе борта долины, довольно часто встречаются воронкообразные углубления глубиной до 5 м. Форма их почти идеально круглая и овальная. Воронки заросли мхом и кустарником. Наблюдаются три вида углублений: сухие, заболоченные и заполненные водой. В бортах воронок – среднеокатанные глыбы известковистых темно-серых пород и серых гранитоидов. Возможно, это термокарстовые воронки.

Было проведено предварительное обследование карстовых провалов в районе двух каровых озер на Саянском хребте. Озера расположены в вершине левых истоков р. Ыдыктыг-Хем одно над другим на расстоянии 200 м (фото 8.1). Перепад между озерами около 50 м (см. фото 8.1). Нижнее озеро находится примерно в 1,5 км от высоты с отм. 2 340 м (тригопункт) по аз. 130<sup>0</sup> (фото 8.2-8.4). Работники Заповедника дали этому озеру название оз. Св. Духов.

Маршрут пролегал по левому борту левого притока р. Ыдыктыг-Хем, вытекающего из нижнего озера. Склон почти повсеместно значительно обводнен, множество мелких ручейков и заболоченных участков. На правой стороне р. Ыдыктыг-Хем отлично виден Саянский хребет с пирамидальными вершинами и зубчатыми хребтами. Преобладают ледниковые формы рельефа – цирки, кары. На вершинах и в цирках лежит свежевывающий снег (фото 8.5, 8.6).

По ходу маршрута – крупноглыбовые свалы известковистых пород онинской свиты силура, гранитоидов, кремнистых и контактово-измененных пород. За границей леса встречаются обнажения контактово-измененных пород (фото 8.7).

К северо-западу от озер воздымается гольц с отм. 2 340 м, к востоку – остроконечная гора со свежим снегом в ложбинах. По берегам озер наблюдаются очень крупные (5\*10 м) глыбы гранитоидов со сглаженными углами. Иногда они в результате морозного выветривания расколоты сквозными трещинами шириной до 30-40 см (фото 8.8, 8.9).

Озера явно ледникового происхождения, овальной формы, размером 200\*350 м. Они выработаны таявшим ледником более 50 тыс. лет назад, причем отступление ледника в связи с потеплением прерывалось паузой, в течение которой над нижним озером сформировалась морена. Дальнейшее потепление уничтожило ледник, занимающий объем нижнего озера наших дней.

На восточном выположенном берегу нижнего оз. Св. Духов встречены два карстовых провала, заполненных довольно свежими крупными глыбами гранитоидов. По словам работников Заповедника, посетивших эти места в 1987 г., это были открытые, очень глубокие провалы. При падении камней в провал через относительно долгий промежуток времени раздавался глухой гул. Примерно полтора года назад проводник С. Отроков был в этих местах и видел провалы уже почти засыпанными, оставались лишь небольшие отверстия. В настоящее время провалы полностью засыпаны гранитными глыбами (фото 8.10).

Геологическая обстановка здесь следующая: нижняя часть склона горы представлена контактово-измененными породами – мраморизованными известняками онинской свиты силура, мелкозернистыми светло-серыми, роговиками, кварцитовидными тонкозернистыми породами с известковистыми прослоями с пустотами выщелачивания округлой и неправильной формы (фото 8.11-8.13). В кварцитах встречаются отпечатки мелких раковин пелиципод.

Верхняя часть горы сложена гранитами джойского комплекса девона - светло-серыми лейкократовыми средне-крупнозернистыми (радиоактивность 15-22 мкР/ч). В гранитах иногда встречаются шпирь кварцевых диоритов и ксенолиты мраморизованных известняков темно-серого цвета.

В верхней части стенок провалов иногда наблюдаются небольшие срывы (оползни) грунта (см. фото 8.10). На этих срывах видно (сверху вниз):

- крупные несцементированные глыбы гранитов с острыми и сглаженными углами;
- суглинок, супесь бурого цвета с мелкими глыбами, щебнем и дресвой гранитов и контактово-измененных пород.

Сами воронки овальной формы и разделены перемычкой мощностью несколько метров. Расположены под острым углом к длинной оси нижнего озера и заполнены крупными глыбами лейкогранитов с небольшим количеством биотита и мусковитом. Изредка встречаются небольшие глыбы кварцитов, известняков.

Наряду с вышеописанными свежесыпанными карстовыми провалами, параллельно им, наблюдается параллельно им ряд более мелких овальных карстовых воронок, заросших мхами и кустарником (фото 8.14). Размер воронок до 15\*30 м, глубина 8-10 м. На глубине слышен шум водотока, видимо, питающего озеро. Эти карстовые провалы

засыпаны крупными кирпичеобразными глыбами кварцитовидных тонкозернистых пород зеленовато-серого цвета полосчатых, с известковистыми выветрелыми прослоями. В них отмечаются многочисленные пустоты выщелачивания размером первые сантиметры округлой и неправильной формы (фото 8.15). На двух воронках были проведены опытные геофизические работы методом дипольного электромагнитного профилирования (ДЭМП) по профилям 1 и 2 участка Ыдыктыг-Хем (Западный Саян) с аппаратурой СЭМЗ (среднечастотных электромагнитных зондирований) с целью определения возможности метода по картированию тектонических зон нарушений.

С целью определения возможности фиксирования карстовых полостей геофизическими методами, в качестве опытных работ на участке Ыдыктыг-Хем через две карстовые воронки было проведено дипольное электромагнитное профилирование (ДЭМП). Интерпретация результатов геофизических работ, а также консультации с главным геофизиком АО «Алмазолотоавтоматика» В.Ф. Лебедевым, дали следующие результаты.

По данным геологических наблюдений участок работ сложен породами метаморфического комплекса (кварциты, роговики с прослоями известняков); расположен вблизи от гранитного массива. Породы подвержены сильным процессам выветривания, на участке наблюдается интенсивное проявление молодой тектонической деятельности, также наблюдается интенсивное карстообразование. Карстовые воронки заполнены свалами коренных пород, под которыми иногда прослушивается шум водных потоков. По данным метода ДЭМП зоны карстопроявления (зоны тектонической проработки) выделяются более низкими электрическими сопротивлениями: до 55-60 Ом.м на профиле 1 и около 100 Ом.м на профиле 2. Очень низкие сопротивления на профиле 1 вероятнее всего связаны с водными потоками. Возможна и другая версия - в местах очень низких сопротивлений часть трещинного пространства заполнена мелкофракционным материалом глинистого, суглинистого состава. Не исключается и влияние повышенной минерализации вод, поскольку в районе работ имеются солончаки. Несмотря на эту неоднозначность природы зон низкого сопротивления следует отметить, что в любом раскладе аномалии низкого сопротивления обусловлены результатами тектонической деятельности и сопутствующими им процессами карстообразования и пр. Учитывая условия работ в горах, следует признать правильным выбор метода и аппаратуры для выявления и картирования зон тектонических нарушений. В последующем помимо этой задачи возможно опробование и других, более глубинных методов с индуктивным приемом (ДК, МЗТМ, метод корреляции с измерением магнитных компонент, АПД и др.), а также и решение других задач, например по определению мощностей свалов пород и т.п. Возможен круглогодичный мониторинг благодаря бесконтактному возбуждению и приему поля, а также исследование и мониторинг ложа водохранилищ, особенно вблизи крупных гидросооружений (зоны активных тектонических нарушений).

В результате проведенных геолого-геофизических работ на участке «Верховья р. Ыдыктыг-Хем» на Саянском хребте в истоках ее левого безымянного притока был выявлен ряд карстовых провалов в известковистых (контактово-измененных) породах силурийского возраста в контакте с девонскими гранитоидами. Два провала еще несколько лет назад были открытыми, а в настоящее время засыпаны крупными глыбами гранитов. Остальные (около десятка) воронки заросли мхом, кустарником и завалены глыбами выветрелых контактово-измененных пород, в которых были найдены отпечатки мелких раковин пелиципод.

Небольшие термокарстовые воронки округлой и овальной формы отмечены на правом выположенном борту долины р. Ыдыктыг-Хем в районе Большой Гари. Воронки заполнены делювием, заросли мхом. Среди них отмечены сухие, заболоченные и заполненные водой. Поперек старых карстовых воронок проведено опытное дипольное электромагнитное профилирование.

Проведено предварительное обследование Казырсугского неустойчивого массива гранитов. По предварительным данным, крупноглыбовые свалы образуются в результате физического выветривания, чему способствует система трещин в гранитах, полого погружающаяся в сторону водохранилища.

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.

Предварительно описан и сфотографирован девонский гранитоидный массив в среднем течении р. Бол. Уры. Отмечены скульптурные формы выветривания типа Красноярских Столбов. Отмечены места естественного засоления грунтов (солонцы). Для выяснения причин засоления нужно провести более детальные работы с соответствующими анализами.

Саяно-Шушенский Государственный биосферный Заповедник является уникальным геологическим образованием. Даже по тем предварительным обследованиям нами выявлены и частично описаны и сфотографированы оригинальные формы выветривания в гранитоидах по левому борту долины р. Бол. Уры, аналогичные Красноярским Столбам, великолепные скальные обнажения ордовик-силурийских пород, карсты, термокарсты, селевые потоки, ледниковые озера нескольких уровней и пр. Гранитный массив в среднем течении р. Бол. Уры, с нашей точки зрения, уже сейчас можно отнести к геологическим памятникам.

Для дальнейшего выявления и исследования других геологических памятников необходима постановка более детальных геолого-геофизических работ. Вполне возможно обнаружение крупных карстовых полостей (пещер) с выходом на поверхность. Возможны находки уникальных окаменелостей флоры и фауны. Необходимо изучение термокарста, изучение влияния Саяно-Шушенского водохранилища на окружающую среду, исследование неустойчивых массивов на берегах водохранилища.

В местах подпора водохранилищем крупных водотоков происходит заболачивание, что приводит к появлению многолетнемерзлых и многолетнеморозных пород. Эти криогенные процессы, в свою очередь, изменяют микроклимат, рельеф, микроландшафт. В связи с этим необходим постоянный мониторинг криогенной обстановки геолого-геофизическими методами. В последнее время геофизика внедряется в область задач, нетрадиционных для нее, вплоть до последней четверти прошлого столетия (инженерная геофизика, мелиорация, экология и пр.). В связи с этим расширяется круг решаемых геофизикой задач.

Необходимо изучать заповедник, не нарушая сложившихся там традиций и природного равновесия. А также цивилизованно развивать вблизи него виды действительно рационального природопользования. Принадлежность к мировой системе биосферных резерватов подразумевает зонированное строение территории, где наряду с заповедным ядром, имеется буферная зона, в которой можно частично использовать природные ресурсы, исследовать их, не нарушая экосистемы. И третья - переходная зона, где можно развивать ограниченную хозяйственную деятельность - вести сельское хозяйство, заготовку различных природных ресурсов; развивать экотуризм, охотничий туризм. Хозяйственная деятельность в буферной и переходной зонах, проводимая при регулярном научно-исследовательском сопровождении будет способствовать развитию всей территории и собственно самого заповедника, сохраняя его заповедное ядро.

Учений секретарь КНИИГиМС

Романов А.П.