

А.Н. ОВСЮЧЕНКО¹, Ю.В. БУТАНАЕВ², Д.К. ТУЛУШ³¹ *Институт физики Земли РАН (Москва, Россия)*² *Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (Кызыл, Россия)*³ *Тувинский институт гуманитарных и прикладных социально-экономических исследований (Кызыл, Россия)*

ПАЛЕОСЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ И АРХЕОСЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЮЖНОЙ ЧАСТИ хр. ТАННУ-ОЛА

Проведены комплексные полевые палео- и археосейсмологические исследования слабо изученной сейсмоопасной зоны в южном подножии хребта Танну-Ола. Исследования были намечены и проведены на ключевых участках с объектами культурного наследия с целью обнаружения следов сейсмической активности и определения их возраста. Вдоль южного подножия хребта прослежена извилистая система позднеголоценовых тектонических уступов. Плановая конфигурация системы уступов позволяет рассматривать их как результат молодых смещений надвигового типа. Предположительно последняя подвижка привела к перекосу кургана который оказался слегка перекрыт наносами с уступа. Курганы, выявленные на р. Улуг-Оруг, вероятнее всего можно отнести к периоду скифской культуры и датировать VIII–VII вв. до н. э. Таким образом, возраст последней подвижки может быть ограничен нижней возрастной рамкой — от VIII–VII вв.

Ключевые слова: Тыва, палеосейсмология, археосейсмология, Танну-Ола, курган.

Рис. 5. Библ. 11 назв. С. 27–33.

Исследования выполнены при поддержке РФФИ: Грант № 17-45-170568 р_а «Комплексные научные исследования влияния природных катастрофических процессов на историко-культурное развитие Туввы в долгосрочном аспекте» и Грант № 19-05-00535 А «Природные катастрофы и трансформация ландшафтов Юго-Восточного Алтая и Северо-Западной Монголии в период с максимума последнего оледенения», а также в рамках государственного задания ТувИКОИП СО РАН № 0384-2016-0012

A.N. OVSYUCHENKO¹, Yu.V. BUTANAYEV², D.K. TULUSH³¹ *Schmidt Institute of Physics of the Earth RAS (Moscow, Russia)*² *Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS (Kyzyl, Russia)*³ *Tuvinian Institute for Humanitarian and Applied Social and Economic Research (Kyzyl, Russia)*

PALEOSEISMOLOGICAL AND ARCHAEOSEISMOLOGICAL RESEARCH- OF THE SOUTHERN TANNU-OLA

Complex paleoseismological and archaeological surveys were carried out in the key areas of seismic hazard zones with objects of cultural heritage for detecting seismic activity traces and determining their dating. The studies were outlined and carried out in the poorly studied system of Tannu-Ola ridges. Winding system of ledges is traced along the foot of the mentioned ridge. The planned configuration of the system of ledges allows us to consider them as the result of young displacements of the thrust type. Presumably, the last movement led to a warp of the mound which turned out to be slightly blocked by sediments from the ledge. Mounds identified on the river Ulug-Orug can be attributed to the period of Scythian culture and date from the VIII-VII centuries BC. So the age of the last movement can be limited by the lower age frame - from the VIII-VII centuries.

Keywords: Tuva, paleoseismology, archaeoseismology, Tannu-Ola, mound.

Figures 5. References 11. P. 27–33.

Хребет Танну-Ола образует ландшафтную границу между Южной Сибирью и Центральной Азией. Вдоль него протягивается водораздел между бассейном Северного Ледовитого океана и бессточными котловинами Монголии. В сравнении с соседними хребтами Алтае-Саянского нагорья — Западным Саяном и Цаган-Шибэту, Танну-Ола имеет значительно меньшие абсолютные отметки и относительно слабое расчленение. Контрастный горный рельеф развит в основном на склонах хребта, тогда как в осевой части наблюдаются обширные поверхности выравнивания и отдельные внутригорные впадины. С юга хребет окаймляется наклонной предгорной равниной, созданной аккумуляцией пролювиально-аллювиального шлейфа в неоплейстоцене-голоцене. Южный склон хребта имеет ступенчатое строение и образован поднятыми на разную высоту фрагментами предгорной равнины.

Хребет сложен интенсивно дислоцированными вулканогенно-осадочными формациями нижнего–среднего кембрия, которые прорваны крупными гранитоидными интрузиями ниже-среднепалеозойского возраста. Формирование хребта Танну-Ола в современном виде привело к объединению в единый структурно-орографический элемент разнородных палеозойских тектонических образований. Они имеют различную ориентировку основных разрывно-складчатых структур и претерпели движения с разным знаком. В классической трактовке тектонического устройства Тувы, хр. Танну-Ола представляет собой область кембрийской (салаирской) складчатости на которую наложены каледонские и герцинские структуры среднего–позднего палеозоя (Геология СССР, 1966).

К югу от хр. Танну-Ола расположена бессточная Убсу-Нурская впадина, выполненная кайнозойскими континентальными осадками молассовой формации. Она также заложена на разновозрастных и разнородных тектонических структурах. Наиболее прогнутая часть впадины, где мощность рыхлого чехла по геофизическим данным может достигать 900 м, прижата к её северному тектоническому борту и вытянута вдоль широтного отрезка р. Тес-Хем (Раковец, 1978).

Осадочное выполнение Убсу-Нурской котловины изучалось многими исследователями. Первое детальное описание разреза неогеновых и палеогеновых отложений в пределах предгорной ступени хр. Восточный Танну-Ола выполнено Л.Д. Шорыгиной (1960). К западу от р. Деспен в основании сильно дислоцированной толщи третичных отложений обнажается красноцветный обломочный горизонт, мощностью 120 м, представленный чередованием крупнообломочного материала с горизонтально слоистыми песчано-глинистыми осадками. Глины имеют яркие красно-бурые и кирпично-бурые цвета. Формирование обломочного горизонта, очевидно, связано с началом воздымания хр. Танну-Ола. Его возраст определялся как поздне-палеогеновый на основании того, что этот горизонт перекрыт озёрными миоцен-плиоценовыми осадками (Шорыгина, 1960). В Убсу-Нурской котловине в основании палеогена выделяются пестроцветные глинисто-песчаные озёрно-аллювиальные отложения, по данным споро-пыльцевого анализа отнесённые к эоцену; выше залегает сероцветная континентальная толща эоцена-олигоцена (Александровский и др., 2008). Вблизи разрывных нарушений палеогеновые отложения дислоцированы, залегая под углом 50–70° и выходясь по мере удаления от разрывов.

На палеогеновых отложениях с размывом залегают озёрные, озёрно-аллювиальные и пролювиальные отложения миоцена. В основании разреза миоцена залегает красноцветный горизонт, представленный озёрно-болотными и аллювиально-озёрными глинами, галечниками, суглинками, песками, гравийниками коричнево-бурого и жёлто-красного цвета, отнесённый к раннему–среднему миоцену (Александровский и др., 2008). Он перекрыт преимущественно озёрными осадками: глинами; мергелями; песками и писчим мелом с остатками млекопитающих, которые позволили датировать отложения верхним миоценом–нижним плиоценом (Геология СССР, 1966). К западу от р. Деспен (Козий и Заячий овраги) слои образуют сложную структуру с выходящим слоём вверх по разрезу. В разрезе р. Холу они обнаруживают моноклиальное падение в сторону хребта.

В отложениях Убсу-Нурской впадины найдены обломки костей рыб, черепах, рептилий, гиппарионов, серия моллюсков, характерных для озёр и рек с медленным течением в условиях субтропиков. Здесь же собрана и скорлупа яиц страусов, что свидетельствует о существовании субтропических условий саванн (Забелин и др., 2004). По палинологическим данным, равнины впадин были заняты маревополынными степями с участием разнотравья, а в окружающих горах произрастали сосново-берёзовые массивы с примесью тсуги, бука, дуба, вяза, ольхи (Александровский и др., 2008). Всё это свидетельствует о том, что в конце миоцена – начале плиоцена шло накопление субаэриальных пёстроокрашенных осадков озёрно-пролювиального генезиса в условиях тёплого и умеренно влажного климата.

У подножия хр. Танну-Ола, в долине р. Холу, на дислоцированные неогеновые отложения налегают почти горизонтальные розовые пески, крупнозернистые песчаники и конгломераты общей мощностью до 15 м, отнесённые Л.Д. Шорыгиной (1960) к эоплейстоценовой толще «бурых галечников». Они перекрываются нижнеплейстоценовым аллювием. «Бурые галечники» были изучены также вблизи устья р. Эрзин на поверхности второй террасы р. Тес-Хем, где представлены сильно выветрелыми галечниками мощностью более 26 м (Геология СССР, 1966). Мощные (около 26 м) эоплейстоценовые галечники высокой террасы, которая смыкается с поверхностью Самагалтайского перевала, также изучены у восточной оконечности хр. Танну-Ола в верховьях р. Шурмак (Геология СССР, 1966). Позже, на основе корреляции с осадками *бекенской* свиты Горного Алтая и свиты *туин гол* впадины Больших Озёр Монголии «бурые галечники» отнесены к позднему плиоцену – эоплейстоцену (Минина, Борисов, 1988). Они представлены в основном аллювиальными, аллювиально-пролювиальными, пролювиальными, реже делювиально-пролювиальными фациями и обычно приурочены к цоколям террас рек Тес-Хем, Нарын, Эрзин и их притоков. Отложения характеризуются буроцветной, рыжевато-жёлтой, охристо-жёлтой окраской и наличием в своём составе выветрелого обломочного материала.

История осадконакопления в Убсу-Нурской впадине свидетельствует о начале формирования хребта в эоцене, когда началось накопление красноцветного обломочного горизонта. Новое эрозионное расчленение района произошло в конце плиоцена – начале четвертичного периода. Наличие позднеплиоцен-эоплейстоценовых «бурых галечников» на высоко поднятом водоразделе свидетельствует о значительном росте хребта Танну-Ола в четвертичное время. Вероятно, к этому же времени приурочены перехваты рек и перераспределение речной сети в пределах хребта описанные И.И. Белостоцким (1958). Так, р. Куже перехватила своим верховьем р. Кульгу-Адыр, ранее левого притока р. Манчурек, а верховья р. Холу принадлежали прежде к системе р. Улуг-Сайлыг. В это же время на южном склоне растущего Танну-Ола были дислоцированы плиоценовые озёрно-аллювиальные осадки древнего Убсу-Нура.

Дислокации в неогеновых отложениях северного борта Убсу-Нурской депрессии, где на них надвинуты породы палеозоя, были описаны Н.С. Зайцевым (1947). Они протягиваются полосой на некотором удалении от подножия хребта, иногда подступая вплотную к выходам палеозоя. С этой полосой связано резкое погружение палеозойского цоколя Убсу-Нурской впадины. Степень дислоцированности убывает вверх по разрезу, от палеогеновых отложений, где углы падения достигают 70°, к четвертичным с углами падения до 20°.

На кайнозойские осадки Убсу-Нурской депрессии взброшены или надвинуты кембрийские вулканогенно-осадочные толщи, обнажённые на южном склоне Танну-Ола. Породы неоднократно претерпели интенсивные тектонические деформации в течение нескольких полномасштабных циклов тектогенеза и прорваны разновозрастными палеозойскими интрузиями.

Четвертичные тектонические деформации были изучены у южного подножия Западного Танну-Ола в районе пос. Торгалыг (Чернов, Зеленков, 1978; Вдовин, Зеленков, 1982). Расположенная здесь передовая линейная гряда Мугун-Цэхир-Ула испытала резкое новейшее поднятие, о чём свидетельствует глубокое врезание русла

р. Кадвой (Кадый) на сравнительно небольшом участке поднятия, тектоническое подпруживание ряда второстепенных притоков, поворот течения в обратную сторону и цепь форбергов с тектоническим бедлендом на северном склоне гряды. Гряда Мугун-Цэхир-Ула выступает среди пролювиальных осадков, отделяя Торгалыгскую впадину от Убсу-Нурской котловины. В результате роста гряды в позднечетвертичное время, долины рек, стекавших в оз. Убсу-Нур, во многих местах были подпружены. В них возникли внутренние дельты и конусы выноса. Только наиболее полноводные реки Кадвой, Торгалыг и Ирбитей смогли преодолеть интенсивно поднимающийся хребет, образовав в нём ущелья. Интенсивное поднятие привело к выводу на дневную поверхность неогеновых и раннечетвертичных отложений, наблюдаемых в долине р. Холу. В этом же районе, у подножия южного склона Западного Танну-Ола были выявлены предположительно сейсмогенные разрывы, пересекающие конус выноса рек Ораш и Чалама (Чернов, Зеленков, 1978).

Наблюдаемые в рассматриваемом районе структуры характерны для всего региона. Формирование структур сжатия (взбросо-надвигов и форбергов) на границе гор и впадин является яркой отличительной структурно-тектонической чертой современного орогенеза в Монголии и Алтае-Саянском нагорье. Эта черта, подробно описанная Н.А. Флоренсовым (1965) как гобийский «сценарий» горообразования, заключается в экспансии гор в сторону впадин за счёт надвигания на предгорные прогибы, смятия их окраин и втягивания в поднятие. Структурообразование в подобной обстановке было очень убедительно изучено в очаговой зоне Гоби-Алтайского землетрясения 1957 г. с $M=8,1$.

Вышеизложенное ставит новые вопросы, касающиеся сейсмической опасности. Первый из них о повторяемости и вероятности сильнейших землетрясений в Центрально-Азиатском подвижном поясе. Второй вопрос — о максимальной силе таких событий. Он напрямую связан с размерами сейсмогенерирующей структуры.

Полевые исследования проведены между Самагалтаем и р. Холу (рис. 1, 2). Здесь, вдоль подножия хребта прослежена извилистая система уступов. Плановая конфигурация системы уступов позволяет рассматривать их как результат молодых смещений надвигового типа.

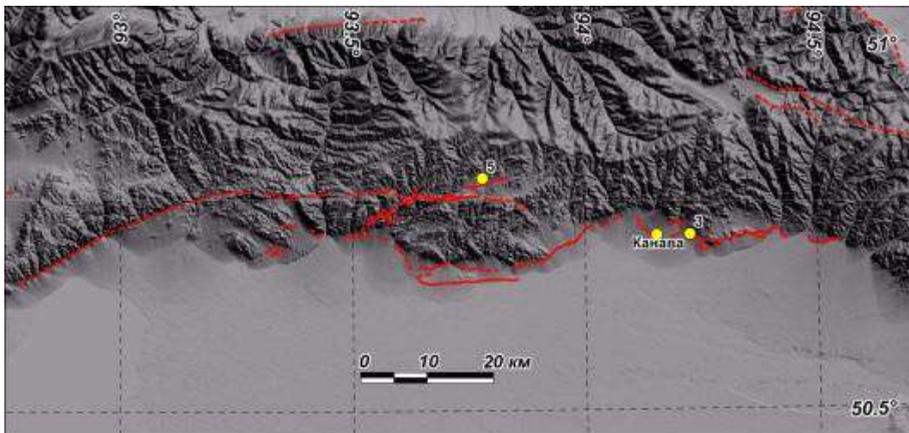


Рисунок 1. Обследованные (сплошные линии) и предполагаемые активные разрывы, древние сейсморазрывы южного подножия хр. Танну-Ола (точками обозначены пункты, описываемые в тексте)

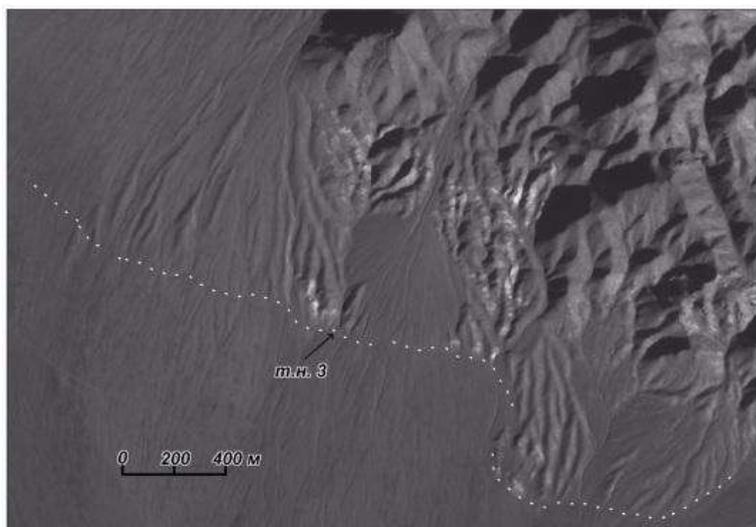


Рисунок 2. Космокарта уступа в районе т. н. 3

Длина прослеженного уступа в подножии южного склона Танну-Ола — около 90 км. В долине р. Улуг-Оруг в канаве (рис. 3, 4) вскрыт уступ высотой 5 м, секущий первую надпойменную террасу. В основании разреза пролювиальных отложений залегает толща пылеватых светло-серых песков с редкими валунами и щебнем. Она венчается пористым (многочисленные каналцы), пылеватым песком с песчаной палеопочвой (лесс). Современная почва буро-степная без гумусового горизонта. На верхней площадке современная почва развита на грубоокатанном, крупнообломочном пролювии с линзами дресвы (гравия). На нижней — на пылеватых песках (лессе). Пролювий в виде серии из четырёх чешуй подвинут на лёссовые горизонты с палеопочвами. Разновозрастные чешуи надвинуты на разновозрастные почвенные горизонты. В результате вблизи сместителя в приповерхностных горизонтах линзовидных песков наблюдается расщепление. Состав почв в вверх по разрезу постепенно приближается к современной.



Рисунок 3. Уступ, разрывающий террасы временного водотока в т. н. 3

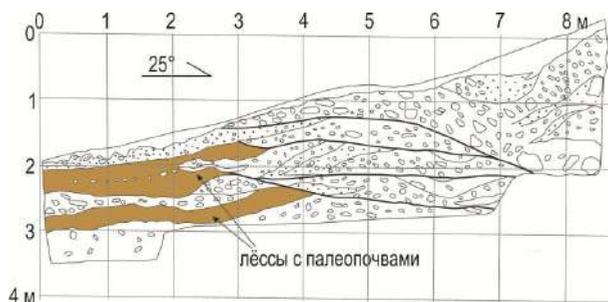


Рисунок 4. Зарисовка западной стенки канавы в долине р. Улуг-Оруг

Самая верхняя чешуя надвинута на лёгкий, пористый, песчаный почвенный горизонт. Величина горизонтального перекрытия почвенного горизонта 1,5–1,7 м. Нижние горизонты палеопочв перекрыты примерно с такой же амплитудой более древними надвиговыми чешуями.

Последняя подвижка привела к перекосу кургана который оказался слегка перекрыт наносами с уступа (рис. 5). На уступ попал лишь один курган из цепочки аналогичных курганов, вытянутой поперёк уступа.



Рисунок 5. Цепочка курганов (показаны стрелками) возле канавы вкост простирания сейсмостектонического уступа

Курганы, выявленные на р. Улуг-Оруг, вероятнее всего можно отнести к периоду скифской культуры и датировать VIII–VII вв. до н. э. На это указывают их расположение на возвышенном пологом участке вдоль берега р. Улуг-Оруг, типичная для этого времени форма курганной насыпи. В то же время, можно предположить более позднее время возникновения данных погребений, т. к. высоко сходство с курганами тюркского времени. Таким образом, возраст последней подвижки может быть ограничен нижней возрастной рамкой — от VIII–VII до VI–VII вв. н. э. Эта датировка — предварительная, пока не получены радиоуглеродные датировки погребённых палеопочв.

В заключение необходимо заметить, что обследованные в ходе работ памятники археологии, несмотря на возможность типологизации по хронологическим периодам

на основе внешних характеристик, необходимо детально изучать, в т. ч. путём археологических раскопок наиболее выразительных объектов, для окончательного определения хронологических этапов возникновения (сооружения) памятников. Проведение подобного рода работ, в т. ч. в аспекте аварийно-спасательных раскопок (т. к. памятники постепенно разрушаются), позволит не только получить новые сведения в части изучения исторического наследия народов Республики Тыва, но выявить характер и причины разрушительных процессов, воздействовавших на курганы в течение периода их существования.

ЛИТЕРАТУРА

- Александровский Ю.С., Алексеенко В.Д., Беляев Г.М., Блюман Б.А., Булычев А.В., Должковой Б.М., Кудрявцев В.Е., Кухаренко Е.А., Минаков А.Н., Минина Е.А., Мухин В.Н., Никитина Л.С., Попова Н.Н., Радюкевич Н.М., Сахибгареев Ю.З., Шор Г.М.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Лист М-46-Кызыл. – СПб.: Карг. фабрика ВСЕГЕИ, 2008. – 349 с.
- Белостоцкий И.И.* Очерки по истории рельефа Тувы // Материалы по региональной геологии. Геология и геоморфология складчатых областей Сибири: Тр. ВАГТ. Вып. - 4. – М.:Госгеолтехиздат. 1958. – С. 149–186.
- Вдовин В.В., Зеленков П.Я.* Сейсмогенные формы рельефа Тувы и Западного Саяна // Закономерности развития рельефа Северной Азии. – Новосибирск: Наука, 1982. – С. 99–106.
- Геология СССР.* Том XXIX. Тувинская АССР. Ч. I. – М.: Недра, 1966. – 459 с.
- Забелин В.И., Кудрявцев А.И., Попов В.А., Кудрявцев В.И.* Палеографическое и стратиграфическое значение находок скорлупы яиц страусов в Туве // Состояние и освоение природных ресурсов Тувы и сопредельных регионов Центральной Азии. Геоэкология природной среды и общества: Сб. науч. тр. / Отв. ред. докт. геол.-мин. наук В.И. Лебедев. – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2004. – С. 179–186.
- Зайцев Н.С.* О плиоценовых осадках и молодых движениях в хр. Танну-Ола // Докл. АН СССР. – 1947. – Т. 57. – № 9.
- Минина Е.А., Борисов Б.А.* Карта четвертичных отложений Тувинской АССР м-ба 1 : 500 000: Объясн. зап. – Л.: ВСЕГЕИ. 1988. – 120 с.
- Раковец О.А.* Неотектоника Тувы // Сейсмогеология восточной части Алтае-Саянской горной области: Сб. науч. тр. / Отв. ред.: чл.-кор. АН СССР В.П. Солоненко, докт. геол.-мин. наук В.А. Николаев – Новосибирск: Наука, 1978. – С. 48–58.
- Флоренсов Н.А.* К проблеме механизма горообразования во Внутренней Азии // Геотектоника. – 1965. – № 4. – С. 3–14.
- Чернов Г.А., Зеленков П.Я.* Сейсмогеология области Западно-Тувинских поднятий. // Сейсмогеология восточной части Алтае-Саянской горной области: Сб. науч. тр. / Отв. ред.:чл.-кор. АН СССР В.П. Солоненко, докт. геол.-мин. наук В.А. Николаев – Новосибирск: Наука, 1978. – С. 58–68.
- Шорыгина Л.Д.* Стратиграфия кайнозойских отложений Западной Тувы // Тр. ГИН РАН. Вып. 26. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – С. 165–203.