

## ОПОЛЗЕНЬ «АРКА-УЗУК»

М.С. Достовалова, Г.А. Шергина

ОАО «Геологическое предприятие «Алтай-Гео», Территориальный центр «Алтайгеомониторинг», с. Майма

Одной из наиболее ярких сейсмодислокаций гравитационного типа, проявившихся в результате Чуйского землетрясения в эпицентральной зоне, несомненно, является гигантский оползень, получивший в прессе название «Арка-Узук», что в переводе означает «сорванный лес». Оползень возник на склоне долины в правом борту р. Талтура в момент основного толчка 27 сентября 2003г. Его пространственное положение вполне вписывается в сценарий сейсмических событий Чуйского землетрясения и свидетельствует о важной роли в них разломных структур, контролирующих развитие региона в настоящее время.

Картирование оползня с элементами сдвиговой структуры показало, что оползень возник как сложный «шарнирный» сброс в точке сопряжения сдвига и северной ветви Чарышско-Теректинского разлома. Стенка срыва оползня приурочена к новообразованной сдвиговой структуре, фиксируемой на протяжении 15-20 км серией глубоких рвов, трещин, воронок проседания. Асимметричное строение оползня говорит о том, что на смещение оползневого тела оказало влияние сочетание нескольких составляющих сил. Положение в плане присклоновой западины, надоползневого и фронтального уступов говорит о том, что основное смещение оползневого склона произошло в северо-западном направлении ( $150^{\circ}$ - $330^{\circ}$ ), а не строго вниз по склону. Это направление фиксирует сброс по ветви Чарышско-Теректинского разлома, ориентированного по азимуту  $70^{\circ}$ - $250^{\circ}$ . В геоморфологическом отношении смещение выразилось образованием широкой присклоновой западины с протяженными глубокими рвами и серией рвов на бровке фронтального уступа. Помимо этого, растягивающие усилия фиксируются по трещинам и рвам, ориентированным по азимуту  $110^{\circ}$ ( $120^{\circ}$ )- $290^{\circ}$ ( $300^{\circ}$ ). Это направление обусловлено сбросово-сдвиговыми движениями новообразованной разломной структуры и в рельефе выражено образованием серии субпараллельных рвов растяжения на вздыбленной части структурных сегментов. В первом направлении амплитуда смещения составила 50-150 метров, во втором – не более 50 м.

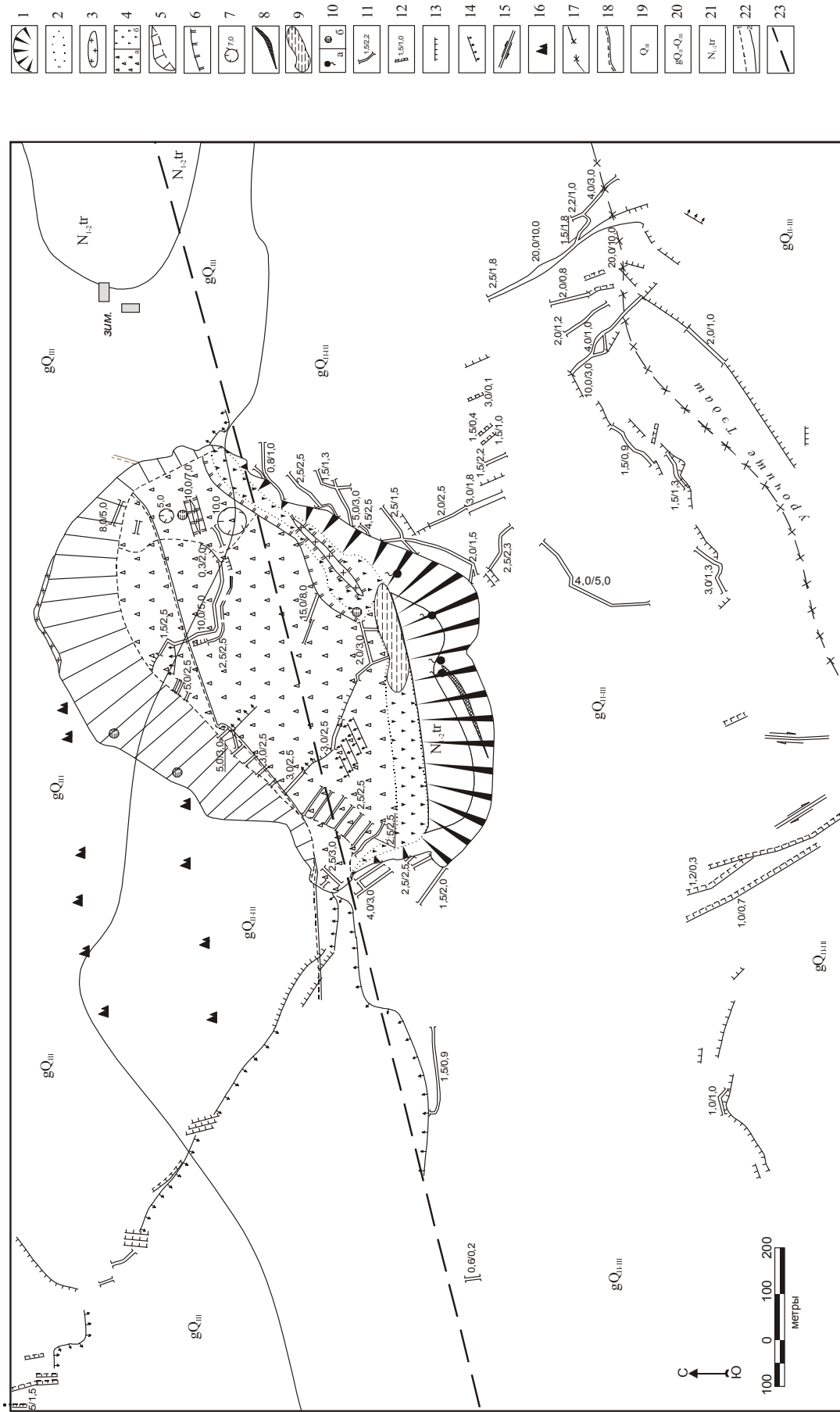
По своим параметрам оползень относится к катастрофическим объектам. Площадь оползня  $0,615 \text{ км}^2$ . Мощностность смещенных пород по приближенным оценкам составляет 20-50 м, за основу расчета объема оползневого массива принята средняя мощность 30 м. Объем перемещенных масс, учитывая среднюю глубину захвата пород 30 м, составляет 18,46 млн.  $\text{м}^3$ . По морфологии, как по комплексному признаку, это циркуобразный объект с ярко выраженным асимметричным дугообразным надоползневом уступом и овальным в плане оползевым телом.

Надоползневый уступ, точнее, его вершинная часть, приурочена к линии простираения новообразованной разломной структуры сдвигового типа. Боковые крылья, предположительно, параллельны линии Чарышско-Теректинского разлома.

Стенка срыва имеет вогнутый поперечный профиль, крутые, с вертикальными фрагментами наклоны поперечностей. В момент образования стенка отрыва оползня была практически вертикальной, но в течение года под воздействием гравитационных и эрозионных процессов значительно изменила свой облик. Нельзя сказать, что надоползневый уступ за прошедший период приобрел необходимую устойчивость склона с естественными углами откосов. До сих пор надоползневый уступ является активным элементом оползневого рельефа, в пределах которого с периодичностью 5-10 минут наблюдаются камнепады, обрушение нависающих козырьков, оползание значительных блоков пород, иногда вместе с отдельными листовницами.

В плане ниша отрыва имеет неправильную дугообразную форму диаметром около 700 м. Высота уступа в боковых крыльях 2-15 м, в вершинной части – 30-100 м. Практически весь уступ в настоящее время обнажен, в разрезе вскрываются отложения ледникового комплекса (валунно-галечниковые осадки с супесчаным заполнителем до 40-50 %) и осадки неогенового возраста (туерыкская свита). На глубине 6-10 м от дневной поверхности уступ бронируется протяженной линзой вечномерзлых грунтов, что препятствует, с одной стороны, выколаживанию уступа, а с другой стороны, дает начало высокодебитным родникам. Об этом свидетельствуют обширные грязевые озера, образовавшиеся в присклоновой западине в подошве уступа. Вдоль боковых крыльев надоползневого уступа развиты характерные для оползней оперяющие трещины и рвы растяжения, сопровождающие, как правило, сдвиговые движения оползневых масс. Ширина рвов колеблется от 1 до 5 м, глубина достигает 4,4 м. Данные структуры определяют наиболее напряженные участки склона, по которым возможно смещение блоков. В подошве надоползневого уступа за истекший период с момента образования оползня возникли широкие коллювиальные шлейфы валунно-галечного материала и пролювиальные конуса выноса в ложбинах метеогенного стока.

Присклоновая западина, расположенная в тыловом шве надоползневого уступа, представляет собой сочетание широких рвов и замкнутых понижений, развитых по основной линии отрыва. Ширина присклоновой западины колеблется от 10 до 100 метров, глубина рвов относительно структурных блоков оползня достигает 10-20 метров. В настоящее время рвы в присклоновой западине имеют промытые валунно-галечниковые днища шириной до 5-10 м. В замкнутых понижениях рельефа в тыловом шве вершинного уступа образовались грязевые озера. Источниками влаги послужили родники, приуроченные к линзам многолетнемерзлых пород, обнажающимся в стенке отрыва. Судя по мощности грязевых потоков и ручьям, стекающим в озера, дебит источников достаточно велик. По затопленным в озерах листовницам ориентировочная глубина озер может достигать 2-5 метров. Нередко следы грязевого



**Рис. 1. Геолого-геоморфологическая схема сейсмогенного оползня "Арка-Уз'ук"**

1-10 - морфоэлементы оползневой зоны: 1 - бровка надтопознгового уступа (стенки отрыва), 2 - приключенная западина, 3 - оползневые валы (бутры) скатия (выдавливания), 4а - структурные блоки оползня, 4б - аструктурная часть оползня, 5 - фронтальный уступ оползня, 6 - уступ в структурных блоках оползня, 7 - воронка проседания и глубина в метрах, 8 - линия многолетнемерзлых пород, 9 - грязевое озеро как результат выхода грунтовых вод в надпопознневом уступе и гаяния вечномерзлых грунтов, 10а - родники, 10б - выходы грунтовых вод в виде пятен и лужиц увлажнения, текущих илистых сулинков, 11-15 - разрывные деформации: 11 - ров (цифры: максимальное расстояние / максимальная глубина), 12 - зона проседания (цифры: максимальное расстояние / максимальная глубина), 13 - трещина растяжения (штрихи показывают направление смещения), 14 - трещина скатия (штрихи показывают направление смещения), 15 - трещина сдвига (штрихи показывают направление смещения); 16 - коренные выходы пород, 17 - водораздел рек Талгура и Чаган, 18 - полевая дорога, 19 - Верхнее звено. Озерно-ледниковые (г), флювиогляциальные (ф) отложения, 20 - Среднее-верхнее звено. Водно-ледниковые отложения, 21 - туеракская свита (глины известковистые, мергелистые с примесью гальки и гравия, с прослоями и линзами глинистых песков и мергелей; 22 - транщи; 1 - геоморфологических элементов оползня, 2 - геологические; 23 - предполагаемая линия Чарышско-Теректинского разлома.

течения и пятна текучепластичных супесей наблюдаются в днищах рвов и в подошвах внутренних уступов, что свидетельствует о наличии в теле оползня линз многолетнемерзлых пород и, возможно, родников.

В целом зона присклоновой западины по состоянию оползневых масс представляет собой аструктурную часть оползня, состоящую из оползневых глыб и блоков, потерявших структурный облик. По ширине присклоновой западины можно косвенно говорить об амплитуде смещения склоновых масс, на данном участке она составляет 50-100 м.

Структурная часть оползня представляет собой мегаблок склона, внутренняя структура которого изменилась слабо. Это наклонная, вздыбленная по фронту поверхность, сохранившая первичный холмисто-грядовый рельеф поверхности, но разбитая протяженными рвами растяжения на отдельные сегменты. Генеральное направление рвов и трещин растяжения  $110^{\circ}(120^{\circ})-290^{\circ}(300^{\circ})$ , оно совпадает с направлением сейсмогенерирующего разлома. Распространение рвов крайне неравномерно. Максимальное количество рвов наблюдается на вздыбленной части структурного блока близ фронтального уступа. Как правило, протяженность их не превышает 30-70 м, ширина 2-5 м, глубина 2-3 м. Отдельные рвы аналогичного направления секут весь блок, разбивая его на крупные сегменты. Их параметры значительно больше: ширина достигает 10 м, глубина – 5 м.

Структурные блоки испытали движения различной амплитуды, что обусловило сложное строение оползневого тела. Подавляющая часть структурного блока под воздействием сил выдавливания (выпирания) была приподнята, амплитуда составила 10-50 метров. Отдельные фрагменты оползневого тела испытали просадки. Фиксируемая амплитуда движений по трещинам и рвам растяжения составила 0,1-0,5 м, по трещинам сжатия – 0,1-0,3 м. В северо-восточной части оползневого тела выделяется приподнятый блок, интенсивно разбитый трещинами и рвами, значительная часть которого имеет аструктурный облик. В блоке наблюдаются глубокие и узкие рвы в сочетании с гребневидными уступами, воронки проседания диаметром до 25 м, блоки выдавливания. В борту рва зафиксировано большое пятно текучих суглинисто-супесчаных масс со следами вязкого течения, свидетельствующее о выходе грунтовых вод. В структурной части оползневого тела сохранились фрагменты полевой дороги, по расположению которой можно судить об амплитуде смещения оползневого тела. Дорога сечет оползень в северо-восточном направлении и теряется в боковых фронтальных уступах. На западном фланге оползня смещение дороги составляет 40 м, на восточном – 50 м. На границе структурной части оползня параллельно бровке фронтального уступа развита серия глубоких рвов растяжения шириной до 10 и более метров. Рвы фиксируют зону напряжений, возникшую при оползневых деформациях на валах выдавливания.

Фронтальный уступ, ограничивающий язык оползня имеет аструктурное глыбовое строение. Размеры глыб от 1 до нескольких метров в диаметре, основной состав глыб – отложения ледникового комплекса. Лишь в западной части фронтального уступа, в аструктурном вале выдавливания (языке) встречаются глыбы неогеновых пород, представленные суглинками желтых и голубых тонов с буро-коричневыми включениями погребенной почвы. Высота уступа во фронтальной части составляет 50-70 метров, в боковых частях колеблется от 5 до 30 метров. В момент образования фронтальный уступ оползня представлял собой вал выдавливания с крутыми, фрагментарно вертикальными откосами, в котором наблюдались нависшие огромные глыбы структурного и аструктурного типов. За истекший период углы наклонов во фронтальном уступе значительно уменьшились и на большей части достигли углов естественных откосов. При этом вдоль подошвы языка образовался широкий шлейф скатившихся глыб. Размеры глыб колеблются от 1 до 3-4 м в диаметре, большинство из них представлено эрратическим материалом морены, либо супесчано-гравийно-галечными осадками ледникового комплекса. Дальность отлета для отдельных глыб составила 10-40 м.

В западной части фронтального уступа на высоте 5-10 м от подошвы зафиксировано два рассредоточенных выхода грунтовых вод, образующих пятна влажных грунтов диаметром 5-10 метров. Возможно, эти пятна связаны с линзами многолетнемерзлых пород, выдавленных на дневную поверхность.

Язык оползня на западном фланге перекрывает склон с эрозионно-денудационными останцами коренных пород, на восточном фланге – аккумулятивный склон ледникового генезиса, по фронту – озерно-аллювиальную террасу. Ориентировочная амплитуда смещения оползневого языка во фронтальной части 100-150 метров. За истекший период в 2-15 метрах от фронтального окончания языка оползня параллельно ему сформирована серия мелких валиков выдавливания, фиксирующая экзогенные деформации поверхности в результате давления оползневого массива. Высота валиков 0,3-1 м, длина зоны 200 м. Поверхность между валиками и подошвой фронтального уступа разбита трещинами сжатия. Эта зона весьма показательна, поскольку фиксирует экзогенное направление движений оползневого массива, ориентированное строго по склону и возникшее как результат гравитационного давления сползшей массы. Это направление не совпадает с первоначальными сдвиговыми усилиями оползня, обусловленными сейсмическими ударами.

В настоящее время оползень «Арка-Узук» представляет собой движущийся объект, развивающийся как трансгрессивно, так и регрессивно. Наиболее интенсивно оползень развивается регрессивно, вверх по склону, в зоне надоползневого уступа. Процессу разрушения уступа способствуют вертикальные откосы, линзы многолетнемерзлых пород в уступе и высокодебитные родники, приуроченные к ним. Фронтальный уступ оползня, состоящий из дезинтегрированных пород, фиксирует трансгрессивное развитие оползня. Он практически размывает метеогенными водами и приобрел наклоны, близкие к углам естественных откосов. Важную роль в активности оползня играет гидрогеологический фактор. В оползневом массиве зафиксированы родники в надоползневом уступе, грязевые озера в замкнутых понижениях присклоновой западины, пятна увлажненных пород и оплывины во фронтальном

уступе, участки обводненных пород в днищах и бортах рвов в структурном теле оползня. Все эти факты свидетельствуют о том, что оползневый массив получает дополнительное увлажнение пород и, следовательно, суглинистые и супесчаные разности приобретают в местах увлажнения пластичные свойства.

В связи с афтершоковым процессом, сопровождающим Чуйское землетрясение до сих пор, оползень представляет интерес для изучения как активная форма рельефа, не достигшая динамического равновесия.

## ГАЗОНОСНОСТЬ БАССЕЙНА ТЕЛЕЦКОГО ОЗЕРА

А.М. Малолетко

Томский государственный университет, г. Томск

Заявки на алтайскую нефть в геологическую службу имеет столетнюю историю [3]. Последний раз нефтеносность прителецкого района проверялась в 1929 г., когда было категорически, и не без основания, заявлено, что здесь «никаких признаков нефтеносности нет» [2, с. 85].

В 1973 г. Телецкий географический отряд Томского университета проводил исследования источников «Саратки» и «Чулышманский аржан», пользующихся у местных жителей славой целебных. Большой неожиданностью было обнаружение воднорастворённых углеводородных газов (табл. 1)

1. Состав и содержание растворённых газов в подземных водах (объёмные процент), 1973 г.

№ проб	CH <sub>4</sub> метан	CO <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> этан	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> пропан	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> бутан	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> S+ редкие	H <sub>2</sub>
1	0,202	1,470	0,152	0,202	0,114	8,636	88,661	0,563
2	0,332	2,350	0,049	0,034	н/обн	16,454	80,112	0,669
3	0,091	0,342	0,070	0,036	н/обн	18,227	80,665	0,569

Примечание. Пробы: 1 – «Чулышманский аржан»; 2 – «Саратки Нижние»; 3 – «Саратки Верхние». Аналитик Л.М. Зинина (Томский политехнический университет).

Источник «Саратки Нижние» находится в долине р. Саратки на восточном склоне впадины Телецкого озера (115 м над озером). Источник с дебитом 0,25 л/с вытекает из сильно дробленных метаморфических сланцев протерозоя. Воды гидрокарбонатные кальциево-магниевые. В небольшом количестве присутствуют сульфат- и хлор-ионы, а также ион натрия. Минерализация вод изменяется от 290 до 430 мг/л. Источник «Верхние Саратки» находится на высоте 200 м также в долине р. Саратки. Его геологическая позиция и химический состав вод такие же, как и у источника Нижние Саратки.

Источник «Чулышманский аржан» находится у подножия правого склона приустьевой части долины Чулышман, в 1 км ниже кордона Атушта. Представляет собой разрозненные выходы с общим дебитом до 1 л/с. Воды гидрокарбонатные с заметным участием хлор-иона; постоянно, но в небольшом количестве присутствует сульфат-

ион. По катионному составу воды смешанные с преобладанием кальций-иона. Как и у источников по р. Саратки, температура вод Чулышманского аржана в летнее время составляет 8–9 °С.

В 1974 г. было проведено повторное контрольное опробование источников по р. Саратки, а также опробование других выходов подземных вод и вод Телецкого озера в его наиболее глубокой части – против устья р. Корбу. Результаты анализа растворённых газов подтвердили присутствие тяжёлых углеводородов в водах источника «Саратки Нижние», а также насыщенность ими воды ряда других источников на побережье озера и нижних горизонтов озёрных вод (рис. 1).

Повторным опробованием источников по р. Саратки установлено некоторое изменение в содержании ра-

2. Результаты анализа растворённых газов в подземных и поверхностных водах (1974 г.)

№ проб	Содержание в объёмных процентах						
	CH <sub>4</sub> метан	CO <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> этан	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> пропан	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> бутан	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> S+ редкие
1	0,465	н/обн.	н/обн.	н/обн.	н/обн.	28,583	70,952
2	н/обн.	1,668	н/обн.	н/обн.	н/обн.	24,902	73,425
3	н/обн.	1,907	н/обн.	н/обн.	н/обн.	21,031	77,062
4	0,211	2,325	0,070	0,073	0,107	22,043	75,171
5	0,211	1,940	0,050	0,052	0,015	28,850	68,882
6	0,247	1,024	н/обн.	0,024	н/обн.	28,181	70,524
7	0,582	1,478	0,076	0,059	0,058	24,281	73,466
8	н/обн.	1,450	н/обн.	н/обн.	н/обн.	28,246	70,304
9	н/обн.	1,701	н/обн.	н/обн.	н/обн.	26,342	71,357
10	0,523	1,325	0,673	0,249	0,122	22,276	74,834

Примечания. 1-5 - места отбора проб на вертикали «Корбу», глубина, м: 1 – 0,5, 2 – 50, 3 – 150, 4 – 250, 5 – 320 м; источники: 6 – «Корбу» около водопада, 7 – «Нижние Саратки», 8 – «Верхние Саратки», 9 – «Чири Верхний», 10 – «Директорский» в пос. Яйлю. Изобутан, изопентан, нормальный пентан и водород не обнаружены. Анализы выполнены в лаборатории Томского политехнического университета (аналитик Л.М. Зинина).