

К ИСТОРИИ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ОПОЛЗНЕЙ ГОРОДА БАРНАУЛА

В.М. Рычков

Горно-Алтайское отделение Российского геологического общества, г. Горно-Алтайск

Речь пойдет о работах Бийско-Барнаульской партии Алтайской геофизической экспедиции в конце 1980-х – начале 1990-х годов. Именно тогда началось широкое применение геофизики для решения оползневых задач.

Коротко к истории вопроса. Город Барнаул исторически возник на высоком левом берегу реки Оби при впадении в неё реки Барнаулки. До начала восемнадцатого века это была небольшая деревня на пересечении торговых путей с Алтая, Китая и Средней Азии в Сибирь. Но в 1740-х годах началось освоение богатств Рудного Алтая. И была заложена серия медеплавильных заводов – Змеиногорский, Кольванский, Локтевский, а на водной артерии, реке Оби, по которой вывозились металлы в центральную Россию, – Павловский, Барнаульский, Шульбинский и другие заводы. Барнаул стал центром уезда и начал расти. И сразу столкнулся с оползнями берега Оби. Высокий левый берег интенсивно размывался рекой. Но тогда это мало кого беспокоило. При приближении реки люди разбирали свои деревянные хаты и переносили их подальше от берегового обрыва. Насколько же интенсивно шел размыв? Реперной геодезической сети тогда не было. Из заметных каменных зданий в Барнауле имелся только медеплавильный завод. Он располагался в русле реки Барнаулки. Там был пруд, и вода приводила в действие заводские механизмы. Почему мы останавливаемся на заводе? А потому, что завод сохранился до настоящего времени! В послевоенное время в здании завода обосновалась спичечная фабрика. В 1980-х годах от фабрики до устья Барнаулки расстояние примерно один километр. А в середине восемнадцатого века, как явствует из архивного описания фабрики, от неё до Оби было четыре (!) версты. То есть пять с лишним километров. Итого, река продвинулась на город на 4,5 км за 240 лет. То есть 20-25 м/год. А это уже угроза. Тем более, что с 1930-х годов город интенсивно застраивался именно в береговой полосе. Там (с северной стороны) возникла обширная промзона. Строилось жильё. Правда, в основном частное одноэтажное. Эпизодически за оползнями наблюдали геологи из ТПИ (Томск). В качестве меры борьбы – ограничение строительства вблизи берегового обрыва. Но противостоять самострою было трудно. Предпринимались меры и по отведению реки подальше от обрыва. Это, прежде всего, коснулось порта. Протока, близкая к берегу, была перекрыта. К тому же, при строительстве железнодорожного моста на ТуркСибке были террасированы ближние к нему берега. А потом война. Не до того. Спихватились в 1950-е годы, когда до центра Барнаула от берегового обрыва осталось 2-3 км. И государство взяло на себя предоставление жилья, утраченного в результате наступления реки. Была создана оползневая станция, которая вела наблюдение за оползнями. Она же оповещала об угрозах сползания и необходимости отселения жителей из опасных зон. Но поскольку это вопросы инженерной геологии и гидрогеологии, то ее (станцию) в 1970-х годах передали в ведение Алтайской гидрогеологической экспедиции ЗСГУ. Но руководство города было крайне заинтересовано. И получилось двойное подчинение. Начальника станции чуть ли не каждый день «дергали» на прием к «мэру» и спрашивали – почему не досмотрели? Почему тот или иной дом сполз с обрыва и исчез в небытие? А если еще и люди погибли?

Начальником оползневой станции в те годы (1970-1995) был Бородавко Валерий Григорьевич. Он сумел найти и положительные стороны в двойном подчинении. Во первых, станции было предоставлено довольно большое здание в центре Барнаула. Во-вторых, регулярно выделялись квартиры сотрудникам. Насколько я помню – более десяти за названные выше годы. Это при штате в 6-7 человек! В том числе получил квартиру и сотрудник станции в тот период – геолог Родионов Александр, уже тогда писатель и автор известных книг «Кольвань камнерезная» (1986) и «Красная книга ремесел» (1990). На оползневой станции,

Рис. 1. Схема г. Барнаула.

Желтой линией вдоль левого берега Оби и правого берега Барнаулки показаны оползнеопасные зоны.

где мы (геофизики) квартировали во время эпизодических работ на оползнях в 1988-1992 годах, я и познакомился с Александром Родионовым. К тому же, через руководство Барнаула станция имела возможность привлекать к работам на оползнях фактически любую организацию из любого города СССР! Таким способом Валерий Григорьевич привлек в 1988 году и нас, геофизиков, то есть Бийско-Барнаульскую партию АГЭ, а позднее (в 1989 году), по моей рекомендации, сотрудника ВСЕГИНГЕО геофизика гравиметриста к.г.-м.н Матвеева В.С., а в 1991-м – сотрудника Симферопольского НИИ Курортного строительства д.г.-м.н. профессора Соломатина В.И. – специалиста по оползням Крыма.

Кратко об оползневой ситуации на 1988 год. Под наблюдением Оползневого отряда АГЭ находилось около 25 километров берегового обрыва (рис.1) шириной 100-200 м. Из них 20 км – левый берег Оби и 5 км – правый берег реки Барнаулки. Результаты как прямых наблюдений, так и геодезических и геофизических отражались в ежегодных отчетах Оползневого отряда (Оползневой станции). Некоторые, с участием геофизиков АГЭ, приведены в списке литературы. Ежегодно фиксировалось до ста эпизодов, в результате которых уничтожалось или повреждалось до двухсот домов. Предоставление такого количества квартир для пострадавших было проблемой для администрации города. Поэтому встал вопрос о прогнозировании оползней, чтобы заранее отселить людей из опасных зон. Собственно, так и практиковалось, когда возникали видимые трещины или начинались подвижки грунта. Но фактически катастрофические ситуации возникали неожиданно. Провоцировали их весенние паводки на Оби, бурное таяние снегов, обильные дожди. Даже просто оттепели, бури и ветры, дневная жара и ночное понижение температуры. Обычно ночью и случались катастрофические подвижки. Что иногда, к счастью не часто, приводило и к жертвам.

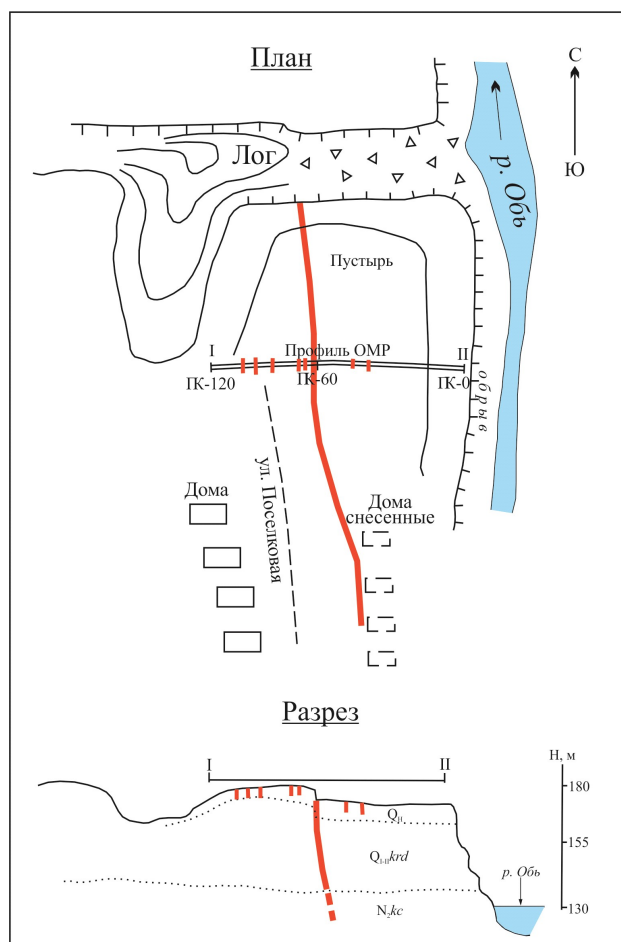
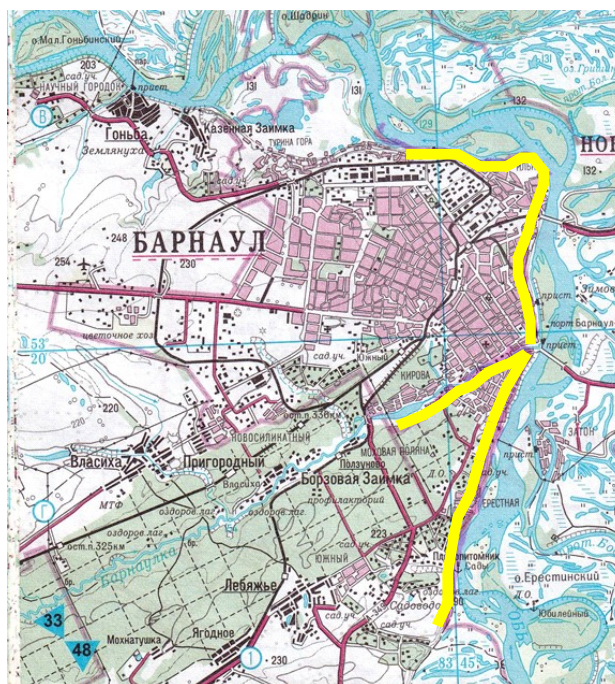


Рис. 2. Схема оползневой ситуации на участке «Пустырь на улице Поселковской» в 1988 году.

Красной линией показана «зияющая» трещина, по которой восточный блок берегового обрыва сместился на 2 м вниз. По профилю I-II нами были выполнены ОМР по выявлению наиболее эффективных методов фиксации оползневых трещин.

Замедляло отселение и то, что люди намеренно ждали оползня. В этом случае был резервный фонд и жилье предоставлялось немедленно. Заранее вывозилось имущество, а постоянно жил лишь один из родственников. В общем, страсти кипели!

Что же представляют из себя оползни Барнаула? Это не классическое сползание тела оползня по плоскости скольжения. Скорее, это обвалы берегового обрыва.

На рис. 2 показана схема оползневой ситуации на пустыре по ул. Поселковой.

Постановка задачи.

Начинали мы работу в 1988 году с выявления наиболее подходящих методов фиксации скрытых оползневых трещин. Заметим, что «видимые» и так были видны. Но таких было мало. Наиболее представительная была расположена на пустыре по ул. Поселковой (рис. 2).

Геологическое строение участка простое. Высота берегового обрыва – 50 м (рис. 2). У уреза воды (130 м) обнажаются глины кочковской свиты верхнего неогена. Глины плотные, жирные, массивные, монолитные. Мощность их более 50 м. На всем Приобском плато это региональный водоупор. И в то же время – зеркало скольжения большинства оползней Барнаула. Электросопротивления его низкие – 10-15 ом. Видимая мощность – около 5 м. Водами р. Оби размывается с трудом. А вот выше кочковских глин залегает горизонт краснодубровских ниже-среднечетвертичных субаэральных суглинков. Мощность его от 5-10 до 40-50 м. Именно они слагают оползневые тела. И легко размываются водой. Весной, как только уровень реки поднимается выше кочковских глин, краснодубровские суглинки начинают интенсивно размываться, и оползневая опасность возрастает в разы! Электросопротивления суглинков – около 20-50 ом. Наконец, венчают разрез современные эоловые современные суглинки и глины мощностью 3-5 м, а долине Барнаулки – песчано-галечные современные аллювиальные отложения, также маломощные – до 3-5 м.

Перейдем к геофизике. В начальный период были опробованы несколько методов.

Во-первых, выяснилось, что при попытке применить тот или иной геофизический метод мы столкнулись с высоким уровнем помех. Это обусловлено городской средой. Прежде всего, это блуждающие токи промышленной частоты. Второе – высокочастотные помехи от радио и телевидения. Третье – помехи от трамвайных, троллейбусных сетей. Четвертое – импульсные помехи иного характера: от сварки, помехи от медицинской аппаратуры, вплоть до рентгеновского спектра, и прочие. К последним отнесем теллурические токи и иные естественные токи Земли. А также поверхностное загрязнение бытовыми и техническими отходами – обломками металла, кирпича, бетона и мусора, разливами нефтепродуктов, кучами гербицидов и удобрений.

Итак, пустырь на ул. Поселковой. Профиль 1. Опробуем методы сопротивлений, магнитную съемку, гравиметрические измерения, измерения температуры. Не вдаваясь в подробности, основные результаты сводятся к следующему.

1. Методы сопротивлений.

ВЭЗ, СЭП, КЭП. Разносы АВ/2 – до 20 м, учащенные, шаг по профилю 2-5 м. Обязательно применение двух (или более) линий MN. Оползневые трещины фиксируются широкими «воротами» при измерениях на разных линиях MN. От 10-20 до 30-50 %. И это хорошо работает при невысоком уровне помех. По крайней мере, на пустыре Поселковом результаты были хорошие. Помимо «видимой» трещины выявлены еще несколько трещин (рис.2). На них мы ориентировались при истолковании результатов других методов. А впоследствии (в 1991 году) применили ВЭЗ и СЭП для выявления и прослеживания оползневых трещин на участке «Усть-Чарышская пристань». Недостатки – сравнительная дороговизна, так как требуется бригада из 4-5 человек, и не применимость зимой, так как нужно заземлять электроды. Изучая сопротивление по разрезу и по профилю можно судить и о степени увлажнения того или иного блока оползня, а по динамике нарастания влажности – о степени опасности сползания.

2. Магнитная съемка.

Измерялось T_{abc} магнитометром ММП-203. Над известной трещиной получена хоро-

шая положительная аномалия. Но последующие повторы (через 1 день, 1 месяц, 1 год) показали нестабильность результатов. Вплоть до смены знака аномалии над известной трещиной. К тому же, другие трещины, выявленные методами сопротивлений, не все подтверждаются магнитной съемкой. И наоборот, выявляется много других аномалий. Были сделаны и измерения магнитного поля на разных высотах: на уровне 0,5 м от земли и на высоте 2,5 м. Результаты отрицательные. Причина – помехи от загрязнения местности металлическим хламом. Поэтому магнитная съемка не нашла применения.

3. Термометрия.

Производилась высокоточным термистором с точностью отсчета в 0,01 градус. В «бурках» глубиной 0,7 м и в два приема – сразу после сооружения «бурки» и после «отстоя» в 3 часа. Положительные результаты получены только в первом случае. Над известной трещиной – знакопеременная аномалия температуры: от +5 до -5 градусов (на фоне +15 градусов в конце августа 1988 года). По профилю – нестабильные результаты. Некоторые трещины (по ВЭЗ и СЭП) подтверждаются минимумами температуры, другие нет. К тому же это трудоемкое дело из-за необходимости сооружения «бурок», особенно зимой. А поверхностные измерения вообще хаотичны. Вдобавок – несопоставимость результатов измерений в разные периоды года. Термометрия применения не нашла.

4. Измерение скоростей распространения упругих волн.

Опробован вариант фиксации скоростей продольных волн на базе 10 м и 20 м. Фактически – прямой волны. Для возбуждения колебаний использовались удары кувалдой. Фиксация волны – сейсмостанцией СПЦ-3. Отмечен высокий уровень помех. Скорость прямой волны на базе 10 м – 25-27 мс, на базе 20 м – в среднем 55 мс. Значительная аномалия наблюдалась только над известной трещиной на базе 20 м. От 20 до 60 мс. На остальной части профиля – хаотичное, невоспроизводимое при повторе изменение скорости, как уже было сказано выше, в пределах 22-27 мс для базы 10 м и 55 мс для базы 20 м. Вывод. Для выявления скрытых трещин метод непригоден из-за помех. Хотя теоретически возможно решить не только эту задачу, но ранжировать оползневые блоки по степени опасности.

5. Гравиметрическая съемка.

Предпосылки: всякие неоднородности по профилю и по разрезу (трещины, они же разломы; изменения плотности оползневых блоков из-за разной влажности) отражаются изменением поля силы тяжести. Все дело в величине этих изменений и способности имеющейся аппаратуры зафиксировать их.

Для решения задачи были применены высокоточные гравиметры серии ГАК. Такой оказался только в одном экземпляре во всем ЗСГУ (в ЦГЭ). По просьбе АГЭ, с ним из Новокузнецка специально был командирован опытный оператор. Он прибыл в Барнаул в октябре 1989 года. Тогда же прибыл из ВСЕГИНГЕО и геофизик-гравиметрист, специалист по оползням – к.г.-м.н. Матвеев В.С. Совместными усилиями они произвели фиксацию изменения поля дельта-ж. по профилю 1, а также еще по пяти профилям на пустыре Поселковом.

В результате выяснилось, что над известной трещиной, а также над ее продолжением на юг (где она уже не видна с поверхности), фиксируется знакопеременная аномалия дельта-ж интенсивностью в 0,2-0,01 мгл. Что немного, но стабильно. А по профилю 1 такие же аномалии фиксируются и в тех местах, что и по методам сопротивлений. К тому же над разными блоками оползня (к западу от известной трещины и к востоку) уровень поля отличается. К западу он ниже, к востоку – выше, но на высоком уровне помех. Вывод: гравиметрия применима для изучения оползней Барнаула при условии применения высокоточных приборов. Этот вывод мы с Валерием Григорьевичем Бородавко довели, при личной встрече в 1990-м году, до мэра города Барнаула Баварина. Мэр выразил интерес к результатам опытных работ по гравиметрии и даже готовность мэрии приобрести такие приборы, даже за валюту. Но жизнь внесла свои коррективы. Пока шло согласование вопроса в АГЭ, в ПГО «Запсибгеология» и в Мингео, СССР в 1991 году рухнул, а мэр Баварин погиб в авткатастрофе. Да и интерес к изучению оползней Барнаула заглох, так как государство сложилось с

себя обязанность заботиться о пострадавших. Так что гравиметрия пока не нашла применения при изучении оползней.

6. Метод изучения естественных импульсных электромагнитных полей Земли (ЕИЭМПЗ). Естественные поля Земли изучаются геофизикой давно – с 1910-х годов. Разработан ряд модификаций: ЕП, ТТ, МТЗ, ЗСБЗ, ЕИЭМПЗ. Первый метод используется для поисков рудных месторождений, второй, третий и четвертый – при поисках нефти. А вот метод ЕИЭМПЗ специально разработан в 1980-е годы для инженерных изысканий. Среди разработчиков метода – Леонид Акивович Защинский, доцент ТПИ в 1960-е годы, кстати, руководитель моего дипломного проекта в 1965 году, который я защитил на «отлично». В 1980-х он работал в Томском ТИСИЗе и приложил руку к теории метода и разработке прибора для ЕИЭМПЗ. В 1991 году прототип этого прибора (серийного производства не было) попал к нам в ББП через д.г.-м.н Саломатина В.С. – зав. лаборатории изучения оползней Крыма в НИИ Курортного строительства в г. Симферополе. Суть метода в том, что любые напряжения в массиве пород вызывают импульсные естественные токи, которые можно фиксировать специальным прибором. Применительно к оползням – аномалии ЕИЭМПЗ возникают над трещинами (локальные), а над оползневыми блоками – площадные. По интенсивности можно судить о степени опасности активизации оползневого процесса. В 1991 году нам с В.С. Саломатиным (а он приехал с прибором в октябре 1991 года) удалось сделать только опытные работы на «Пустыре Поселковом». Подтвердилось, что известная трещина и трещины, выявленные по методам сопротивлений, совпадают. А также то, что над восточным блоком импульсное поле выше, чем над западным. То есть он более опасен. Величины аномалий составляли 50-100 имп. /с. на фоне 20-30.

К сожалению, в декабре 1991 года произошла глобальная трагедия, СССР не стало, и контакты с Украиной прекратились.

В 1992 году удалось, тоже осенью, в ноябре-декабре, сделать работы по ЕИЭМПЗ на 20 оползневых участках Барнаула. Соответственно, были построены детальные планы распространения оползневых трещин и выделены разные, по степени опасности, блоки. По результатам метод ЕИЭМПЗ сравним с методами сопротивлений, но предпочтительнее по затратам. Работы можно производить вдвоем (с одновременной разбивкой сети) или одному человеку по предварительно разбитой топографической сети. К тому же – в любое время года.

Резюме. Известная оползневая трещина с амплитудой смещения около 2 м фиксируется всеми методами. Это обнадеживает. Как восточнее ее, так и западнее выявляются другие аномалии, предположительно связанные со скрытыми трещинами. И вот здесь выявляются противоречия. Повторные измерения (через 1 день, 1 месяц, 1 год) дают, по большинству методов, нестабильные результаты. Применение нашли лишь методы сопротивлений и ЕИЭМПЗ. Результаты изложены в приведенных в списке литературы отчетах, в том числе в отчете по ОМР за 1992 год (Рычков, Власова, Рычкова, 1992).

К сожалению, дальнейшие геофизические работы по изучению оползней Барнаула не нашли продолжения. Бийско-Барнаульская партия АГЭ была ликвидирована в 1993 году, а в 1995 – и оползневая станция.

В списке литературы приведены варианты попыток организовать какие-то работы по геологическому и геофизическому мониторингу оползней или иных экзогенных процессов (подтоплений, засоления грунтов и т.д.), но реально, до сих пор, ничего не делается. Существуют, правда, какие-то региональные программы, но без геофизики и прогнозирования. Только констатация некоторых фактов.

Литература

Бородавко В.Г., Рычков В.М. и др. Результаты стационарных наблюдений за геодинамическими процессами левого берега реки Оби и правого берега реки Барнаулки в г. Барнауле (Отчет Оползневого отряда по работам за 1988-89 годы). ВГФ, ТГФ, АГГЭ, БГ, ВСЕГИНГЕО. Повалиха, 1990. (в 3 кн.). Кн. 1. 220 с.

Бородавко В.Г., Рычков В.М., Матвеев В.С. и др. Результаты стационарных наблюдений за геодинамическими процессами левого берега реки Оби и правого берега реки Барнаулки в районе г. Барнаула (Отчет оползневой бригады по работам за 1990 г). ВГФ, ТГФ, АГГЭ, БГ, ВСЕГИНГЕО. Барнаул, 1991. (в 3 кн.) Кн. 1. 205 с.

Рычков В.М. Результаты геофизических работ по исследованию геодинамических процессов левого берега реки Оби в с. Усть-Чарышская пристань (договорные работы ББП с АГГЭ за 1991 год). АГГЭ, АГЭ, РГФ. Майма. 1991. (2 л. Гр.). 15 с.

Бородавко В.Г., Рычков В.М., Власова Г.А., Соломатин В.Н. Результаты стационарных наблюдений за геодинамическими процессами левого берега реки Оби и правого берега реки Барнаулки в районе г. Барнаула (Отчет оползневой бригады по работам за 1991 год). ВГФ, ТГФ, АГГЭ, БГ, ВСЕГИНГЕО. Барнаул. 1992. (в 3 кн.) Кн. 1. 195 с.

Рычков В.М., Власова Г.А., Рычкова С.И. Результаты опытно-методических работ и переинтерпретации геофизических материалов по Степному Алтаю (Отчет Бийско-Барнаульской партии за 1987-1990 годы. ВГФ, ТГФ, АГГЭ, АГЭ. Майма. 1992. (в 5 кн.). Кн. 1. 299 с.

Бородавко В.Г., Рычков В.М. и др. Результаты стационарных наблюдений за геодинамическими процессами левого берега р. Оби и правого берега р. Барнаулки в районе г. Барнаула (Отчет Оползневой станции за 1992 год). ВГФ, ТГФ, БГ, ВСЕГИНГЕО. Барнаул, 1993. (в 3 кн.). Кн.1. 205 с.

Бородавко В.Г., Рычков В.М. Мониторинг экзогенных геологических процессов (к программе работ Южсибгеолкома на 1995 – 2000 г.г. и далее. Алтайский край). АГСК, АГГЭ, ГП «АлтайГЕО», РГФ. Новокузнецк, 1995. 21 с.

Рычков В.М., Робертус ЮВ. и др. Программа работ по организации и ведению территориального и локального мониторинга экзогенных геологических процессов в Республике Алтай на 1996-98 г.г. ВГФ, КПР-А, ГП «АлтайГЕО», РГФ. (3 л.г.). Майма, 1995. 25 с.

Рычков В.М. Методика изучения подтопляемых территорий вдоль каналов на орошаемых участках в Алтайском крае (по заявке «Института Мониторинга земель» в г. Барнауле). ИМЗ-Б, ГП «АлтайГЕО», РГФ. Майма, 1995. 10 с.

Васильева Ф.Г., Достовалова М.С., Рычков В.М. Программа работ по ведению государственного мониторинга геологической среды на территории Республики Алтай на 1998-99 г.г. МПР, ТГФ-РА, КПР-РА, ГП «Алтай-ГЕО». Майма, 1998. (в 2 кн.). Кн. 1. 160 с.