

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАКТИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРОВ РУСЛОВЫХ ОПОР ОБСКОГО МОСТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

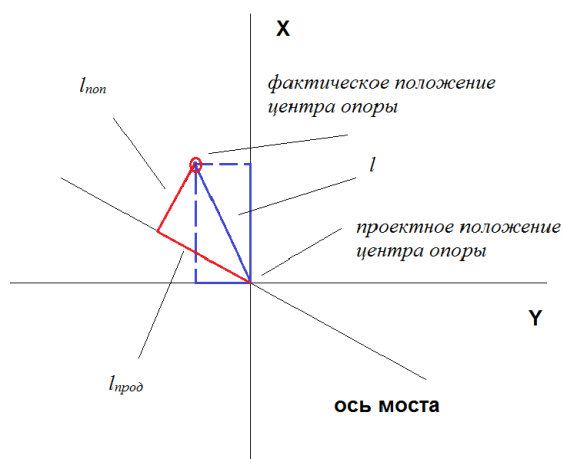


Рисунок 8 – Продольное и поперечное смещения центра опоры

Практическое применение описанный выше способ определения фактического положения центров русловых опор Обского моста по результатам геодезических измерений нашел при выполнении сотрудниками кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия» АлтГТУ им. И.И. Ползунова работ по государственному контракту с КГУ «Алтайавтодор» ГК №8-11

«Реализация программы геодезического мониторинга Обского моста» летом и осенью 2011 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по разбивочным работам при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте автомобильных дорог и искусственных сооружений (ВСН 5-81) / Минавтодор РСФСР. - М.: Транспорт, 1983. - 104 с.
2. Паспорт Обского моста. НИДЦ СГУПС. 2000 г. – фондовые материалы.
3. Азаров Б.Ф. Современные методы геодезических наблюдений за деформациями инженерных сооружений // Ползуновский вестник: Изд-во АлтГТУ, - 2011. - № 1. - С. 19-29.
4. Применение геодезических засечек, их обобщенные схемы и способы машинного решения / Баран П.И., Мицкевич В.И., Полищук Ю.В. и др. - М.: Недра, 1986. – 166 с.
5. Справочник геодезиста. В 2-х книгах. Кн.2/ Под ред. В.Д.Большакова и Г.П.Левчука. – 3-е изд., перераб. и доп. - М., Недра, 1985 г.- 440 с.

Азаров Б.Ф. – к.т.н., доцент, Алтайский государственный технический университет, E-mail: stf-ofigig@mail.ru.

УДК 69 + 624.131.6 (0.8374)

РАЗВИТИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ ГОРОДА БАРНАУЛА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИЮ ПРИВЕНТИВНЫХ, ЗАЩИТНЫХ И РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Л.Н. Амосова, О.Н. Романенко, В.С. Ревякин, А.В. Ван

Оползневые процессы в городе Барнауле активно развиваются на прирусловой территории водотоков города. Геоморфология Обского склона представляет собой уступ Приобского плато к долине р. Обь. Город Барнаул поделен на пять оползневых районов. Основной фактор развития оползневых процессов - повышенная крутизна Обского склона 25-60°. По генетическому признаку выделяются следующие типы оползней: эрозионные, суффозионные, антропогенные, полигенные. Противооползневые мероприятия включают себя: предупреждающие, защитные, реабилитационные.

Ключевые слова: оползневые процессы и районы, геоморфология, оползневые деформации, суффозионные процессы, контрбанкет, противооползневые мероприятия

Оползневые процессы активно развиваются на прирусловой территории водотоков города В черте г. Барнаула оползневая зона приурочена к уступу Приобского плато вдоль левого берега р. Обь, протяженностью 38 км – от второго речного водозабора на юге до

Научного городка на севере и правобережью р. Барнаулки – от устья реки до пляжа "Лесной пруд", протяженностью 4 км. Ширина оползневой зоны составляет 200-300 м.

Изучением оползней г. Барнаула занимается оползневая станция, созданная в

1974 г. За время её существования зафиксировано порядка 350 оползней и оползнепроявлений. Ежегодно отмечается сход от нескольких до 30 оползней. Оползневой станцией установлена опасная оползневая зона, включающая Обской склон и прибровочную полосу Приобского плато шириной 200-300 м. Статус оползневой зоны узаконен решением администрации г. Барнаула от 09.06.1993.

В геоморфологическом отношении Обской склон представляет собой уступ Приобского плато к долине р. Оби. Отметки поймы Оби 132-135 м. Отметки бровки плато 180-240 м. Высота уступа 45-105 м. (50-110 м над межленным урезом воды). Пойма Оби в её левобережье имеется не повсеместно, а лишь на участках с. Ерестной и севернее железнодорожных мостов. Русло Оби непосредственно примыкает к оползневому склону на 2^х участках: от первого речного водозабора до устья Барнаулки и от нефтебазы до железнодорожных мостов.

Обской оползневой склон довольно крутой, 25-60°, а местами он является почти отвесным, особенно в верхних частях склона. Наибольшая крутизна его отмечается от первого речного водозабора до речного вокзала и от нефтебазы до железнодорожной выемки, т.е. на тех участках, где отсутствует пойма и воды Оби подмывают склон.

Приобское плато прорезается долиной р. Барнаулки северо-восточного простирания. Ширина её 3-4 км. Левый склон долины Барнаулки относительно пологий, здесь прослеживаются три надпойменные террасы реки. Правый склон довольно крутой (20-50°) и здесь также отмечается оползнеобразование, но не такое интенсивное, как на Обском склоне. В геологическом строении в пределах склона Приобского плато участвуют (сверху вниз) верхнечетвертичные покровные просадочные лессовые суглинки и супеси мощностью 6-13 м, ниже-среднечетвертичные суглинки и пески красnodубровской свиты мощностью 20-72 м и средне-верхнеплиоценовые суглинки и глины кочковской свиты, вскрывающиеся в основании склона. Обской склон в пределах I-III надпойменных террас р. Барнаулки сложен песками мелкими, с прослоями суглинков и супесей.

Город Барнаул поделён на 5 оползневых районов. В основу градации заложен географический принцип, при котором также учитывался комплекс оползнеобразующих факторов, присущий каждому из районов.

Первый оползневой район включает в себя южную часть Барнаульского участка на-

блюдений от устья р. Барнаулка (район речного вокзала) на севере до 2^о речного городского водозабора на юге. С точки зрения оползневых процессов этот район достаточно активный, основным фактором образования оползней является размывающая деятельность р. Оби, которая во время половодья ведёт себя наиболее активно. Следует учитывать также утечки из водопроводов, проложенных вдоль бровки берегового склона по улицам: Кузбассовская, Береговая, Поселковая и др. За 2004 г. в этом районе зафиксировано 3 оползня с суммарным объемом оползневых масс около 7,4 тыс. м³. По происхождению все оползни суффозионного типа, где основным оползнеобразующим фактором является активная суффозионная деятельность подземных вод первого от поверхности постоянного водоносного горизонта отложенной красnodубровской свиты. Два оползня сошли в период интенсивного весеннего снеготаяния (апрель-май) и сезонного оттаивания верхнего грунтового слоя. Третий оползень сошел в конце летнего периода.

Второй оползневой район расположен на 5 км от устья р. Барнаулка на юге, до железнодорожной выемки (ж/д мост через р. Обь) в северной части. Интересной особенностью района считается то, что почти на всём протяжении он защищен от размывающего воздействия р. Оби песчаной косой и отделён от основного русла так называемым "ковшом" (гаванью). Данный район изобилует мелкими (15-50 м в диаметре), но многочисленными современными суффозионными цирками.

За период с 1995 по 2004 гг. здесь было зарегистрировано 33 оползня различного генезиса, основное количество оползней (20 шт.) произошло после 1999 г., когда наблюдалось повышение активности оползневых процессов в этом оползневом районе. В 2004 г. здесь было зарегистрировано 3 оползня с суммарным объёмом оползневых масс 9 тыс. м³. Два оползня сошли на участке бывшей овчинно-меховой фабрики (ОМФ, центральная часть) и первый оползень на участке ГПСК- 638.

Третий оползневой район охватывает 3,5 км, от моста через р. Обь (ж/д выемка) до автомобильного спуска ("Казачий Спуск") в пойму р. Обь, где начинается территория артезианского водозабора ЗАО "Комбинат химических волокон". На территории данного района береговой склон отделён от р. Оби низкой и высокой речными поймами с отметками поверхности 130-135 м. Ширина пой-

РАЗВИТИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ ГОРОДА БАРНАУЛА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИЮ ПРИВЕНТИВНЫХ, ЗАЩИТНЫХ И РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

менных участков местами достигает 0,5-1,5 км, вследствие чего подмыв берегового склона р. Обь, за исключением незначительного участка "Заводских оползней", практически отсутствует.

Главными факторами при образовании оползней на территории данного района являются инженерно-хозяйственная деятельность человека и интенсивная суффозионная деятельность подземных вод краснодубровского водоносного горизонта, имеющего на поверхности склона 2 уровня разгрузки. За 2004 г. в данном районе оползневых сходов не зафиксировано, но всё же на отдельных участках активно идёт подготовка к формированию новых оползневых блоков.

Четвёртый оползневой район расположен на 18,5 км от территории артезианского водозабора ЗАО "КХВ" до западной окраины пос. "Научный городок". На большей части территории береговой склон отделён от основного русла широкой поймой, достигающей ширины 5 км, за исключением участков от глиняного карьера (п. Казённая Заимка) до северного окончания с/т "Обь-2" (п. Гоньба). В восточной части участка склон расчленён глубокими оврагами с узкими тальвегами и крутыми бортами, в западной части склон крутой, почти повсеместно обнажён, с множеством оползневых цирков различного возраста. В пределах этого оползневого района сосредоточены крупные предприятия города, которые несут большую техногенную нагрузку на береговой склон. Вследствие чего данный район является самым активным в оползневом отношении, где уже на протяжении многих лет оползневая обстановка остаётся самой сложной. За 2004г. в пределах берегового склона было зарегистрировано 6 оползней различного объёма и генезиса с суммарным объёмом оползневых масс более 13,6 тыс. м³. По сравнению с аналогичным периодом 2003 года количество оползней уменьшилось в 1,3 раза. За 10 летний период здесь наблюдается самое большое число оползневых сходов (82 оползня).

Пятый оползневой район захватывает территорию вдоль правого берегового склона р. Барнаулки, вверх по течению от устья до водохранилища "Лесной Пруд" на расстояние 4 км. Данный район достаточно спокойный и за прошедший период (2005-2006 гг.) новых сходов оползней не наблюдалось. Отрицательным фактором, влияющим на образование новых оползней и «оживление» старых, является самовольная организация жителями ближайших жилых домов свалок хозяйствен-

но-бытовых отходов на бровке берегового склона, что приводит к увеличению гравитационной нагрузки и провоцируют зарождение оползней антропогенного типа. В этом оползневом районе по улицам Пороховой Лог, Низкий Яр и Высокий Яр продолжается заблаговременный снос жилых домов и переселение жителей в безопасное место [1].

С учётом опыта многолетних наблюдений ожидалось, что в пределах оползневой зоны г. Барнаула в 2006 г. активность оползневых процессов будет умеренной. Количество сходов оползневых блоков прогнозировалось в пределах среднесноголетних величин и ожидалось от 15 до 20 шт. Объёмы оползневых тел более 1 тыс. м³ грунтовых масс ожидалось в пределах 70% от общего объёма.

В 2006 году было зафиксировано 12 сходов оползней суммарным объёмом грунтовых масс более 69 тыс. м³, а также 1 заколовшийся оползневой блок объёмом 5 тыс. м³. В целом количество оползневых сходов осталось в пределах среднесноголетних значений. Объём сошедших оползневых масс по сравнению с 2005 г. увеличился в 6 раз. Особенностью весеннего периода 2006 года по сравнению с предыдущими годами явилось то, что температура воздуха в апреле-мае была достаточно низкой с отрицательными значениями в ночное время, что не позволило снежному покрову быстро растаять. Медленное таяние снега способствовало более благоприятной оползневой обстановке, что свело до минимума развитие эрозионных процессов на склоне с возникновением эрозионных промоин, канав, оползней аналогичного типа. Тем не менее, в период весеннего половодья наблюдалось активное разрушение берегового склона.

Факторы оползнеобразования.

Повышенная крутизна склона - основной фактор развития оползневых процессов. Коэффициент устойчивости Обского склона различен, изменяясь от 0,6 до 1,5. Но на большей части склона, там, где крутизна его превышает 30-35°, коэффициент устойчивости меньше 1, т.к. склон является неустойчивым. Другими факторами, стимулирующими процессы оползнеобразования, являются:

- благоприятное для развития оползней геологическое строение - наличие в основании склона грунтов, легко подвергающихся механическому суффозионному выносу (песков и супесей), в результате чего формируются ниши и в целом ослабляется этот слой грунтов; залегающие выше грунтовые массы

в результате теряют опору и получают неустойчивое положение;

- залегающие под песками суглинки и глины кочковской свиты обладают большой плотностью, низким коэффициентом фильтрации и являются водупором, над которым в песках формируется водоносный горизонт, обуславливающий суффозионный вынос частиц песка из грунтов и играющий роль «смазки» при сходе оползней, облегчая их скольжение;

- наличие у подножья склона рыхлых делювиально-коллювиально-пролювиально-деляпсивных отложений мощностью от 1-3 до 5-10 м, с одной стороны, играющих роль контрбанкета (и сдерживающих сход оползней), а с другой стороны, обуславливающих затруднение выхода (выклинивания) подземных вод на поверхность склона, повышающих обводненность грунтов и способствуя оползнеобразованию;

- резкое ослабление структурных связей лессовидных суглинков покровных отложений и краснодубровской свиты, слагающих Обской склон, при их замачивании. При природной влажности это прочные грунты, способные держать вертикальную стенку (удельное сцепление 0,20-0,30 МПа, угол внутреннего трения 22-27°), но в водонасыщенном состоянии их прочностные характеристики резко снижаются (удельное сцепление 3-8 МПа, угол внутреннего трения 12-17°), и они даже могут перейти в плавунное состояние; при этом сдвигающие усилия (вес грунтов) могут превысить удерживающие силы сопротивления и грунтовая масса сползет);

- размывающая деятельность реки Оби, производящая подмыв и обрушение берегов, сносящая оползшие массы грунта (играющие роль контрбанкета), обуславливая повышенную крутизну склона и препятствуя его стабилизации;

- развитие процессов овражной эрозии, расчленяющих и ослабляющих склон и обеспечивающих сход отдельных его частей;

- северная, северо-восточная и восточная экспозиции Обского склона в пределах городской черты, что при преобладающих юго-западных и западных ветрах является благоприятным фактором для накопления зимой снежных масс (надув их), образующих весной обильные талые воды, насыщающих грунты склона и тем самым повышая сдвигающие усилия (вес грунтов) и снижая структурную прочность их, т.е. удерживающие силы сопротивления; один из пиков схода оползней приходится на конец весны;

- неравномерность выпадения годовых атмосферных жидких осадков, наличие периодов обильного выпадения дождей или сильных ливней, обуславливающих эрозию склона, насыщающих грунты его и способствующих оползнеобразованию;

- антропогенное (в основном техногенное) воздействие на склон.

Последний фактор приобретает все большее значение, ввиду усиливающейся нагрузки на склон и приборочную полосу.

Значимость всех этих факторов оползнеобразования неодинакова для различных участков Обского склона, хотя везде решающим фактором является большая крутизна склона (таблица 1).

Так, на участке от первого речного водозабора до устья р. Барнаулки важным фактором является размывающая деятельность р. Оби. Роль суффозионных процессов и других факторов ограничена.

На участке от устья р. Барнаулки до нефтебазы склон защищен от размывающего действия р. Оби песчаной косой (остров «Отдыха») и отделен от основного русла реки заливом «Ковш». В пределах этой части склона эрозионная деятельность р. Оби практически не проявляется. Наблюдающиеся здесь оползневые деформации, в основном, обязаны суффозионному выносу песков в основании склона на линии разгрузки грунтовых вод (несколько выше глин кочковской свиты).

На участке от нефтебазы до железнодорожной выемки основными факторами являются размывающая деятельность р. Оби и суффозионные процессы.

На следующем участке, от железнодорожной выемки до ОАО «Барнаульское мясо», важным фактором является суффозионная деятельность. На этом участке большое значение приобретает также техногенный фактор, которому обязано схождение ряда оползней, в т.ч. оползня у ДЗОЗ (Деревообрабатывающего завода) в 1973 г.

Генетико-морфологические особенности оползней.

По морфологии исследуемая территория относится к области линейного распространения оползней. Деформирующимися горизонтами являются покровные лессовые суглинки и супеси, пески и суглинки краснодубровской свиты, поверхностью скольжения – плотные глины и суглинки кочковской свиты в основании склона.

РАЗВИТИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ ГОРОДА БАРНАУЛА И
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИЮ ПРИВЕНТИВНЫХ, ЗАЩИТНЫХ И
РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Таблица 1 - Зависимость деформаций от крутизны склона

Оползнеобразующие факторы	Крутизна склона, градус				Общее число деформаций
	<10	10-30	30-40	>40	
Эрозионная деятельность р. Оби и поверхностного стока	-	10	6	16	32
Суффозия (подземные воды)	-	12	11	2	25
Антропогенная деятельность	-	2	6	3	11
Полигенные, в т.ч.	-	16	23	7	46
• Суффозионно-эрозионная деятельность	-	6	9	3	18
• Эрозионно-суффозионная деятельность	-	2	9	1	12
• Эрозионно-антропогенная деятельность	-	1	1	2	4
• Антропогенно-эрозионная деятельность	-	2	-	-	2
• Суффозионно-антропогенная деятельность	-	3	3	-	6
• Антропогенно-суффозионная деятельность	-	1	2	1	4
Всего	-	40	46	28	114

По возрасту отмечаются как современные оползни, так и «древние». Подавляющее большинство зарегистрированных и описанных оползней - современные. Следы ранее сошедших «древних» оползней зафиксированы в виде оползневых террас, цирков и ложбин.

По стадиям развития наблюдаются готовящиеся, движущиеся и закончившиеся оползни. Период подготовки оползня различен: от 2 до 10 лет (к примеру, на участке «Заводские оползни»).

Самый крупный готовящийся оползень отмечается на пустыре ул. Поселковой, где на протяжении 140 м прослеживается формирующаяся трещина отрыва и опускание поверхности с образованием ступени высотой 0,2 - 0,8 м. Трещина отрыва находится в 40-55 м от бровки плато. Такая ширина призмы обрушения является наибольшей, за весь период наблюдений оползневой станцией. Эта трещина отрыва известна с 1974 г., т.е. данный оползень готовится 27 лет.

Движение оползней обычно происходит в течение периода от нескольких десятков секунд до нескольких суток, иногда до нескольких месяцев и даже лет. Так, движение оползня у ОАО «Барнаульмясо» объемом в 50 тыс.м³ протекало в течение 3-х суток и завершилось катастрофическим срывом, произошедшим в течение одной минуты.

В то же время известны оползни, движение которых осуществлялось в течение очень длительного времени, даже ряда лет.

Примером может служить оползень у насосной Шинного завода. Первые признаки движения его были отмечены в 1980 г. Затем в течение 3^х лет наблюдалось медленное и прерывистое движение оползня с постепенным увеличением его параметров: так с апреля по декабрь 1981 г. ширина оползня возросла от 50 до 110 м, стенка отрыва от 2,2 м

до 6 м. Первые деформации насосной станции от движущегося оползня были замечены еще в феврале 1981 г. (трещина шириной до 3 мм в кирпичных стенах и фундаментах). Решающая подвижка произошла 17.06.1983, когда сорвалась масса грунта объемом 20 тыс. м³ и причинила большой ущерб.

Таким образом, движение оползней осуществляется в 2 фазы. Первая фаза, длящаяся от нескольких часов до нескольких месяцев (и даже лет), характеризуется весьма медленным смещением грунтовых масс. Обычная скорость 1-5 см в минуту, но она может быть значительно меньше до 2-3 м в год. Признаками начавшегося движения сползающих масс является появление белой взвеси с песком в родниках и колодцах. В родниках начинают бить фонтанчики. Начинают трещать кусты и заборы. Появляется видимое простым глазом медленное движение почвы, продолжающееся около 1-3 суток. Завершающая фаза движения оползня, его срыв, происходит в течение от нескольких десятков секунд до нескольких минут и сопровождается гулом или резким звуковым ударом. Скорость катастрофического срыва грунтовых масс, обычно, 1-2 м/с (до 5 м/с).

Очень часто отмечается движение оползней только в одну вторую фазу быстрого срыва без заметного проявления фазы медленного движения грунтов. Особенно это характерно для склонов очень крутых, с сильным воздействием оползневых факторов, к примеру, на участке от Барнаульского санатория до речного вокзала.

Завершившийся оползень играет роль контрбанкета. Но со временем он разрушается. Тело его размывается водами р. Оби (если склон контактирует с руслом), выклинивающимися грунтовыми водами (формирующими ручьи), ливневыми и тальными водами. Языки небольших оползней размываются р.

Обью за 1 год, крупных - за несколько лет. Так, гребень языка самого крупного оползня, сошедшего в 1914 году, простоял 8 лет.

По размерам оползни самые разнообразные. Ширина по фронту от 20 до 200 м. Глубина захвата плато (ширина призмы обрушения) от первых метров до 10-15 м. Высота вертикальной трещины отрыва от 5 до 20 м. Объем сходящих масс грунта от 0,2 до 200 тыс. м³. Один из самых значительных оползней случился 31.05.1999 на участке ул. Поселковой. Ширина его по фронту составила 190 м. Объем порядка 200 тыс.м³.

По положению поверхности смещения оползни, в основном, исеквентные, поверхность смещения у них пересекает слои разного состава: покровные верхнечетвертичные суглинки и супеси, нижнее-средне-четвертичные суглинки и пески краснодубровской свиты, глина кочковской свиты. Но имеются и асеквентные оползни, у которых скольжение проходит по однородной толще. Это отмечается на участках, где разрез представлен только суглинками.

По механизму оползневого процесса выделяются оползни сдвига, течения и выплывания. Преобладают оползни сдвига, при которых происходит сдвиг грунтового массива с блоковым смещением тела оползня, в основном, по вогнутой поверхности. Оползни течения характеризуются смещением грунтового массива в виде вязкого или вязкопластичного течения (оползни-потоки, смывы, оплывины). Возникновение таких оползней связано с обводнением пород. Они чаще происходят при смещении делювиальных образований.

Оползни выплывания характеризуются смещением материала в виде вытекания песчаных водонасыщенных грунтов с вовлечением в движение пород, залегающих над ними (оползни гидродинамического выноса, суффозионные оползни).

По генетическому признаку можно выделить следующие типы оползней (классификация оползневой станции применительно к местным особенностям инженерно-геологических условий Обского склона):

- эрозионные, вызванные подрезкой склонов в результате развития речной (овражной) эрозии;
- суффозионные, обязанные механическому выносу частиц подземными водами;
- антропогенные, образующиеся из-за изменений природных условий в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью человека;

- полигенные, вызванные совместным действием различных факторов оползнеобразования.

Эрозионные оползни образуются при подмыве берега течением или волнами, повреждением льдинами, при этом возрастает крутизна склона и потеря упора в основании, а также происходит увлажнение грунтов подошвы склона с падением прочности пород. Образуются они также в оврагах, в результате боковой и донной эрозии постоянными и временными водотоками. При эрозионных оползнях происходит смещение откалывающихся от массива блоков пород по ослабленной (часто увлажненной) криволинейной или круглоцилиндрической поверхности скольжения с одновременным их запрокидыванием вглубь склона.

Суффозионные оползни образуются в результате вымывания и механического выноса частиц грунта из водонасыщенных песков в местах выходов подземных вод на склон. Разрушение структуры песчаных пород происходит при создании в них гидравлических градиентов, превышающих критические. Выплывание песчаных пород на склон или к его подошве сопровождается сколом, оседанием и дальнейшим смещением вниз по склону блоков вышележащих пород. Форма поверхности скольжения отсутствует или совпадает с кровлей водоупорного горизонта (глины кочковской свиты). Оползни этого типа получили широкое распространение.

Антропогенные оползни образуются при искусственном повышении уровня грунтовых вод, увлажнении и обводнении пород, сопровождающихся снижением их прочности. Повышение влажности грунтов и их обводнение обуславливается фильтрацией вод из водосодержащих промышленных систем (резервуары и т.п.) и подземных водонесущих сетей, подпруживанием поверхностного и подземного стока, нерегулируемым орошением (огороды на склонах). Другими причинами антропогенных оползней является подрезка склонов, их перегрузка при возведении сооружений близ бровки плато, отсыпка насыпных грунтов в верхней части склона с последующим их водонасыщением и др. случаи, связанные с деятельностью человека. Такие оползни характеризуются быстрым пластическим течением сильно увлажненных или разжиженных пород (оползень № 20).

Полигенные оползни образуются при воздействии нескольких факторов оползнеобразования. К примеру, эрозионно-

РАЗВИТИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ ГОРОДА БАРНАУЛА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИЮ ПРИВЕНТИВНЫХ, ЗАЩИТНЫХ И РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

суффозионные оползни и антропогенно-суффозионные - оползни.

Средняя скорость разрушения склона Барнаульского Приобья и отступления бровки Приобского плато известным исследователем Алтая Е.В. Трепетцовым, специалистами института Гипрокоммунстрой (г. Москва) и Оползневой станции оценивается в 0,5 м в год. По оценке ОАО «АлтайТИСИЗ», основанном на изучении оползней Барнаульского Приобья, а также на основании сопоставления исторических (1856, 1896, 1907 гг.) и современных карт Барнаула, она несколько меньше, 0,2-0,3 м в год.

В то же время следует отметить, что в последние полвека скорость разрушения склона возросла из-за усиления антропогенного фактора. На отдельных участках склона скорость разрушения значительно превышает указанную среднюю величину. Так, на участке «Заводских оползней» рост оползневых цирков достигал 2-5 м в год.

Противооползневые мероприятия

Более целесообразно рассматривать природоохранные мероприятия по следующим категориям:

1) Привентивные мероприятия – прогнозирование и планирование градостроительной и промышленной деятельности с целью обеспечения охраны геологической среды и рационального использования недр. Такие мероприятия внедряются крайне недостаточно. Инженерно-геологическое и гидрогеологическое прогнозирование привлекаются, в лучшем случае, на стадии отвода земельного участка для строительства. Необходимо долгосрочное прогнозирование состояния геологической среды в градостроительной деятельности, изучение и оценка различных воздействий планируемых сооружений, например, в рамках государственной экологической экспертизы.

2) Защитные мероприятия – обеспечение безопасности эксплуатации сооружений и коммуникаций и соответствия потребляемых ресурсов нормам и кондициям. Они включают научно-исследовательские работы, меры технического и организационного характера, систему контроля за соблюдением природных, санитарно-гигиенических и технологических нормативов. Эти мероприятия реализуются через инженерно-геологические и гидрогеологические прогнозы (расчет устойчивости конструкций сооружений, их влияния на природно-техногенную обстановку, оценка условий водоотбора и т.д.) и ведение мониторин-

га подземных вод и инженерно-геологических процессов.

3) Реабилитационные мероприятия – устранение источников загрязнения и ликвидация последствий опасных геологических процессов. Необходимость таких мероприятий обусловлена недостаточностью знаний о природных процессах и явлениях и существованием в городе объектов, которые создавались без учета воздействия на окружающую среду.

Согласно СНиП 22-01-95 «Геофизика опасных природных воздействий» процессы оползнеобразования в г. Барнауле по категории опасности относятся к «весьма опасным». Проведение противооползневых работ в Барнаульском Приобье является актуальным вопросом, но решение его затягивается на десятилетия из-за нехватки финансовых средств.

В 1974 г. «Гипрокоммунпроект» было составлено ТЭО мероприятий по противооползневому и берегоукрепительным работам на Обском стоке у г. Барнаула.

В 1971-1983 гг. «АлтайТИСИЗом» и «Гипрокоммунпроект» проведены изыскания и последним составлены технические проекты берегоукрепительных и противооползневых работ на 9 конкретных участках общей протяженностью 6,1 км.

Следует отметить также разработку «Инжзащитой» (г. Москва) «Схемы инженерной защиты г. Барнаула от опасных геологических и гидрологических процессов» (1994 г.), в которой отражены противооползневые мероприятия (в основном, террасирование склонов) и берегоукрепительные работы. В 80-х и 90-х годах XX в., а также в 2000-2005 гг. были выполнены берегоукрепительные и противооползневые мероприятия на участках общей протяженностью 1,8 км (выше нового Обского автомобильного моста, у ДОЗа, речного вокзала, ОАО «Мельница» и др.). Этими работами (где полностью, а где частично) были решены частные задачи, но основная часть Обского склона не укреплена.

В комплекс планируемых противооползневых мероприятий включены:

1. Защита берегового склона от воздействия р. Оби (берегоукрепительные сооружения);
2. Противооползневые мероприятия (срезка, террасирование, уположение и укрепление крутого склона);
3. Организация поверхностного стока
4. Дренаж подземных вод берегового склона.

Как ни печально осознавать, но все планируемые мероприятия относятся все таки, к защитным. Мы исправляем уже случившееся и не пытаемся прогнозировать и предупредить. Наблюдения за топасных экзогенных геологических процессов и на жилые и хозяйственные объекты в пределах оползневой зоны г. Барнаула ведет Барнаульская оползневая станция. Силами ее сотрудников дважды в год выполняется дежурная опознавая съемка в виде пеших и наземных маршрутов. Информация о наличии негативных воздействий ОГП доводится до городских и районных органов государственной власти. В информационных отчетах Оползневой станции неоднократно отмечалось отсутствие с 2002 г инструментальных геодезических наблюдений за динамикой движения оползневых блоков. Прекращение инструментальных наблюдений за динамикой оползневых процессов не позволяет надежно прогнозировать время схода оползней. В настоящее время по данным визуальной оползневой съемки возможно лишь приближенно указать временной интервал схода оползней в 1-2 года или даже до 4-5 лет.

Необходимость прогнозирования геодинамических процессов на территории города отмечалась еще в 1994 г. при составлении Схемы инженерной защиты г.Барнаула от опасных геологических процессов и явлений, однако до настоящего времени научно обоснованной, отвечающей современному уровню требований системы мониторинга оползневых процессов на территории города не существует. Создание такой системы потребует решения как научно-методических, так и организационных задач. В частности, предлагается проект создания системы геоэкологического мониторинга в оползневой зоне с целью выработки рекомендаций по предотвращению аварийных ситуаций и усилению несущих

конструкций расположенных в ней инженерных сооружений и объектов.

Создание системы мониторинга за оползневыми процессами предполагается начать со сбора, систематизации и анализа результатов многолетних геодезических, геологических и гидрогеологических наблюдений, а так же с возобновления инструментальных геодезических наблюдений и восстановления сети реперов в оползневой зоне. Практическая реализация проекта позволит достичь определенного социального эффекта, состоящего в возможности контроля развития оползневых деформаций, предупреждения чрезвычайных ситуаций, принятия своевременных мер по минимизации последствий оползней.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородавко В.Г., Швецов А.Я. Оползневая зона // Барнаул: Энциклопедия. – Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 2000. – С. 212-213.
2. Отчет ОАО «АлтайТИСИЗ» по теме «Инженерно-геологические условия территории г. Барнаула» от 01.06.2006 г
3. ОТЧЕТ по Молодежному проекту СО РАН № 93 «Геоэкологическая оценка состояния водосборного бассейна в целях организации системы рационального природопользования (на примере бассейна р. Барнаулки)» ИВЭП СО РАН, 2004.
4. Сводный отчет оползневой станции по стационарным наблюдениям за геодинамическими (оползневыми) процессами р. Оби в г. Барнауле за 1974-1984гг. - Новокузнецк, 1990.

Амосова Л.В. – к.т.н., доцент, **Романенко О.Н.** – старший преподаватель, **Ревякин В.С.** – д.г.н., профессор, Алтайский государственный технический университет, E-mail: stf-ofigig@mail.ru; **Ван А.В.** – д.г.-м.н., профессор, Сибирская государственная геодезическая академия.