**Сайт журнала:** https://agrarianhistory.com/O_zhurnale

# ЗАЩИТА ОТ ОПОЛЗНЕЙ В РОССИИ: СПОСОБЫ УДЕРЖАНИЯ ГРУНТОВ

**Арифуллин Евгений Заудятович[1], Калач Елена Владимировна[2], Овчинникова Татьяна Валентиновна[3], Павленко Анастасия Анатольевна[4]**

[1]Кандидат технических наук, доцент, Воронежский государственный технический университет, ул. 20-летия Октября 84, Воронеж, Россия, E-mail: arif-vrn@mail.ru
[2]Кандидат технических наук, доцент, Воронежский государственный технический университет, ул. 20-летия Октября 84, Воронеж, Россия, E-mail: elenakalach@cchgeu.ru
[3]Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Воронежский государственный технический университет, ул. 20-летия Октября 84, Воронеж, Россия, E-mail: tvo0104@mail.ru
[4]Кандидат химических наук, доцент, Воронежский государственный технический университет, ул. 20-летия Октября 84, Воронеж, Россия, E-mail: nastcat@mail.ru

## Аннотация

В статье дан анализ геологических особенностей грунтов, требующий определения их компонентного состава, внутреннего строения, текущего состояния, а также физических и механических параметров, включая: плотность, степень пористости, индекс трещиноватости, когезию, угол сдвига, предел прочности при сжатии и сдвиге, и другие характеристики. Задача геотехнического анализа заключается в объективной и точной количественной оценке устойчивости грунтов, а также в определении реологических параметров, описывающих деформационное поведение и скорость сдвига горных пород. Получение этой информации возможно посредством математического моделирования, как с использованием численных, так и аналитических методов. Из этого следует, что причины возникновения и развития деформаций грунтов могут быть крайне разнообразными. Поскольку геотехнические расчеты не всегда обеспечивают абсолютно надежный результат в сложных условиях, важно критически оценивать целесообразность их применения, чтобы не дискредитировать этот полезный инструментарий.

**Ключевые слова:** склон, пещера, земля, вычисление, природа.

## I. ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день, оползни, селевые потоки и обвалы (встречаются иные термины: обрушения, камнепады, осыпи) считаются одними из самых опасных геологических процессов, вызванных деятельностью человека. По данным мировой статистики, до 80% современных оползней провоцируются строительными работами, причем значительная часть из них происходит в горных районах на высоте от 1000 до 1700 метров (90%).



Creative Commons Attribution 4.0 International License

В Российской Федерации приблизительно пятая часть земель находится в зоне потенциальной опасности схода селей. При этом, около 80% нынешних случаев обрушения грунта спровоцированы деятельностью человека. К числу регионов, где наиболее часто фиксируются оползни, сели и обвалы, относятся Кольский полуостров, Крымский полуостров, Северный Кавказ (включая Кабардино-Балкарию, Дагестан и Осетию), Уральские горы, Саяны, Приморье, остров Сахалин и полуостров Камчатка.

При эксплуатации дорожных участков, возведенных с применением техногенных откосов, указанные геологические явления чаще всего возникают из-за несоблюдения строительных норм и правил, а также проектных просчетов, связанных с недостаточным учетом или некорректной оценкой важных факторов. Аналогичные проблемы могут возникнуть и после проведения инженерных мероприятий по защите, что подчеркивает необходимость комплексного подхода к решению данной проблемы.

## II. ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Геотехнические изыскания для оценки оползневой опасности, хотя и опираются на общие принципы инженерных исследований, требуют повышенного внимания к определенным аспектам и условиям.

Основная цель работы инженера-геотехника заключается в создании первичной модели возможных видов деформации грунта на откосах, установлении расположения и формы поверхности (или зоны) скольжения, а также в выявлении причин, провоцирующих нестабильность склона. Эти предположения должны быть подтверждены информацией, собранной на местности, расчетными методами или моделированием. Помимо геологических особенностей, необходимо принимать во внимание и прочие значимые параметры.

Критически важно обнаружение участков с ослабленными характеристиками, которые могут являться путями смещения масс грунта, например, слоистые формации, тектонические разломы, крупные трещины или поверхности скольжения старых, но неактивных оползней. Рекомендуется тщательное исследование рельефа местности на предмет характерных признаков, а также анализ террас на склоне и у его основания.

В границах уже существующих оползневых массивов положение поверхности скольжения определяется путем анализа проб грунта, извлеченных при бурении скважин. В отдельных случаях местоположение зоны скольжения в скважине можно установить по углу наклона. В исключительных обстоятельствах может потребоваться проходка разведочной выработки, которую в дальнейшем можно использовать для отвода воды.

На действующих оползнях устанавливаются реперные линии, и на регулярной основе фиксируются их вертикальные и горизонтальные перемещения. На основе анализа векторов смещения может быть определена глубина залегания поверхности скольжения. Первоочередное внимание при исследовании активной оползневой зоны следует уделить ее верхней части. Обширная зона с трещинами, направленными в сторону уклона, свидетельствует о серьезной глубине оползневых явлений. На территориях, где существует опасность оползней, критически важно выявить источники поступления дождевых и грунтовых вод в горные породы. С этой целью, в зависимости от предполагаемых гидрогеологических условий, на разной глубине размещаются пьезометры. В породах с ограниченной водопроницаемостью целесообразно применять устройства для замера давления поровой воды. Необходимо проводить точную регистрацию показателей электрического поля в различных точках земной поверхности. При анализе геологических особенностей грунтов требуется определить их компонентный состав, внутреннее строение, текущее состояние, а также физические и механические параметры, включая: плотность, степень пористости, индекс трещиноватости, когезию, угол сдвига, предел прочности при сжатии и сдвиге, и другие характеристики.



Creative Commons Attribution 4.0 International License

Задача геотехнического анализа заключается в объективной и точной количественной оценке устойчивости склонов, а также в определении реологических параметров, описывающих деформационное поведение и скорость сдвига горных пород. Получение этой информации возможно посредством математического моделирования, как с использованием численных, так и аналитических методов.

Из этого следует, что причины возникновения и развития деформаций грунта могут быть крайне разнообразными. Поскольку геотехнические расчеты не всегда обеспечивают абсолютно надежный результат в сложных условиях, важно критически оценивать целесообразность их применения, чтобы не дискредитировать этот полезный инструмент.

В определенных ситуациях комплексный геотехнический расчет может служить обоснованием конкретной задачи, показывая, каким образом изменения факторов, направленных на усиление склона и стабилизацию оползневых процессов, повлияют на его текущее состояние.

В геомеханических исследованиях преобладают вычисления, направленные на оценку стабильности грунтов и склонов. При анализе смещений грунта ключевым параметром является коэффициент устойчивости, представляющий собой отношение удерживающих сил к силам, стремящимся вызвать сдвиг. Оползневые процессы вызываются тангенциальной составляющей силы тяжести. Сопротивление грунта, зависящее от его типа, является ключевым фактором стабильности и возрастает с увеличением нормальных напряжений. В геомеханических расчетах критически важно принимать во внимание вертикальную компоненту гравитационной силы. Ниже границы насыщения грунта или при наличии порового давления ее воздействие снижается в связи с возрастанием сопротивления поровой жидкости. Коэффициент использования прочности, являющийся обратной величиной к коэффициенту запаса, определяет, какая доля прочности грунтового массива требуется для обеспечения стабильности грунта. Актуальные, более детализированные вычисления, провоцируют научные споры и предполагают наличие обширных познаний в сфере механики почв и скальных пород. Для людей, чьи дома расположены в регионах, где возможны оползни, сели и камнепады, жизненно необходимо понимать, где находятся потенциально опасные зоны, в каком направлении они могут двигаться и каковы основные особенности этих стихийных бедствий. Опираясь на прогнозы, граждан заранее предупреждают об опасностях, связанных с их проживанием вблизи зон, подверженных оползням и селям, о времени наибольшей вероятности возникновения селевых потоков и о том, как работает система оповещения при возникновении угрозы. Подобное предварительное ознакомление помогает уменьшить беспокойство и панику, которые могут возникнуть, если предупреждение о надвигающемся стихийном бедствии будет сделано в самый последний момент. Жители горных местностей, находящихся в зоне риска, обязаны активно участвовать в укреплении своих домов и земельных участков. Им необходимо строить защитные сооружения, включая гидротехнические и инженерные конструкции, предназначенные для предотвращения оползней и селевых потоков. Главную информацию о надвигающихся оползнях, селях и обвалах предоставляют специализированные станции и посты гидрометеорологической службы. Своевременное информирование населения имеет решающее значение. Оповещение о приближающихся стихийных бедствиях осуществляется согласно установленному регламенту с использованием сирен, радио, телевидения и локальных систем предупреждения, связывающих гидрометеорологические службы с населенными пунктами, расположенными в опасных зонах.

В случае возникновения угрозы оползня, селя или обвала, при наличии достаточного времени, организуется предварительная эвакуация жителей, домашних животных и имущества из потенциально опасных районов в безопасные места. Сегодняшний всесторонний подход к инженерной защите от оползней и камнепадов охватывает несколько действенных методов, среди которых наиболее востребованы: Модификация земной поверхности, подразумевающая регулирование русел рек, осушение земель, перемещение и укрепление почвенного слоя. Создание специальных объектов, спроектированных для контроля над оползневыми процессами. Установка предохранительных сооружений, блокирующих вредное воздействие оползней и обвалов.



Creative Commons Attribution 4.0 International License

Природные геологические опасности являются причиной примерно 17% случаев возникновения оползней и обвалов. В природе существуют свои закономерности формирования оползней. Например, оползневые процессы могут развиваться на склонах с углом наклона, начинающимся от 19 градусов. Тем не менее, даже при умеренном содержании воды в почве, оползни могут формироваться на склонах с небольшим уклоном, достигающим всего 5–7 градусов. Для выработки наиболее эффективной стратегии инженерной защиты от оползневых процессов и обвалов необходимо принимать во внимание классификацию используемых методов в каждом отдельном случае.

Чтобы определить уровень безопасности зданий и сооружений от негативного воздействия природных катастроф или внезапных событий, вызывающих обвалы и смещения грунта, рекомендуется упорядочить инженерные подходы к защите следующим образом: Методы, направленные на стабилизацию оползневого массива, охватывающие дренажные работы, уменьшение крутизны откоса и/или фрагментацию оползневых участков, а также повышение качественных характеристик почвы. Способы фиксации оползневой массы посредством возведения различных инженерных конструкций.

Первый из этих подходов активно используется на стадиях инженерно-геологических исследований и изысканий. В данный момент мы не будем проводить количественный анализ применяемых мер защиты во время опасных геологических процессов, а перейдем к изучению второго подхода к обеспечению безопасности проектирования и возведения сооружений, обладающих равной прочностью и надежностью в плане защиты от неожиданных чрезвычайных ситуаций. Основанный на российских расчетных нормах, метод стабилизации оползневых массивов максимально адаптирован для противодействия различным природным катастрофам, независимо от их происхождения. Инженерная защита от оползней и камнепадов реализуется посредством сооружений, отвечающих повышенным требованиям безопасности и относящихся к категории высокопрочных и устойчивых технических решений. Рассмотрим наиболее востребованные конструкции, чьи свойства позволяют защитить население от разнообразных природных опасностей.

Габионные конструкции, широко известные как габионы, представляют собой эстетически привлекательное, но ограниченное в применении решение, особенно в регионах с крупномасштабными оползнями, представляющими угрозу для людей, жилых зданий и инфраструктурных объектов. Габионные стены, как правило, не превышают 12 метров в высоту. Сложность установки, требующая точного соблюдения технологической карты и порядка действий, также является минусом. Зачастую необходимо привлекать ручной труд, что отражается на сроках и смете проекта. К плюсам этих сооружений можно отнести их адаптивность и возможность возведения на неустойчивых почвах.

Creative Commons Attribution 4.0 International License

В качестве основного материала для габионных конструкций традиционно используется железобетон, олицетворяющий собой прочность и долговечность. Тем не менее, его пригодность для противооползневых целей вызывает вопросы. Для обеспечения надежности железобетонной подпорной стены требуются существенные вложения в геологические исследования, необходимые для точного определения нагрузок. Если основание конструкции состоит из слабых, легко разрушаемых почв, значительно повышается вероятность возникновения локальных перенапряжений, что может привести к деформации или разрушению. Жесткость железобетона позволяет конструкции сдерживать оползневый массив только при условии равномерного распределения усилий. Недостатком излишней жесткости является и слабая устойчивость к землетрясениям. Дополнительным минусом подпорных стен из железобетона является их высокая стоимость, вызванная необходимостью применения значительного количества бетонной смеси, доставляемой на стройплощадку специализированным транспортом, где предварительно монтируется опалубка. Это увеличивает сроки строительства. Содержание в исправном состоянии бетонных конструкций требует значительных финансовых вложений. Ремонт поврежденной стены иногда может превысить стоимость возведения новой. Перед эвакуацией из дома из-за надвигающегося стихийного бедствия необходимо предпринять действия, чтобы минимизировать потенциальный ущерб, предотвратить дополнительные опасности и облегчить последующий демонтаж завалов и ремонт. В частности, все предметы, находящиеся снаружи или на балконе, следует перенести внутрь. Ценные вещи, которые нельзя переместить, нуждаются в защите от влаги и любых загрязнений. Все проемы – окна, двери и вентиляционные шахты – должны быть тщательно заделаны. Необходимо отключить электроэнергию, газ и воду. Легковоспламеняющиеся или ядовитые вещества следует вынести из дома и, по возможности, поместить в отдаленные углубления в земле или отдельные постройки.

В остальном, необходимо строго придерживаться инструкций, разработанных для проведения плановой эвакуации жителей.

Если предварительное предупреждение об опасности отсутствовало, и жители были оповещены непосредственно перед наступлением стихийного бедствия, либо если признаки приближающейся катастрофы были обнаружены самостоятельно, необходимо немедленно покинуть жилище, не заботясь о сохранности имущества, и направиться в безопасное место. Крайне важно предупредить об угрозе членов семьи, соседей и всех, кого встретите на пути. Для быстрого перемещения в безопасную зону следует заранее изучить маршруты к ближайшим укрытиям. Данные маршруты устанавливаются и сообщаются населению на основе анализа наиболее вероятных траекторий движения оползня (селя) относительно данного населенного пункта

Естественными безопасными местами для экстренной эвакуации являются склоны гор и возвышенностей, не подверженные оползням, или пространства между селеопасными направлениями. При восхождении на безопасные участки местности рекомендуется обходить стороной низины, овраги и углубления, так как в них вероятен риск формирования вторичных потоков грязи. В процессе эвакуации крайне важно оказывать поддержку наиболее нуждающимся: лицам с проблемами здоровья, пожилым людям, инвалидам, детям и тем, кто испытывает сильную усталость. Для перевозки людей по возможности следует задействовать личный транспорт, технику из сельского хозяйства, а также лошадей и прочих животных.

Оказавшись в зоне оползня, вне зависимости от того, находитесь ли вы в здании или на улице, следует незамедлительно покинуть опасное место и постараться подняться как можно выше. Необходимо проявлять осторожность и избегать падающих предметов, таких как камни, грунт и прочие обломки, которые могут срываться с задней части затихающего оползня. После остановки движения передняя часть оползня часто подвергается деформации и подъему.

Кроме того, на эту часть может оказываться воздействие со стороны статичных скальных пород. В ситуациях, когда оползень двигался с большой скоростью, его остановка может сопровождаться сильным ударом.



Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)
Creative Commons Attribution 4.0 International License

Все перечисленные факторы представляют серьезную опасность для людей, находящихся в зоне оползневого процесса. Важно помнить, что при выявлении нескольких потенциально опасных участков на исследуемой территории, очередность их защиты должна определяться на основании анализа вероятного ущерба или степени риска.

Основная цель инженерной защиты объекта заключается в сокращении или полном устранении негативного воздействия опасных геологических явлений с минимальными финансовыми вложениями в строительство и поддержание защитных сооружений. Проект инженерной защиты должен обеспечивать надежность и продолжительный срок службы конструкции, стабильную работу с небольшими затратами на эксплуатацию, возможность систематического контроля за ее функционированием и состоянием, а также реализацию мероприятий по обеспечению пропуска паводковых вод.

Разнообразные методы инженерной защиты разрабатывались для применения в горнодобывающей промышленности (открытые разработки), транспортном строительстве, фортификационных сооружениях, гражданском и гидротехническом строительстве. В транспортном секторе и гражданском строительстве особое внимание уделяется техникам предотвращения разрушения грунта, в то время как в гидротехническом строительстве активно разрабатываются методы стабилизации высоких искусственных склонов с применением как не предварительно напряженных, так и предварительно напряженных анкеров. В горнодобывающей промышленности основательно изучены вопросы экономической эффективности укрепления горных массивов, и еще в середине двадцатого века ряд инновационных решений, таких как анкерное крепление, использование свай, цементация, возведение подпорных стен и торкретирование с использованием металлической сетки, успешно внедрялись на крупных карьерах как в России, так и за рубежом. Для стабилизации оползневых зон проводились испытания уникальных методик, включая уплотнение глинистых грунтов с использованием энергии взрыва, а также электросиликатизацию и электрохимическую обработку.

После того как оползень, селевой поток или обвал прекратились, жителям, временно эвакуированным из опасной зоны, необходимо убедиться в отсутствии повторных рисков, прежде чем возвращаться. Необходимо учитывать, что оперативная помощь в отдаленные горные местности часто задерживается, следовательно, требуется немедленно приступать к поисково-спасательным работам, оказывать доврачебную помощь, разблокировать технику, засыпанную обвалами, предотвращать возможные повторные происшествия и передавать сведения о произошедшем.



Creative Commons Attribution 4.0 International License

## III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, инженерная защита от оползней представляет собой сложное техническое сооружение, и безопасность людей, а также надежность функционирования инфраструктуры на защищаемой территории напрямую зависят от качества строительных работ и надежности используемых материалов. При разработке проектов инженерной защиты искусственных заграждений от опасных геологических явлений при строительстве дорог крайне важно провести всесторонний анализ и оценку всех влияющих факторов, принимая во внимание прогноз их развития в перспективе. Достижение максимального эффекта от внедрения мер инженерной защиты возможно только при глубоком понимании проблемы, а также правильном и своевременном их применении.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Christian J. T., Ladd C. C. and Baecher G. B. Reliability applied to slope stability analysis. Journal of Geotechnical Engineering, 1994. Vol. 120. Number 12. Pp. 2180-2207.

Иванов П.Л. Грунты и основания гидротехнических сооружений. Механика грунтов: Учеб. для гидротехн. спец. вузов. М.: Высш. шк.,1991. 447 с.

Казарновский В.Д. Пути совершенствования оценки прочности грунтов в дорожном строительстве. Вопросы инженерной геологии и механики грунтов в практике строительства. Сб. науч. тр. М.: МАДИ, 1988. С. 4 - 11.

Малышев М.В. Прочность фунтов и устойчивость оснований сооружений. М.: Стройиздат, 1994. 228 с.

Месчян С.Р. Остаточная прочность глинистых грунтов. Геоэкология. 2005. Номер 5. С. 463-465.

Петров Н. Ф. Оползневые системы. Сложные оползни (аспекты классификации). Кишинев: Штиинца, 1988. 225 с.

Постоев Г.П. Прогнозирование и управление состоянием оползней на основе изучения их механики формирования и режима: Автореф. дис. докт. техн. наук: 04.00.07 / ВСЕГИНГЕО. М., 1992. 42 с.

Пшеничкина В. А. Оценка надежности зданий повышенной этажности при сейсмических воздействиях на основе критерия допустимого риска. Вестник Адыгейского государственного университета. 2008. Номер 4. С. 142-147.

Рубинштейн А.Я. Динамическое зондирование грунтов. М.: Недра, 1984. 92 с.

Сафохина И.А. Об оценке инженерно-геологических свойств глинистых грунтов лабораторными методами. Проблемы грунтоведения и инженерной геодинамики: тр. Т. VII. М., 1971. С. 57-67.

Синяков В.Н. Эколого-геологические исследования солянокупольных бассейнов. Астрахань: Изд-во ООО "ЦНТЭП", 2001. 220 с.

Строганов А.С. Вязко-пластическое течение грунтового слоя по наклонной плоскости. Инженерный сб. ин-та механики АН СССР.. Т. XXXI.-М., 1961. С. 132-134.

Тихвинский И.О. Оценка оползневого риска на региональном и локальном уровнях. Риск 2000: материалы Общерос. конф. М.: Анкил, 2000. С. 242-246.



Creative Commons Attribution 4.0 International License

Тихвинский И.О. Оценка оползневого риска на региональном и локальном уровнях. Оценка и управление природнымирисками. Материалы Общероссийской конференции «Риск 2000». М.: Анкил, 2000. С. 242-246.

Федоров В.И. Прогноз прочности и сжимаемости оснований из обломочно-глинистых грунтов. М.: Стройиздат, 1988. 136 с.

Царев П. В. Основные инженерно-геологические особенности оползней Северного Кавказа и методы их изучения. Проблемы инженерной геологии Северного Кавказа: материалы к науч.-техн. конф. Ставрополь, 1968. С. 89-92.

Цветков В.К. Расчет рациональных параметров горных выработок: Справочное пособие. М.: Недра, 1993. 251 с.

Шадунц К.Ш. Геотехнический мониторинг опор в оползневых зонах городской застройки. Тр. междунар. конф. по геотехнике, посвященной 300-летию Санкт-Петербурга. Т. 2. С.-Пб. М.: АСВ. С. 241-246.

Шешеня Н.Л. Изменение свойств грунтов оснований эксплуатируемых зданий и сооружений. Труды международной конференции Геотехника. Оценка состояния оснований и сооружений. СПб., 2001. Т. 1. С. 257-262.

Щеглов А.П. Концепция мониторинга оползневых процессов в зоне магистральных трубопроводов нефти и газа на Северо-Западном Кавказе. Сейсмистойкое строительство. Безопасность сооружений. 2004. Номер 2. С. 37-40.



Creative Commons Attribution 4.0 International License

# PROTECTION FROM LANDSLIDES IN RUSSIA: WAYS OF SOIL RETENTION

**Arifullin, Evgeny Zaudyatovich[1], Kalach, Elena Vladimirovna[2], Ovchinnikova, Tatyana Valentinovna[3], Pavlenko, Anastasia Anatolievna[4]**

[1]Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State Technical University, 84, 20-letiya Oktyabrya Street, Voronezh, Russia, E-mail: arif-vrn@mail.ru

[2]Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State Technical University, 84, 20-letiya Oktyabrya Street, Voronezh, Russia, E-mail: elenakalach@cchgeu.ru

[3]Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Voronezh State Technical University, 84, 20-letiya Oktyabrya Street, Voronezh, Russia, E-mail: tvo0104@mail.ru

[4]Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Voronezh State Technical University, 84, 20-letiya Oktyabrya Street, Voronezh, Russia, E-mail: nastcat@mail.ru

## Abstract

The article analyzes the geological features of soils, which requires the determination of their component composition, internal structure, current state, as well as physical and mechanical parameters, including: density, degree of porosity, fracture index, cohesion, shear angle, compressive and shear strength, and other characteristics. The task of geotechnical analysis is to objectively and accurately quantify the stability of soils, as well as to determine the rheological parameters describing the deformation behavior and shear rate of rocks. Obtaining this information is possible through mathematical modeling, using both numerical and analytical methods. It follows that the causes of occurrence and development of ground deformations can be extremely diverse. Since geotechnical calculations do not always provide absolutely reliable results in complex conditions, it is important to critically evaluate the feasibility of their application in order not to discredit this useful toolkit.

**Keywords:** slope, cave, earth, calculation, nature.

## REFERENCE LIST

Christian J. T., Ladd S. C. and Baecher G. B. Reliability applied to slope stability analysis. Journal of Geotechnical Engineering, 1994. Vol. 120. Number 12. Pp. 2180-2207.

Ivanov P.L. Grunty i osnovaniya gidrotekhnicheskih sooruzhenij. Mekhanika gruntov: Ucheb. dlya gidrotekhn. spec. vuzov. M.: Vyssh. shk.,1991. 447 s.

Kazarnovskij V.D. Puti sovershenstvovaniya ocenki prochnosti gruntov v dorozhnom stroitel'stve. Voprosy inzhenernoj geologii i mekhaniki gruntov v praktike stroitel'stva. Sb. nauch. tr. M.: MADI, 1988. S. 4 - 11.

Malyshev M.V. Prochnost' funtov i ustojchivost' osnovanij sooruzhenij. M.: Strojizdat, 1994. 228 s.

Meschyan S.R. Ostatochnaya prochnost' glinistyh gruntov. Geoekologiya. 2005. Nomer 5. S. 463-465.



Creative Commons Attribution 4.0 International License

Petrov N. F. Opolznevye sistemy. Slozhnye opolzni (aspekty klassifikacii). Kishinev: SHtiinca, 1988. 225 s.

Postoev G.P. Prognozirovanie i upravlenie sostoyaniem opolznej na osnove izucheniya ih mekhaniki formirovaniya i rezhima: Avtoref. dis. dokt. tekhn. nauk: 04.00.07 / VSEGINGEO. M., 1992. 42 s.

Pshenichkina V. A. Ocenka nadezhnosti zdanij povyshennoj etazhnosti pri sejsmicheskih vozdejstviyah na osnove kriteriya dopustimogo riska. Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta. 2008. Nomer 4. S. 142-147.

Rubinshtejn A.YA. Dinamicheskoe zondirovanie gruntov. M.: Nedra, 1984. 92 s.

Safohina I.A. Ob ocenke inzhenerno-geologicheskih svojstv glinistyh gruntov laboratornymi metodami. Problemy gruntovedeniya i inzhenernoj geodinamiki: tr. T. VII. M., 1971. S. 57-67.

Sinyakov V.N. Ekologo-geologicheskie issledovaniya solyanokupol'nyh bassejnov. Astrahan': Izd-vo OOO "CNTEP", 2001. 220 s.

Stroganov A.S. Vyazko-plasticheskoe techenie gruntovogo sloya po naklonnoj ploskosti. Inzhenernyj sb. in-ta mekhaniki AN SSSR.. T. XXXI.-M., 1961. S. 132-134.

Tihvinskij I.O. Ocenka opolznevogo riska na regional'nom i lokal'nom urovnyah. Risk 2000: materialy Obshcheros. konf. M.: Ankil, 2000. S. 242-246.

Tihvinskij I.O. Ocenka opolznevogo riska na regional'nom i lokal'nom urovnyah. Ocenka i upravlenie prirodnymiriskami. Materialy Obshcherossijskoj konferencii «Risk 2000». M.: Ankil, 2000. S. 242-246.

Fedorov V. I. Prognoz prochnosti i szhimaemosti osnovanij iz oblomochno-glinistyh gruntov. M.: Strojizdat, 1988. 136 s.

Carev P. V. Osnovnye inzhenerno-geologicheskie osobennosti opolznej Severnogo Kavkaza i metody ih izucheniya. Problemy inzhenernoj geologii Severnogo Kavkaza: materialy k nauch.-tekhn. konf. Stavropol', 1968. S. 89-92.

Cvetkov V.K. Raschet racional'nyh parametrov gornyh vyrabotok: Spravochnoe posobie. M.: Nedra, 1993. 251 s.

Shadunc K.SH. Geotekhnicheskij monitoring opor v opolznevyh zonah gorodskoj zastrojki. Tr. mezhdunar. konf. po geotekhnike, posvyashchennoj 300-letiyu Sankt-Peterburga. T. 2. S.-Pb. M.: ASV. S. 241-246.

Sheshenya N.L. Izmenenie svojstv gruntov osnovanij ekspluatiruemyh zdanij i sooruzhenij. Trudy mezhdunarodnoj konferencii Geotekhnika. Ocenka sostoyaniya osnovanij i sooruzhenij. SPb., 2001. T. 1. S. 257-262.

Shcheglov A.P. Koncepciya monitoringa opolznevyh processov v zone magistral'nyh truboprovodov nefti i gaza na Severo-Zapadnom Kavkaze. Sejsmistojkoe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzhenij. 2004. Nomer 2. S. 37-40.



Creative Commons Attribution 4.0 International License