## Введение

Здания и сооружения, как и люди, тоже "болеют" и "стареют". Причем в условиях Севера разрушение строительных конструкций протекает более интенсивно, чем в других регионах.

В настоящее время реально существующая проблема глобального потепления климата и, как следствие, возможная деградация вечной мерзлоты, особенно опасная на территориях населенных пунктов с развитой сетью инженерных коммуникаций, остро ставят вопрос о разработке методов и специальной техники для создания устойчивых к воднотепловым и физико-химическим нагрузкам грунтовых структур как на стадии строительства, так и при выполнении аварийно-восстановительных мероприятий.

Картину, которую мы получим при потеплении климата, можно наблюдать частично уже сейчас: отдельные здания и сооружения с обводненными и растепленными грунтами оснований в результате аварийных сбросов воды из инженерных коммуникаций. Процесс потепления климата будет сопровождаться повышением среднегодовых температур воздуха и, как следствие этого, температур горных пород в так называемой активной зоне, или зоне фундирования (область напряженно-деформированного состояния, возникающая вокруг нагруженного фундамента). С повышением температуры несущая способность грунтов оснований начнет постепенно снижаться, что активизирует термореологические процессы, приводящие к необратимым и, как правило, неравномерным осадкам фундаментов. По-видимому, увеличится мощность сезонноталого слоя, что отрицательно скажется на устойчивости подземных коммуникаций. Геохимические процессы в оттаивающих грунтах получат дальнейшее развитие, резко возрастет коррозионная активность грунтов. Наибольшую опасность представит наложение на температурный фон увеличивающейся со временем геохимической составляющей из-за роста общей загрязненности территорий северных городов и промышленных комплексов.

Безусловно, процесс деградации мерзлоты будет происходить долгие десятилетия, что даст возможность принимать соответствующие меры, пересмотрев технические приемы фундаментостроения и инженерной подготовки территорий для строительства на вечномерзлых грунтах. Техническая мелиорация грунтов, как способ направленного изменения их строительных свойств, должна превратиться в самостоятельное направление строительного производства, обеспечивающее функциональную надежность зданий и сооружений в условиях северной строительно-климатической зоны.

Избежать катастрофического нарушения городской инфраструктуры можно. Однако необходимо уже сейчас, на начальном этапе деградационного процесса, серьезно заняться данной проблемой как в научно-методологическом, так и технологическом плане. Решать вопрос надежности и безопасности городских и промышленных инфраструктур необходимо, рассматривая обеспечение нормальной жизнедеятельности как общенациональную программу. В первую очередь, необходимо использовать результаты исследований, полученных на геотехническом полигоне.

Для устранения причин потери несущей способности оснований, приводящей в аварийное состояние фундаменты зданий и сооружений различного назначения, необходимо, решить следующие задачи:

разработать и внедрить технологию глубинного осушения, структурирования и химического закрепления оттаявших и пластично мерзлых грунтов с целью получения устойчивых к водно-тепловым и химическим воздействиям грунтовых структур, обладающих высокой несущей способностью и долговечностью;

разработать технорабочий проект осушения территории, максимально используя морфологические и гидрографические особенности района, в том числе древние погребенные речные протоки и старицы, которые можно использовать для разгрузки поверхностных дождевых и талых вод;

реконструировать существующие внутриквартальные инженерные сети и повысить надежность строящихся, с целью исключения аварийных утечек воды, доля которой в годовом балансе грунтового и поверхностного стока сопоставима с объемом талых и дождевых вод;

внедрить в строительную практику применение специальных герметиков (типа акватрона) для защиты верхней части свай, оголовников, рандбалок, плит цокольного перекрытия, кирпичной кладки стен и т.д. от коррозии, что особенно важно для зданий старой постройки с низко расположенными ростверками, контактирующими с грунтом;

проекты для новостроек должны содержать раздел по инженерной защите объектов от подтопления и опасных криогенных процессов, обусловленных влиянием водно-тепловых факторов и необратимыми нарушениями геохимического фона на застроенных территориях. Эти мероприятия необходимы на подготовительном этапе строительства, т.е. при производстве работ по инженерной подготовке стройплощадок;

разработать и внедрить в проектную практику методы численного моделирования термомеханического поведения нагруженных оснований, с учетом совместной работы основания, фундаментов и надфундаментных конструкций при динамично меняющихся мерзлотно-грунтовых условиях в течение расчетного срока эксплуатации объектов, что позволит принимать обоснованные проектные решения по управлению физико-механическими параметрами грунтовых оснований, гарантирующие их длительную эксплуатационную надежность.

Одной из причин массовой аварийности зданий, помимо низкого качества строительства и несоблюдения норм эксплуатации, является нарушение условий теплообмена на границе "здание - основание", сопровождающееся, как правило, глубоким засолением многолетнемерзлых грунтов, а зачастую и подтоплением оснований, инициирующих потерю ими несущей способности. Решить проблему аварийности зданий и сооружений - значит научиться управлять процессами, ведущими к ее возникновению.

## I. Термины и определения

1. Геологические и инженерно-геологические процессы и явления - эндогенные и экзогенные геологические процессы, возникающие под воздействием разных природных факторов (и их сочетаний) как вне влияния деятельности человека (геологические), так и под ее влиянием (инженерно-геологические). Характеризуются взаимообусловленностью, нестационарностью и унаследованностью развития, а также детерминированностью. Явления - результат деятельности одного или группы процессов.

2. Геологическая среда - многокомпонентная дискретная динамическая природная система, разнообразно и энергично взаимодействующая с сооружениями. Состоит из системы геологических тел разных уровней, различного состава, тектонической нарушенности, выветрелости, обводненности и т.п., которые разделяются на формации, субформации, стратиграфолитологические комплексы, петрографические типы (пачки, толщи) и монопородные элементы.

3. Опасные геологические процессы - геологические и инженерно-геологические процессы и гидрометеорологические явления, которые оказывают отрицательное воздействие на территории, народнохозяйственные объекты и жизнедеятельность людей (оползни, обвалы, карст, снежные лавины и др.). Наиболее распространенные сочетания процессов, требующие комплексных решений:

склоновые - вместе с процессами на берегах морей и водохранилищ, абразионными и эрозионными - на реках;

эрозионно-селевые в долинах горных и предгорных областей - совместно с оползневыми;

карстовые и суффозионные;

просадочные в лессах и пепловых образованиях;

снежные и снежно-каменные лавины.

4. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений - комплекс инженерных сооружений и мероприятий, направленный на предотвращение отрицательного воздействия опасных геологических, экологических и др. процессов на территорию, здания и сооружения, а также защиту от их последствий.

5. Оползни - движение масс пород на склоне под воздействием собственного веса грунта и нагрузки (сейсмической, фильтрационной, вибрационной), происходящее в результате сдвига грунта.

6. Обвалы - обрушение (падение) масс горных пород (в виде крупных глыб и обломков) в результате отрыва от коренного массива.

7. Лавины снежные - сосредоточенное движение снежных масс, падающих или соскальзывающих с горных склонов, в виде сплошного тела (мокрые лавины) или распыленного снега (сухие лавины).

8. Карст - совокупность явлений, связанных с деятельностью вод (поверхностных и подземных) и выраженных в растворении горных пород и образовании в них пустот разного размера и формы, а также в создании особого характера циркуляции и режима подземных вод и характерного рельефа местности и режима гидрографической сети.

9. Подтопление территорий - комплексный процесс, проявляющийся под действием техногенных и, частично, естественных факторов, при котором в результате нарушения водного режима и баланса территории за расчетный период времени происходит повышение уровня подземных вод, достигающее критических значений, требующих применения защитных мероприятий.

10. Затопление - образование свободной поверхности воды на территории в результате паводков, нагонов волн и повышения уровней водоемов и водотоков.

## II. Общие положения

1. Необходимость применения инженерной защиты определяется:

для вновь застраиваемых и реконструируемых территорий - в проекте генерального плана с учетом вариантности планировочных и технических решений;

для застроенных территорий - с учетом существующих планировочных решений, требований заказчика и на основе сопоставления стоимости полного комплекса инженерной защиты с минимальным его объемом, включая затраты на вынос зданий и сооружений и восстановление утраченных фондов на новых местах.

2. Проектирование инженерной защиты следует выполнять на основе:

результатов инженерно-геодезических, инженерно-геологических и инженерно - гидрометеорологических изысканий для строительства;

планировочных решений и вариантной проработки решений, принятых в схемах инженерной защиты (генеральных, детальных, специальных);

данных, характеризующих особенности использования территорий, зданий и сооружений, как существующих, так и проектируемых, с прогнозом изменения этих особенностей и с учетом установленного режима природопользования (заповедники, сельскохозяйственные земли и т.п.) и санитарно-гигиенических норм;

технико-экономического сравнения возможных вариантов проектных решений инженерной защиты (при ее одинаковых функциональных свойствах) с оценкой предотвращенного ущерба.

При проектировании инженерной защиты следует учитывать ее градо - и объектоформирующее значение, местные условия, а также имеющийся опыт проектирования, строительства и эксплуатации сооружений инженерной защиты в аналогичных природных условиях.

Для проектирования инженерной защиты от особо сложных сочетаний опасных геологических процессов следует разрабатывать специальные технические условия.

3. Инженерные изыскания для строительства сооружений инженерной защиты следует проводить по заданию проектной организации в соответствии с требованиями СНиП 1.02.07-87 и государственных стандартов по инженерным изысканиям и исследованиям грунтов для строительства.

Результаты изысканий должны содержать прогноз изменения инженерно-геологических, гидрологических и экологических условий на расчетный срок с учетом природных факторов, а также влияния существующей и проектируемой застроек.

Если из-за сложности инженерно-геологических и гидрологических условий по материалам изысканий не представляется возможным выполнить необходимые расчеты и выбрать сооружения и (или) мероприятия, в проекте следует предусматривать экспериментальные сооружения и мероприятия инженерной защиты и (или) выполнение опытно-производственных работ, с последующей корректировкой проекта.

4. При проектировании инженерной защиты следует обеспечивать (предусматривать):

предотвращение, устранение или снижение до допустимого уровня отрицательного воздействия на защищаемые территории, здания и сооружения действующих и связанных с ними возможных опасных процессов;

наиболее полное использование местных строительных материалов и природных ресурсов;

возможность преимущественного применения активных методов защиты;

производство работ способами, не приводящими к появлению новых и (или) интенсификации действующих геологических процессов;

сохранение заповедных зон, ландшафтов, исторических памятников и т.д.;

надлежащее архитектурное оформление сооружений инженерной защиты;

сочетание с мероприятиями по охране окружающей среды;

в необходимых случаях - систематические наблюдения за состоянием защищаемых территорий и объектов и за работой сооружений инженерной защиты в период строительства и эксплуатации (мониторинг).

5. При проектировании инженерной защиты следует рассматривать возможность и при необходимости предусматривать:

совмещение сооружений, выполняющих различные эксплуатационные функции;

поэтапное возведение и ввод в эксплуатацию сооружений при строгом соблюдении технологической последовательности выполнения работ;

специальные конструктивные решения и мероприятия, обеспечивающие возможность ремонта проектируемых сооружений, а также изменение их функционального назначения в процессе эксплуатации;

использование и при необходимости - реконструкцию существующих сооружений инженерной защиты.

6. Мероприятия по инженерной защите и охране окружающей среды следует проектировать комплексно, с учетом прогноза ее изменения в связи с постройкой сооружений инженерной защиты и освоением территории.

7. В составе проекта инженерной защиты следует при необходимости предусматривать организационно-технические мероприятия, предотвращающие гибель людей, исключающие возникновение аварийной ситуации или ослабляющие ее действие и снижающие возможный ущерб.

8. Инженерную защиту застроенных или застраиваемых территорий от одного или нескольких опасных геологических процессов следует проектировать независимо от ведомственной принадлежности защищаемых территорий и объектов, при необходимости предусматривать образование единой территориальной системы (комплекса) мероприятий и сооружений.

Выбор мероприятий и сооружений следует производить с учетом видов возможных деформаций и воздействий, степени ответственности и ценности защищаемых территорий, зданий и сооружений, их конструктивных и эксплуатационных особенностей.

9. Границы территорий, подверженных воздействию опасных геологических процессов, в пределах которых требуется строительство сооружений и осуществление мероприятий инженерной защиты, следует устанавливать по материалам рекогносцировочных обследований и уточнять при последующих инженерных изысканиях.

10. Строительство сооружений и осуществление мероприятий инженерной защиты не должны приводить к активизации опасных геологических процессов на примыкающих территориях.

В случае, когда сооружения и мероприятия инженерной защиты могут оказать отрицательное влияние на эти территории (заболачивание, разрушение берегов, образование и активизация оползней и др.) в проекте должны быть предусмотрены соответствующие компенсационно-восстановительные мероприятия.

11. В необходимых случаях в проекте следует предусматривать установку контрольно-измерительной аппаратуры и устройство наблюдательных скважин, постов, геодезических реперов, марок и т.д. для наблюдения в период строительства и эксплуатации за развитием опасных геологических процессов и работой сооружений инженерной защиты. В проекте должны быть предусмотрены состав и режим необходимых наблюдений (включая мониторинг) и соответствующие компенсационно-восстановительные мероприятия.

12. Работы по освоению вновь застраиваемых и реконструируемых территорий следует начинать только после выполнения первоочередных мероприятий по их защите от опасных геологических процессов.

Ввод в эксплуатацию сооружений и мероприятий инженерной защиты и строительство защищаемых объектов должны быть взаимоувязаны и гарантировать безаварийное ведение работ, а также функциональное использование сооружений инженерной защиты в экстремальных условиях.

13. Класс сооружений инженерной защиты следует назначать в соответствии с классом или категорией защищаемых объектов. При защите территории, на которой расположены объекты различных классов или категорий, класс сооружений инженерной защиты должен, как правило, соответствовать классу большинства защищаемых объектов. При этом отдельные объекты с более высоким классом или категорией могут иметь локальную защиту.

14. Нагрузки и воздействия, учитываемые в расчетах сооружений инженерной защиты, коэффициенты надежности, а также возможные сочетания нагрузок следует принимать по указаниям СНиП 2.01.07-85 с учетом требований соответствующих разделов настоящих норм.

Для сооружений инженерной защиты водоподпорного типа следует также учитывать требования СНиП 2.06.01-86.

15. Техническая эффективность и надежность сооружений и мероприятий инженерной защиты должны подтверждаться расчетами, а в обоснованных случаях - моделированием (натурным, физическим, математическим и др.) опасных геологических процессов с учетом воздействия на них проектируемых сооружений и мероприятий.

16. Экономический эффект варианта инженерной защиты определяется размером предотвращенного ущерба территории или сооружению от воздействия опасных геологических процессов за вычетом затрат на осуществление защиты.

Под предотвращенным ущербом следует понимать разность между ущербом при отказе от проведения инженерной защиты и ущербом, возможным и после ее проведения. Оценка ущерба должна быть комплексной, с учетом всех его видов как в сфере материального производства, так и в непроизводственной сфере (в том числе следует учитывать ущерб воде, почве, флоре и фауне и т.п.).

## III. Противооползневые и противообвальные сооружения и мероприятия

1. При проектировании инженерной защиты от оползневых и обвальных процессов следует рассматривать целесообразность применения следующих мероприятий и сооружений, направленных на предотвращение и стабилизацию этих процессов:

изменение рельефа склона в целях повышения его устойчивости;

регулирование стока поверхностных вод с помощью вертикальной планировки территории, устройства системы поверхностного водоотвода, предотвращение инфильтрации воды в грунт и эрозионных процессов;

искусственное понижение уровня подземных вод;

агролесомелиорация;

закрепление грунтов;

удерживающие сооружения;

прочие мероприятия (регулирование тепловых процессов с помощью теплозащитных устройств и покрытий, защита от вредного влияния процессов промерзания и оттаивания, установление охранных зон и т.д.).

2. Если применение мероприятий и сооружений активной защиты, полностью не исключает возможность образования оползней и обвалов, а также в случае технической невозможности или нецелесообразности активной защиты, следует предусматривать мероприятия пассивной защиты (приспособление защищаемых сооружений к обтеканию их оползнем, улавливающие сооружения и устройства, противообвальные галереи и др.).

3. При выборе одного или комплекса мероприятий и сооружений следует учитывать виды возможных деформаций склона (откоса), степень ответственности защищаемых сооружений.

## IV. Противооползневые сооружения и мероприятия

1. Искусственное изменение рельефа склона (откоса) следует предусматривать для предупреждения и стабилизации процессов сдвига, скольжения, выдавливания, осыпей и течения грунтов, включая оползни-потоки.

2. Образование рационального профиля склона (откоса) достигается приданием ему соответствующей крутизны, террасированием и общей планировкой склона (откоса), удалением или заменой неустойчивых грунтов, отсыпкой в нижней части склона упорной призмы (банкета).

3. При проектировании уступчатой формы откоса размещение берм и террас следует предусматривать на контактах пластов грунтов и на участках высачивания подземных вод. Ширину берм (террас) и высоту уступов, а также расположение и форму банкетов следует определять расчетом общей и местной устойчивости склона (откоса), планировочными решениями, условиями производства работ и эксплуатационными требованиями.

На террасах необходимо предусматривать устройство водоотводов, а в местах высачивания подземных вод - дренажей.

4. Удаление неустойчивых грунтов следует предусматривать, если обеспечение их устойчивости оказывается неэффективным или экономически нецелесообразным.

5. На защищаемых склонах должен быть организован беспрепятственный сток поверхностных вод, исключено застаивание вод на бессточных участках и попадание на склон вод с присклоновой территории.

6. Расчетные расходы дождевых вод в оползневой зоне следует определять по методу предельных интенсивностей. Период однократного превышения расчетной интенсивности дождя следует назначать в соответствии с требованиями СНиП 2.04.03-85.

7. Сброс талых и дождевых вод с застроенных территорий, проездов и площадей (за пределами защищаемой зоны) в водостоки, уложенные в оползнеопасной зоне, допускается только при специальном обосновании. При необходимости такого сброса пропускная способность водостоков должна соответствовать стоку со всей водосборной площади с расчетным периодом однократного переполнения не менее 10 лет (вероятность превышения 0,1). Устройство очистных сооружений на водосточных коллекторах, расположенных в оползнеопасной зоне, не допускается.

8. Выпуск воды из водостоков следует предусматривать в открытые водоемы и реки, а также в тальвеги оврагов - с соблюдением требований очистки в соответствии со СНиП 2.04.03-85 и при обязательном осуществлении противоэрозионных устройств и мероприятий против заболачивания и других видов ущерба окружающей среде.

9. Искусственное понижение уровня подземных вод (водопонижение) следует предусматривать для устранения или ослабления разупрочняющего и разрушающего воздействия подземных вод на грунты, снижения или устранения фильтрационного давления.

10. Для достижения требуемого понижения уровня подземных вод надлежит применять следующие виды водопонизительных устройств:

траншейные дренажи (открытые траншеи и канавы);

закрытые беструбчатые дренажи (траншеи, заполненные фильтрующим материалом) для осушения оползневого тела, рассчитанные, как правило, на недолговременный срок службы;

трубчатые и галерейные дренажи - в устойчивой зоне за пределами смещающихся грунтов для перехвата подземного потока при продолжительном сроке службы;

пластовые дренажи на участках высачивания подземных вод на склонах (откосах) - для предотвращения суффозии и в основании подсыпок (банкетов);

водопонизительные скважины различных типов (в том числе самоизливающиеся и водопоглощающие) в сочетании с дренажами или взамен их, в случае большей эффективности или целесообразности их применения.

11. Отвод воды из дренажных систем.

12. Удерживающие сооружения следует предусматривать для стабилизации оползневых процессов при невозможности или экономической нецелесообразности изменения рельефа склона (откоса).

Удерживающие сооружения применяют следующих видов:

подпорные стены (на естественном или свайном основании);

свайные конструкции и столбы - для закрепления неустойчивых участков склона (откоса) и предотвращения смещений грунтовых массивов по ослабленным поверхностям;

анкерные крепления - в качестве самостоятельного удерживающего сооружения (с опорными плитами, балками и т.д.) и в сочетании с подпорными стенами, сваями, столбами.

13. Для повышения эффективности работы удерживающие сооружения, когда это целесообразно по местным инженерно-геологическим условиям, следует заанкеривать в устойчивых грунтах.

14. Для свайных конструкций следует предусматривать, как правило, буронабивные железобетонные сваи. Применение забивных свай допускается в случаях, когда проведение сваебойных работ не ухудшает условий устойчивости склона (откоса).

15. При наличии подземных вод со стороны удерживающего сооружения, обращенной к грунту, следует предусматривать гидроизоляцию и устройство застойного дренажа с выводом вод за пределы подпираемого грунтового массива.

## V. Противообвальные сооружения и мероприятия

1. Удерживающие сооружения следует предусматривать для предотвращения сдвига, обрушения, обвалов и вывалов грунтов при невозможности или экономической нецелесообразности изменения рельефа склона (откоса).

Удерживающие сооружения применяют следующих видов:

поддерживающие стены - для укрепления нависающих скальных карнизов;

контрфорсы - отдельные опоры, врезанные в устойчивые слои грунта, для подпирания отдельных скальных массивов;

опояски - массивные сооружения для поддержания неустойчивых откосов;

облицовочные стены - для предохранения грунтов от выветривания и осыпания;

пломбы (заделка пустот, образовавшихся в результате вывалов на склонах) - для предохранения скальных грунтов от выветривания и дальнейших разрушений;

анкерные крепления - в качестве самостоятельного удерживающего сооружения (с опорными плитами, балками и т.д.) в виде крепления отдельных скальных блоков к прочному массиву на скальных склонах (откосах).

2. Улавливающие сооружения и устройства (стены, сетки, валы, траншеи, полки с бордюрными стенами, надолбы) следует предусматривать для защиты объектов от воздействия осыпей, вывалов, падения отдельных скальных обломков, а также обвалов объемом, определяемым расчетом, если устройство удерживающих сооружений или предупреждение обвалов, вывалов и камнепада путем удаления неустойчивых массивов невозможно или экономически нецелесообразно.

3. Улавливающие стены и сетки располагают у подошвы склонов (откосов) крутизной 25-35° для защиты от воздействия осыпей, вывалов, падения отдельных скальных обломков и небольших обвалов. Прочность и устойчивость конструкций улавливающих стен проверяются на статическую нагрузку от обвальных масс, а также на удар обломков скального грунта.

4. Улавливающие траншеи и улавливающие полки с бордюрной стеной следует размещать у подошвы обвалоопасных склонов (откосов) высотой до 60 м и крутизной более 35° для защиты от вывалов отдельных обломков грунта объемом до 1 куб. м, улавливающие - валы у подошвы обнаженных обвалоопасных склонов большой протяженности.

5. Улавливающие стены, траншеи и валы допускается располагать на склонах на высоте не более 30 м над защищаемым объектом при крутизне склона не более 25°.

С низовой стороны нагорных (расположенных на склоне) улавливающих траншей следует устраивать валы из местного грунта с упорами из каменной или бутобетонной кладки.

6. Оградительные стены следует размещать у подошвы склонов (откосов) высотой до 30 м (соответственно 50 м) и крутизной 40-45° для улавливания мелких (до 0,01 куб. м) обломков скального грунта или задерживания осыпающегося скального грунта.

7. Барражные стены следует устраивать в крутопадающих тальвегах ложбин и распадков для задерживания скатывающихся по ним скальных обломков.

В нижней части барражной стены должно быть предусмотрено отверстие для пропуска вод, стекающих по ложбине или распадку.

8. Заградительные сетки надлежит применять для защиты объектов, близко расположенных к подошве склона (откоса), от падающих скальных обломков.

9. Надолбы следует предусматривать на затяжных склонах высотой до 50 - 60 м и крутизной до 30° в комплексе с другими улавливающими сооружениями и устройствами для погашения скорости обломков скального грунта.

10. При размещении на склоне (откосе) нескольких улавливающих сооружений или устройств (кроме надолб), расположенных на разной высоте, в проекте необходимо предусматривать перекрытие их (в плане) на длину не менее 5 м.

11. В проектах улавливающих сооружений и устройств следует предусматривать возможность подъезда транспортных средств и очистки улавливающих пазух от скопления продуктов выветривания, осыпей и обвалов в условиях эксплуатации.

12. Габаритные размеры улавливающих сооружений и устройств следует назначать из условия исключения возможности перелета, выскакивания и выкатывания скальных обломков, падающих со склона (откоса).

13. Размеры и форму улавливающих пазух следует назначать по расчетам на прочность и устойчивость в зависимости от скорости, массы и размеров падающих скальных обломков.

Дну улавливающих пазух следует придавать продольный уклон не менее 0,002 по направлению к концам сооружения.

14. Противообвальные галереи необходимо размещать на обвальных участках железных, автомобильных и пешеходных дорог.

15. Галереи следует размещать на расстоянии от очага обвала, исключающем возможность падения скальных обломков непосредственно на кровлю галерей.

16. На кровле галерей необходимо устраивать амортизирующую грунтовую отсыпку, снижающую динамическое воздействие обвалов, предотвращающую повреждение конструкций и обеспечивающую скатывание обломков через галерею.

17. На кровле галерей под отсыпкой необходимо укладывать гидроизоляцию, а также предусматривать отвод с кровли галерей поверхностных вод.

Для отвода подземных вод, поступающих к галерее с верховой стороны, должен быть устроен продольный застенный дренаж.

18. Размеры поперечного сечения галерей должны удовлетворять требованиям СНиП II-44-78.

## VI. Агролесомелиорация, защитные покрытия и закрепление грунтов

1. Мероприятия по агролесомелиорации следует предусматривать в комплексе с другими противооползневыми и противообвальными мероприятиями для увеличения устойчивости склонов (откосов) за счет укрепления грунта корневой системой, осушения грунта, предотвращения эрозии, уменьшения инфильтрации в грунт поверхностных вод, выветривания, образования осыпей и вывалов.

2. В состав мероприятий по агролесомелиорации должны быть включены: посев многолетних трав, посадка деревьев и кустарников в сочетании с посевом многолетних трав или дерновкой. Подбор растений, их размещение в плане, типы и схемы посадок следует назначать в соответствии с почвенно-климатическими условиями, особенностями рельефа и эксплуатации склона (откоса), а также с требованиями по планировке склона и охране окружающей среды.

3. Посев многолетних трав без других вспомогательных средств защиты допускается на склонах (откосах) крутизной до 35°, а при большей крутизне (до 45°) - с пропиткой грунта вяжущими материалами.

4. Использование оползневых склонов в сельскохозяйственных целях, если требуемое при этом орошение может вызвать опасные последствия, следует ограничивать.

5. Для закрепления слабых и трещиноватых грунтов склонов (откосов) и повышения их прочностных и противофильтрационных свойств допускается применять цементацию, смолизацию, силикатизацию, электрохимическое и термическое закрепление грунтов.

6. Для защиты от выветривания и образования осыпей допускается применять защитные покрытия из торкрет-бетона, набрызг-бетона и аэроцема (вспененного цементно-песчаного раствора), наносимые на предварительно навешенную и укрепленную анкерами сетку.

7. Для снижения инфильтрации поверхностных вод в грунт на горизонтальных и пологих поверхностях склонов (откосов) следует применять покрытия из асфальтобетона и битумоминеральных смесей.

## VII. Противолавинные сооружения и мероприятия

1. Для инженерной защиты территории, зданий и объектов от снежных лавин применяются противолавинные мероприятия и сооружения, приведенные в таблице. (смотрите ниже)

2. Выбор противолавинных комплексов сооружений и мероприятий следует производить с учетом режима и характеристик лавин и снегового покрова в зоне зарождения, морфологии лавиносбора, степени ответственности защищаемых сооружений, их конструктивных и эксплуатационных особенностей.

3. Противолавинные сооружения следует рассчитывать с учетом следующих основных характеристик: высоты снегового покрова с вероятностью превышения 1-5% (в зависимости от степени ответственности защищаемого объекта), статического и динамического давлений сползающего снега, скорости движения лавин в месте установки сооружений, давления лавин на сооружения, высоты фронта лавин.

4. Статическое и динамическое давления сползающего снега на снегоудерживающие сооружения определяются экспериментально или рассчитываются с учетом высоты снегового покрова, физико-механических свойств снега, его сползания, характера поверхности и крутизны склона и возможности проскальзывания пласта снегового покрова между двумя рядами сооружений.

5. Давление лавин на лавинозащитные сооружения определяется из непосредственных наблюдений или расчетным методом с учетом скорости лавины в месте расположения сооружения, плотности лавинного снега, угла встречи лавины с сооружением, формы и размеров сооружения. На краевые участки отдельных сооружений секционного типа, по длине равные 1/3 высоты отсека, давление снега принимается в трехкратном размере. Изменение скорости лавинного потока на участке между рядами тормозящих сооружений допускается учитывать по расчету.

|  |  |
| --- | --- |
| Вид сооружения и мероприятия  | Назначение сооружения и мероприятия и условия их применения  |
| I. Профилактические  |  |
| Организация службы наблюдения, прогноза и оповещения | Прогноз схода лавин. Прекращение работ и доступа людей в лавиноопасные зоны на время схода лавин и эвакуация людей из опасной зоны |
| Искусственно регулируемый сброс лавин  |  Регулируемый спуск лавин и разгрузка от неустойчивых масс снега путем обстрелов, взрывов, подпиливания карнизов и т.п. на основе прогноза устойчивости масс снега на склоне  |
| II. Лавинопредотвращающие |  |
| Системы снегоудерживающих сооружений (заборы, стены, щиты, решетки, мосты), террасирование склонов, агролесомелиорация | Обеспечение устойчивости снежного покрова в зонах зарождения лавин, в том числе в сочетании с террасированием и агролесомелиорацией, регулирование снегонакопления |
| Системы снегозадерживающих заборов и щитов  | Предотвращение накопления снега в зонах возникновения лавин путем снегозадержания на наветренных склонах и плато |
| Снеговыдувающие панели (дюзы), кольктафели  | Регулирование, перераспределение и закрепление снега в зоне зарождения лавин |
| III. Лавинозащитные |  |
| Направляющие сооружения: стенки, искусственные русла, лавинорезы, клинья | Изменение направления движения лавины. Обтекание лавиной объекта |
| Тормозящие и останавливающие сооружения: надолбы, холмы, траншеи, дамбы, пазухи  | Торможение или остановка лавины  |
| Пропускающие сооружения: галереи, навесы, эстакады  | Пропуск лавин над объектом или под ним  |

## VIII. Лавинопредотвращающие сооружения и мероприятия

6. Снегоудерживающие сооружения следует размещать в зоне зарождения лавины непрерывными или секционными рядами до боковых границ лавиносбора. Верхний ряд сооружений следует устанавливать на расстоянии не более 15 м вниз по склону от наиболее высокого положения линии отрыва лавин (или от линии снеговыдувающих заборов или кольктафелей). Ряды снегоудерживающих сооружений следует располагать перпендикулярно направлению сползания снегового покрова.

7. При прерывистой (секционной) застройке склона под каждым разрывом между секциями верхнего ряда следует располагать секцию нижнего ряда.

8. Высоту снегоудерживающего забора, стенки и т.д. и расстояние между их рядами определяют в зависимости от расчетной высоты снегового покрова, дополнительной высоты снегового покрова от метелевого переноса, сползания снегового покрова и натекания его на забор, а также с учетом соскальзывания пласта снега между рядами снегоудерживающих сооружений, крутизны склона и характера его поверхности.

9. Опорную поверхность снегоудерживающего сооружения следует располагать перпендикулярно поверхности склона или отклонять вниз по склону до 15° от перпендикуляра к склону. Опорную поверхность из сеток допускается отклонять до 30°. Снежные мосты устанавливают горизонтально или поднимают до 15° к горизонту. Сооружения следует проектировать с учетом веса снежной призмы между его поверхностью и перпендикулярной к горизонту (в отдельных случаях - к склону) поверхностью.

10. Террасирование склонов применяют как самостоятельное средство для предотвращения лавин обычно на менее крутых участках зон зарождения с углом наклона склона 30°. На более крутых склонах террасы применяют как вспомогательное средство посадку деревьев между рядами снегоудерживающих сооружений. Ширину полок террас назначают не менее 1,5-1,8 расчетной высоты снегового покрова (большее значение - для сыпучего снега). Расстояние по горизонтали между террасами (от верхней бровки нижней террасы до нижней бровки верхней) назначают не более ширины террасы.

11. Застройку склона лавинопредотвращающими сооружениями следует сопровождать мероприятиями агролесомелиорации, с посадкой быстрорастущих деревьев в зонах зарождения лавин в пределах естественного распространения лесной растительности в данной местности.

12. На склонах с неустойчивыми грунтами следует применять подвесные снегоудерживающие сооружения, располагая крепления анкеров в прочных коренных породах выше линии отрыва лавин.

13. На участках, где значительное количество снега приносится в зону возникновения лавин с обратного наветренного склона или плато, система лавинопредупреждающих сооружений должна наряду со снегоудерживающими включать снегорегулирующие сооружения - снеговыдувающие заборы, кольктафели и снегозадерживающие заборы.

14. Снегозадерживающие заборы следует устанавливать на наветренном склоне или плато непрерывными рядами перпендикулярно основному направлению метелевого переноса. Просветность щитов заборов должна составлять 0,4-0,45, а расстояние от нижнего края забора до поверхности склона - не более 0,2 высоты забора. Высоту забора и число рядов определяют в зависимости от расчетного объема снегопереноса.

15. Расстояние между рядами снегозадерживающих заборов определяют в зависимости от высоты забора и крутизны наветренного склона. При крутизне наветренного склона больше 20° применение снегозадерживающих заборов нецелесообразно.

16. Снеговыдувающие панели (дюзы) следует устанавливать под углом 60-90° к горизонту непрерывными рядами или с разрывами на верхней бровке зоны зарождения лавины. Разрывы в ряду могут быть связаны с особенностями морфологии бровки. Просветность панелей может достигать 0,2-0,3, высота панели 3-4 м, расстояние между нижним краем панели и поверхностью бровки должно быть не более 0,25-0,3 высоты панели.

17. Расстояние между последним рядом снегозадерживающих заборов на наветренном склоне или плато и снеговыдувающими панелями на бровке зоны зарождения лавин должно быть не менее 12-13 высот снегозадерживающего забора.

18. Все типы снеговыдувающих сооружений следует применять при направлении господствующего ветра относительно фронта сооружения в пределах от 50 до 90°. При угле направления ветра 30-50° или при отсутствии господствующего направления рекомендуется использовать пирамидальные и крестовидные кольктафели.

19. Кольктафели следует размещать в зоне зарождения лавин ниже линии снеговыдувающих заборов на расстоянии 2 h, где h - высота кольктафеля, принимаемая равной 4-4,5 м. Просвет между панелями кольктафеля и поверхностью склона должен составлять 1-1,5м.

При отсутствии снеговыдувающих панелей верхняя линия кольктафелей должна располагаться на уровне самого высокого положения линии отрыва лавин. Форма кольктафелей и их размеры определяются в зависимости от снеговетровых условий в зоне их расположения.

## IX. Лавинозащитные сооружения

20. Лавинотормозящие сооружения следует проектировать для уменьшения или полного гашения скорости лавин на конусах выноса в зоне отложения лавин, где крутизна склона менее 23°. В отдельных случаях, когда защищаемый объект оказывается в зоне зарождения лавин и лавина имеет небольшой путь разгона, возможно расположение лавинотормозящих сооружений на склонах крутизной более 23°.

Высоту лавинотормозящих сооружений следует назначать не менее суммы высот снегового покрова в месте их расположения и фронта лавины.

Расстояние между лавинотормозящими сооружениями в ряду назначается равным 3-4, а между рядами - 4-5 высотам сооружения. Сооружения нижнего ряда устанавливаются напротив просветов верхнего ряда. Число рядов зависит от требуемой величины снижения скорости, но должно быть не менее трех. Снижение скорости определяется расчетным методом с учетом размеров лавинотормозящих сооружений и числа рядов сооружений.

21. Направляющие дамбы и стены, лавинорезы следует устанавливать на участках зоны отложения лавины при крутизне склона менее 23°, высоту сооружений следует назначать не менее высоты фронта лавины. Угол в месте начала встречи лавины с сооружением не должен быть более 10°.

22. Лавиноостанавливающие сооружения (дамбы и стенки) следует устанавливать в зоне отложения лавин с крутизной склона менее 23° и при скоростях лавин в месте установки сооружения менее 25 м/с. На подходе к сооружению с нагорной стороны следует устраивать пазухи (выемки) для аккумуляции лавинных отложений, объем которых должен быть не менее расчетного объема лавин. Лавиноостанавливающие сооружения следует сочетать с лавинотормозящими сооружениями.

23. Противолавинные галереи следует применять для пропуска лавин над автомобильными и железными дорогами в зонах транзита лавин, где путь лавины локализован условиями рельефа (четко выраженные в рельефе лотки) или есть возможность их локализации путем возведения лавинонаправляющих сооружений или искусственных лотков. При необходимости эти сооружения могут выходить на кровлю галерей.

24. Для пропуска лавин под линейными объектами следует сооружать специальные виадуки и мосты. Размеры их пропускных отверстий должны обеспечивать беспрепятственный пропуск лавин, элементы конструкции - выдерживать давление снеговоздушного потока. Их также целесообразно сооружать только в местах локализации лавин рельефом.

25. При проектировании противолавинных сооружений следует предусматривать отвод поверхностных вод и дренажные устройства.

## X. Противокарстовые мероприятия

1. Противокарстовые мероприятия следует предусматривать при проектировании зданий и сооружений на территориях, в геологическом строении которых присутствуют растворимые горные породы (известняки, доломиты, мел, обломочные грунты с карбонатным цементом, гипсы, ангидриды, каменная соль), имеются карстовые проявления на поверхности (карры, поноры, воронки, котловины, полья, долины) и (или) в глубине грунтового массива (разуплотнения грунтов, полости, каналы, галереи, пещеры, воклюзы).

2. При отсутствии карстовых проявлений на поверхности и в толще грунтов, отделенных от зоны карста слоем прочных горных пород и надежным водоупором, препятствующими влиянию возможных обрушений пород в подземных полостях на покровную толщу и выносу из нее грунтов, территория может рассматриваться как карстово-неопасная для зданий и сооружений и проекты ее застройки следует выполнять как для некарстовых районов.

*Примечание. Надежным водоупором считается непрерывный слой горных пород с коэффициентом фильтрации не более 0,001 м/сут и толщиной не менее 1/5 действующего на него напора, но не менее 5 м.*

3. В материалах изысканий должно быть описание карстовых проявлений и характера угрожающей опасности, динамики их развития.

4. Противокарстовые мероприятия должны:

предотвращать активизацию, а при необходимости и снижать активность карстовых и карстово-суффозионных процессов;

исключать или уменьшать в необходимой степени карстовые и карстово-суффозионные деформации грунтовых толщ, или, наоборот, способствовать стабилизации условий строительства ускорением карстовых деформаций;

предотвращать повышенную фильтрацию и прорывы воды из карстовых полостей в подземные помещения и горные выработки;

обеспечивать возможность нормальной эксплуатации территорий, зданий, сооружений, подземных помещений и горных выработок при допущенных карстовых проявлениях.

5. Противокарстовые мероприятия следует выбирать в зависимости от характера выявленных и прогнозируемых карстовых проявлений, вида карстующихся пород, условий их залегания и требований, определяемых особенностями проектируемой защиты и защищаемых сооружений, предприятий, территорий с учетом СНиП 2.02.01-83.

6. В качестве основных противокарстовых мероприятий при проектировании зданий и сооружений следует предусматривать:

устройство оснований зданий и сооружений ниже зоны опасных карстовых проявлений;

заполнение карстовых полостей;

искусственное ускорение формирования карстовых проявлений;

создание искусственного водоупора и противофильтрационных завес;

закрепление и уплотнение грунтов;

водопонижение и регулирование режима подземных вод;

организацию поверхностного стока;

применение конструкций зданий и сооружений и их фундаментов, рассчитанных на сохранение целостности и устойчивости при возможных деформациях основания.

При проектировании горных предприятий следует также предусматривать бурение контрольных разведочных скважин, опережающих разработку пород, и при необходимости тампонаж, а при проходке горных выработок - также замораживание горных пород.

7. Опирание фундаментов на прочные грунты, залегающие ниже зоны опасных карстовых проявлений, следует предусматривать в случаях, когда эта зона достаточно разведана и имеются необходимые средства для глубокого заложения фундаментов.

Допускается прорезать фундаментами не всю толщу карстующихся пород при условии:

отсутствия угрозы обрушения (провала) грунтов основания фундаментов (наличие достаточно мощного целика прочных пород над нижележащим горизонтом карста);

осуществления контролируемого заполнения полостей и трещин толщи скальных пород на необходимую глубину непосредственно под фундаментом (сваей, столбом) или (когда это требуется по условиям передачи нагрузки на основание) под всем сооружением.

8. Заполнение подземных пустот при основании сооружений на нескальных грунтах, покрывающих карстующиеся породы, допускается предусматривать в верхней части карстовой зоны с расчетом на образование достаточно мощного целика прочных пород, предохраняющих покровную толщу от влияния на нее возможных деформаций в нижележащей (не заполняемой) зоне карста.

Поиск, заполнение и контроль эффективности заполнения карстовых пустот целесообразно выполнять одной специализированной организацией или совместно с проектно-изыскательской и производственной организациями.

При контроле эффективности производственного заполнения пустот должны быть использованы методы, применявшиеся при их поиске.

9. Ускорение формирования карстовых проявлений, например, взрывание пород в полостях для предотвращения их внезапного обрушения, применение агрессивных растворов для повышения при необходимости водоотдачи и водопроводимости горных пород, а также для добычи полезных ископаемых должно ограничиваться решением частных задач и сопровождаться определенным восполнением ущерба, причиняемого окружающей среде.

10. Создание искусственного водоупора путем инъекции цементных, глинистых, глиноцементных и смоляных растворов в трещиноватые скальные породы или с помощью струйной цементации, химического и электрохимического закреплений нескальных грунтов допускается предусматривать для предотвращения выноса нескальных грунтов в трещины и полости подстилающих карстующихся пород, если они не прикрыты сплошным природным водоупором.

Сплошность водоупора должна быть обеспечена в пределах расчетных границ сдвижения горных пород под сооружением.

11. При отсутствии или недостаточности водоупора, прикрывающего закарстовые породы, и затруднениях по устройству искусственного водоупора следует предусматривать меры по недопущению значительного снижения напора подземных вод в карстовой зоне по сравнению с напором в покровной толще. Для исключения повышения скорости воды в карстующихся породах следует, как правило, избегать забора воды из них. При необходимости забора воды из карстовой зоны и понижения уровня подземных вод в ней необходимо проектировать соответствующее (в зависимости от наличия и противофильтрационной устойчивости разделяющего слоя) водопонижение и в покровной толще (с водозабором из нее), а также водозащитные мероприятия (герметичность водонесущих коммуникаций, асфальтирование территории и организация поверхностного стока).

Роль водозащитных мероприятий особенно возрастает в условиях неводоносной покровной толщи.

12. Для уменьшения питания и, соответственно, водообмена и водообильности карстующихся пород водами из интенсивных источников (например, из поверхностных водоемов, водотоков и др.) следует проектировать экранирование водотоков и водоемов и противофильтрационные завесы (тампонаж горных пород), осуществляемые инъекционными методами.

13. В случае обнаружения при изысканиях разуплотненных грунтов в пределах сжимаемой толщи основания сооружения, в проекте следует предусматривать прорезающие их свайные фундаменты, виброуплотнение, буроинъекционные сваи.

14. Если предусмотренные мероприятия не устраняют полностью возможность деформаций грунтов оснований сооружений, то следует проектировать фундаменты (как правило, из монолитного железобетона) и конструкции сооружений, рассчитанные на восприятие усилий, возникающих при ожидаемых деформациях оснований, предусматривать эксплуатируемые подземные помещения и возможность выполнения из них инъекционных работ для восстановления оснований фундаментов при образовании под ними воронок, провалов, проседаний грунтов.

15. В необходимых случаях в проектах противокарстовой защиты следует предусматривать организацию службы наблюдения за деформациями сооружений, их оснований и развитием карстовых процессов, с соответствующей производственной базой для проведения противокарстовых мероприятий и ремонтов сооружений.

## XI. Сооружения и мероприятия для защиты от затопления и подтопления

1. К основным сооружениям и мероприятиям инженерной защиты от затопления и подтопления следует относить:

искусственное повышение поверхности территории;

устройство дамб обвалования;

регулирование стока и отвода поверхностных и подземных вод;

дренажные системы и отдельные дренажи;

регулирование русел и стока малых рек;

спрямление и углубление русел, их расчистка, заключение в коллектор;

устройство дренажных прорезей для обеспечения гидравлической связи "верховодки" и техногенного горизонта вод с подземными водами нижележащего горизонта, имеющего хорошие условия разгрузки;

агролесомелиорацию.

2. Системы, объекты, сооружения и мероприятия инженерной защиты от затопления и подтопления следует проектировать в соответствии с требованиями СНиП 2.06.15-85.

3. При проектировании следует различать территории:

подтопленные - с уровнем подземных вод выше проектируемой нормы осушения;

потенциально-подтапливаемые - с высоким залеганием водоупора, сложенные толщей слабофильтрующих грунтов, имеющих литологическое строение и рельеф, способствующие накоплению инфильтрационных вод, атмосферных осадков и утечек водонесущих коммуникаций;

неподтапливаемые (в многолетней перспективе), сложенные достаточно мощной толщей фильтрующих грунтов при достаточном фронте разгрузки подземных вод;

затопляемые паводками (временное затопление) и водохранилищами (постоянное затопление);

не подверженные затоплению.

4. Для защиты подтопленных территорий следует рассматривать целесообразность применения дренажей, в том числе в сочетании с повышением территорий (образованием искусственного рельефа).

5. Для потенциально-подтапливаемых территорий следует предусматривать инженерную защиту как систему профилактических мероприятий, к которой относятся:

инженерная подготовка территорий - организация рельефа, устройство постоянных и временных водостоков и дорог с водоотводом;

локальные средства инженерной защиты - пластовые, пристенные и кольцевые дренажи, а также предупреждающие барражный эффект от фундаментов зданий и сооружений; организация стока дождевых и талых вод с крыш;

предупреждение утечек из водонесущих коммуникаций и емкостей с жидкостями - сопутствующие дренажи и другие специальные мероприятия.

6. Для защиты территорий от временного и постоянного затоплений следует применять искусственное повышение поверхности территорий или дамбы обвалования.

7. При повышении территории из-за подтопления ее проектная отметка должна обеспечивать требуемую норму осушения с учетом прогноза подъема подземных вод и эффективности работы дренажных систем, регулирования открытых водоемов и водотоков. При этом гидрогеологическим расчетом следует определять эффективность работы дренажных систем при различных расчетных параметрах дренажа и отметках территории. При защите от затопления отметка повышенной территории назначается в соответствии с требованиями СНиП 2.06.15-85.

В проекте вертикальной планировки отметки, назначенные согласно условиям незатопляемости, следует считать как минимально допустимые.

8. При комплексной защите территорий от затопления и подтопления, когда по условиям затопления необходимо назначать более высокую отметку, нежели по требованиям защиты от подтопления, целесообразно повышать только прибрежную полосу, сопрягая ее с основной территорией широкими террасами или пологими откосами.

9. Дренирование повышенной территории и основания насыпи должно:

предупреждать образование подземных вод в верхних слоях грунтов как следствие утечек и инфильтрации;

защищать территорию от подтопления паводковыми водами реки и со стороны;

обеспечивать разгрузку подземных вод с прилегающих территорий.

10. Инженерную защиту территорий от временного и постоянного затоплений дамбами обвалования следует применять, как правило, на застроенных территориях.

Ограждающие дамбы, предохраняющие территорию от постоянного или временного затоплений, необходимо проектировать в комплексе с другими защитными мероприятиями:

организацией рельефа защищаемой территории;

регулированием поверхностного и подземного стоков, с применением насосных станций.

Сохранение бессточных участков и заболоченностей в пределах защищаемой территории не допускается.

Проект дамб должен предусматривать:

комплекс мероприятий по водопользованию и благоустройству защитной дамбы и защищаемой территории в соответствии с архитектурно-планировочным заданием;

предупреждение опасных размывов русла, противооползневого берега и участков сопряжения сооружений с неукрепленным берегом, вызываемых стеснением русла.

Отметку гребня и профиль дамб следует рассчитывать согласно указаниям СНиП 2.06.15-85.

## XII. Основные принципы определения условий возникновения оползней-потоков в просадочных грунтах

Оползни-потоки возникают в результате появления источников увлажнения в просадочных грунтах, которые имеются в предгорных районах повсеместно и залегают на различных глубинах, чаще всего на глубине 12-14 м.

Увлажнение просадочного грунта вызывает потерю его прочности и образование над ним свода из вышележащих слоев грунта. Таким образом формируется русло будущего оползня. При достаточной ширине зоны замачивания арочный эффект оказывается исчерпанным, свод проваливается в зону просадки с одновременным отрывом своих крайних частей от бортов русла. При достаточной длине зоны замачивания и некотором уклоне дна русла сформировавшееся тело оползня быстро сходит вниз по руслу.

При таком механизме формирования тела оползня разрушение грунта в различных частях поперечного сечения русла происходит по следующим причинам:

в замке свода - от сдвигающих напряжений, возникающих при сжатии замка вследствие поворота вокруг центра вращения;

в верхней части бортов русла - от растягивающих напряжений, путем отрыва;

в нижней части русла - от разжижения и сжатия грунта, в конечном счете - от сдвигающих напряжений при сжатии;

в зоне просадки - от сдвигающих напряжений при сжатии и разжижении грунта.

Равновесие грунтового свода будет иметь место при равенстве разрушающего момента, вызываемого собственным весом грунта, находящегося в русле будущего оползня, и суммы моментов сил, удерживающих от поворота вокруг центра вращения.

При этом изменение прочностных характеристик грунта соответствует распределению влажности в теле откоса или по поперечному профилю оползня-потока, характерному для расчетного сезона года. В реальных откосах и склонах расчетные прочностные характеристики грунтов должны иметь вид, соответствующий конкретным геологическим условиям и характеристикам каждого рассчитываемого поперечного профиля в отдельности.

## Заключение

Для выбора оптимального варианта инженерной защиты технические и технологические решения и мероприятия должны быть обоснованы и содержать оценки экономического, социального и экологического эффектов при осуществлении варианта или отказе от него.

Обоснованию и оценке подлежат варианты технических решений и мероприятий, их очередность, сроки осуществления, а также регламенты обслуживания создаваемых систем и защитных комплексов.

Расчеты, связанные с соответствующими обоснованиями, должны основываться на исходных материалах одинаковой точности, детальности и достоверности, на единой нормативной базе, одинаковой степени проработки вариантов, идентичном круге учитываемых затрат и результатов. Сравнение вариантов при различии в результатах их осуществления должно учитывать затраты, необходимые для приведения вариантов к сопоставимому виду.

При определении экономического эффекта инженерной защиты в размер ущерба должны быть включены потери от воздействия опасных геологических процессов и затраты на компенсацию последствий от этих воздействий. Потери для отдельных объектов определяются по стоимости основных фондов в среднегодовом исчислении, а для территорий - на основе удельных потерь и площади угрожаемой территории, с учетом длительности периода биологического восстановления и срока осуществления инженерной защиты.

Предотвращенный ущерб должен быть суммирован по всем территориям и сооружениям независимо от границ административно-территориального деления.

В состав затрат должны быть включены капитальные вложения и текущие эксплуатационные расходы с учетом изменения их значимости во времени. Подлежат учету как затраты из бюджета, так и из личных средств населения, а также потери, сопровождающие осуществление инженерной защиты.

В состав капитальных вложений входят средства на создание новых и реконструкцию существующих сооружений инженерной защиты, предотвращающих воздействие опасных геологических процессов, осуществление мероприятий, не создающих основных фондов. В состав эксплуатационных затрат входят текущие расходы на содержание и обслуживание сооружений и устройств инженерной защиты, в том числе относимые на основную деятельность и осуществляемые за счет дополнительных ассигнований, а также оплата услуг, связанных с инженерной защитой.

При оценке затрат на инженерную защиту должны быть учтены изменения природной среды по мере осуществления инженерной защиты, увеличения степени освоения территории, ускорения научно-технического прогресса, уменьшения антропогенного воздействия на природную среду, изменения продуктивности сельскохозяйственных и лесных угодий.

Все стоимостные показатели должны быть приведены к единому моменту времени, в качестве начала которого следует принять срок начала осуществления инженерной защиты.

Экологический эффект инженерной защиты следует оценивать изменением природного потенциала защищаемой территории, ее репродуктивной способности, устойчивости к антропогенным воздействиям, а также сохранением флоры и фауны.

При оценке социального эффекта должно быть учтено улучшение условий жизни населения в результате использования по возможности более благоприятных мест и условий проживания и работы, сокращения заболеваемости и увеличения периода активной деятельности и продолжительности жизни в целом, сохранения эстетической ценности природных ландшафтов.

Надежность сооружений и мероприятий инженерной защиты следует определять с учетом класса или категории защищаемого объекта. При необходимости следует предусматривать дублирование отдельных элементов сооружений инженерной защиты, а также соответствующую систему их обслуживания, включая мониторинг.

Проектирование и расчет конструкционной надежности отдельных сооружений инженерной защиты следует выполнять в соответствии с требованиями строительных норм на проектирование защищаемых объектов и методиками определения коэффициентов надежности по нагрузкам и воздействиям.

## Библиографический список

1. В.П. Ананьев, А.Д. Потапов Инежнерная геология. М: Высш. Шк. 2000 г.
2. С.Б. Ухов, В.В. Семенов, С.Н. Чернышев Механика грунтов, основания, фундаменты. М: Выс. Шк. 2002 г.
3. В.И. Темченко, А. А Лапидус, О.Н. Терентьев Технология строительных процессов М: Выс. Шк. 2002 г.
4. В.И. Теличенко, А.А. Лапидус, О.М. Терентьев, В.В. Соколовский Технология возведения зданий и сооружений М: Выс. Шк. 2002 г.
5. СНиП 2.01.15-90 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических грузов.