

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный  
аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

Архитектурно-строительный факультет  
Кафедра строительных материалов и конструкций

## **ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ**

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по дисциплине

и для самостоятельной работы

для аспирантов по направлению подготовки

08.06.01 Техника и технологии строительства

(уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Краснодар

КубГАУ

2019

*Составители:* Маций С.И., Рябухин А.К.

**Инженерная геология** : метод. указания по дисциплине и для самостоятельной работы / сост. С. И. Маций, А. К. Рябухин – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 64 с.

Метод. указания предназначен для аспирантов по направлению подготовки 08.06.01 - Техника и технология строительства

Рассмотрено и одобрено методической комиссией архитектурно-строительного факультета Кубанского государственного аграрного университета, протокол № 2 от 22.10.2019.

Председатель  
методической комиссии



А. М. Блягоз

© Маций С.И., Рябухин А.К.,  
составление, 2019

© ФГБОУ ВО «Кубанский  
государственный аграрный  
университет имени  
И. Т. Трубилина», 2019

## **ЛЕКЦИЯ 1**

### ***ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ИЗЫСКАНИЯМ***

При инженерно-геологических изысканиях на оползнеопасных участках помимо изучения геологического строения, гидрогеологических условий, свойств грунтов, а также проведения других общепринятых и обязательных исследований освещаются следующие вопросы:

- тип оползней, их возраст, положения базисов, морфометрические параметры, форма поверхности скольжения, основной деформирующийся горизонт и механизм смещения;

- приуроченность оползневых процессов к определенным геологическим образованиям, тектоническим структурам и геоморфологическим элементам;

- роль отдельных природных и антропогенных факторов оползнеобразования в снижении устойчивости склонов и откосов (на основе установления зависимости между активностью оползневых подвижек и интенсивностью проявления факторов оползнеобразования);

- степень устойчивости склона или откоса и прогноз его дальнейшего поведения (возможности активизации старых или возникновения новых оползней, определение стадии развития действующих и др.);

- опыт осуществленной в данном районе противооползневой защиты с анализом ее эффективности;

- оценка геологических рисков и необходимость противооползневой защиты, ее основные направления, очередность строительных работ.

Для обеспечения качества и согласованности получаемых результатов инженерно-геологические изыскания включают в себя этапы подготовительных (предполевых), полевых и камеральных работ.

В состав подготовительных работ по инженерно-геологическим изысканиям входят:

- сбор и обработка материалов изысканий прошлых лет;

- дешифрирование космо- и аэроматериалов, аэровизуальные наблюдения.

По результатам подготовительных работ составляются программа изысканий и предварительная карта оползневых процессов по всей трассе изучаемой автомобильной дороги. Масштаб карты в зависимости от протяженности дороги может варьировать в пределах от 1:2000 до 1:25000.

В состав полевых работ по инженерно-геологическим изысканиям входят:

- маршрутные наблюдения;

- проходка горных выработок;

- геофизические исследования;

- полевые исследования грунтов;

- гидрогеологические исследования;

- обследование грунтов оснований фундаментов существующих зданий и сооружений, расположенных в зоне влияния оползневого процесса;

- стационарные наблюдения (мониторинг компонентов геологической среды).

В состав камеральных работ по инженерно-геологическим изысканиям входят:

- лабораторные исследования грунтов и подземных вод;

- разработка прогноза устойчивости склонов и откосов различной срочности;

- оценка опасности и риска оползневых процессов;

- разработка рекомендаций по проектированию и содержанию сооружений инженерной защиты;

- разработка технического отчета.

Основанием для выполнения инженерно-геологических изысканий на оползнеопасных склонах и откосах автомобильных дорог является договор между заказчиком и исполнителем с неотъемлемыми к нему приложениями: техническим заданием, программой работ, календарным планом и расчетом стоимости.

Техническое задание на выполнение инженерно-геологических изысканий должно содержать следующие сведения:

- наименование объекта исследования;

- характеристику проектируемых и реконструируемых сооружений;

- сведения о стадийности и сроках проектирования;

- цели и задачи инженерно-геологических изысканий;

- данные о местоположении и границах исследуемой территории;

- сведения о ранее выполненных инженерно-геологических изысканиях;
- основные характеристики природных и техногенных условий исследуемой территории;
- характеристику ожидаемых воздействий объекта строительства на природную среду;
- данные о наблюдавшихся на исследуемой территории осложнениях в процессе строительства и эксплуатации сооружений (деформациях и аварийных ситуациях);
- требования к программе инженерно-геологических изысканий;
- требования к точности, надежности, достоверности и обеспеченности получаемых результатов;
- требования к составлению и содержанию прогноза изменений природных и техногенных условий;
- требования к оценке опасности и риска от оползневых процессов;
- требования к составлению рекомендаций по строительству и содержанию мероприятий инженерной защиты;
- сведения о необходимости выполнения научного сопровождения в процессе инженерно-геологических изысканий;
- перечень нормативных документов, в соответствии с требованиями которых необходимо выполнять работы;
- требования к составу, срокам, порядку и форме предоставления изыскательской продукции.

К техническому заданию должны прилагаться графические и текстовые документы, необходимые для организации и проведения инженерно-геологических изысканий на соответствующей стадии проектирования.

Предусмотренные в техническом задании требования к полноте, достоверности, точности и качеству отчетных материалов могут уточняться исполнителем инженерно-геологических изысканий при составлении программы работ и в процессе выполнения изыскательских работ по согласованию с заказчиком.

Программа инженерно-геологических изысканий должна полностью соответствовать техническому заданию заказчика и содержать его требования, принятые к выполнению исполнителем инженерно-геологических изысканий, в том числе:

- характеристику степени изученности природных условий по материалам ранее выполненных инженерно-геологических изысканий, а также оценку возможности использования этих данных;

- краткую характеристику природных и техногенных условий района, влияющих на организацию и производство инженерно-геологических изысканий;

- рабочие гипотезы об условиях формирования и причинах оползневого процесса, механизме смещения, стадии развития оползневого цикла;

- обоснование расширения границ территории проведения инженерно-геологических изысканий (при необходимости);

- требования к организации и производству изыскательских работ (составу, объему, методам, технологии, последовательности, месту и времени проведения);

- обоснование применения современных нестандартизированных технологий и методов производства изысканий;

- обоснование необходимости выполнения научно-исследовательских работ при изысканиях для проектирования крупных и уникальных объектов в сложных природных и техногенных условиях;

- мероприятия по обеспечению безопасных условий труда с учетом особенностей исследуемой территории и характера выполняемых работ, а также порядок реагирования на чрезвычайные ситуации;

- мероприятия по охране окружающей среды и предотвращению ее загрязнения при выполнении работ;

- перечень и состав отчетных материалов, сроки их предоставления.

Границы обследуемой территории необходимо определять с учетом ожидаемого негативного техногенного воздействия (при хозяйственном освоении площадки проектируемого строительства и прилегающей территории) и развития оползнеобразующих процессов (боковой и донной эрозии, абразии, выветривания и др.).

При составлении программ изысканий на оползневых склонах и откосах автомобильных дорог состав и объем изыскательских работ следует намечать с учетом:

- стадии проектирования;

- стадии оползневого процесса;



- категории автомобильной дороги;
- степени изученности участка исследованиями прежних лет.

Инженерно-геологические изыскания для разработки предпроектной документации имеют целью собрать основные данные, характеризующие природные условия исследуемого района в объеме, достаточном для оценки намеченных вариантов трассы и выбора основного направления инженерной защиты. Изучение природных условий осуществляется путем ознакомления с имеющимися фондовыми материалами, данными космо- и аэрофотосъемки, осмотра трассы и выполнения наземных изысканий на отдельных сложных участках.

На стадии разработки проектной документации выполняется основной объем работ по инженерно-геологическим изысканиям, которые должны обеспечивать получение необходимых материалов для обоснования принятия конструктивных решений дорожной одежды, земляного полотна, противооползневой защиты, составления проекта организации строительства и разработки мероприятий по охране окружающей среды.

Инженерные изыскания для разработки рабочей документации проводятся с целью детализации и уточнения природных условий в пределах сферы взаимодействия сооружений с окружающей средой. При этом на данной стадии в случае необходимости продолжают организованные ранее стационарные наблюдения за оползневыми процессами и оползнеобразующими фак-

торами, а также создаются дополнительные наблюдательные пункты.

Инженерно-геологические изыскания в период строительства и эксплуатации автомобильных дорог в районах развития опасных склоновых процессов должны обеспечивать получение данных о соответствии заложенных в рабочей документации характеристиках природных условий фактической ситуации, а также об их изменении во времени. Полученная информация используется для контроля или корректировки проектных решений и мероприятий, связанных с повышением устойчивости, надежности и эксплуатационной пригодности.

Состав и объем изыскательских работ в зависимости от стадии развития оползневого процесса приведены в таблице 1. Масштаб специализированной (оползневой) инженерно-геологической съемки в зависимости от категории дороги и стадии проектирования представлен в таблице 2.

При инженерно-геологических изысканиях на оползнеопасных участках типы и подтипы склоновых процессов по механизму смещения пород, а также условия их возникновения и характер проявления необходимо устанавливать в соответствии с таблицей 4.1 СП 11–105–97 (часть II).

Для участков автомобильных дорог высокой категории (I и II) требуется проведение полного комплекса и значительных объемов изыскательских работ, для участков дорог более низкой категории при хорошей

изученности территории можно ограничиться упрощенным комплексом.

При наличии достаточного количества и качества материалов изысканий прошлых лет возможно сокращение объемов работ при учете требований подраздела 5.2 СП 11–105–97 (часть I). В случаях, когда материалы отсутствуют или оцениваются как недостаточные, сомнительные или устаревшие, изыскания следует выполнять в полном объеме.

Т а б л и ц а 1 – Состав и объем изыскательских работ в зависимости от стадии развития оползневой процесса

Стадия оползневой процесса	Характерные признаки стадии оползневой процесса	Задачи исследований	Методы исследований
----------------------------	---	---------------------	---------------------

<p>Подготовительный период</p>	<p>Повышение напряжений при эрозионном (абразионном) или техногенном воздействии на склон Увеличение влажности, выветривание Уменьшение прочности грунта</p>	<p>Установление возможности проявления оползневого процесса, факторов его активизации</p>	<p>Сбор данных по объектам-аналогам Измерение напряжений в массиве и порового давления Определение свойств грунтов Наблюдения за уровнем грунтовых вод и напорами Расчетные методы</p>
--------------------------------	--	---	--

Начальный период проявления	Образование трещин растяжения Оконтуривание трещинами тела оползня Начало оседания поверхности с образованием западины, появление вала выпирания в основании склона	Определение масштабов начинающегося процесса, оперативный прогноз времени оседания	Измерение трещин Стационарные наблюдения за поверхностными и глубинными перемещениями, уровнем грунтовых вод Расчетные методы
-----------------------------	---	--	---

<p>Основное смещение оползня</p>	<p>Отчленение оползневых тел и основное их смещение Регрессивное или прогрессивное развитие Проявление различных форм и скоростей движения частей оползневых тел</p>	<p>Оперативный прогноз дальнейшего смещения</p>	<p>Определение изменений формы поверхности склона, векторов и скоростей смещения, мощности оползня, трещинная оползневая съемка Расчетные методы</p>
----------------------------------	--	---	--

<p>Временная стабилизация</p>	<p>Неизменность формы склона Отсутствие появления свежих трещин растяжения Появление растительности и ее нормальное развитие</p>	<p>Оценка возможности повторной активизации процесса и дальнейшего смещения</p>	<p>Стационарные наблюдения за реперами и уровнем грунтовых вод, напорами, периодические обследования с выполнением отдельных видов работ в целях контроля стабилизации склона</p>
-------------------------------	--	---	---

Повторные смещения	Оползни последующих генераций Характерные признаки, присущие предыдущим стадиям	Определение степени оползнеопасности и активности смещений в отдельных частях склона	Определение изменений формы поверхности склона и отдельных его частей, наблюдения за смещениями и образованием блоков, трещинная оползневая съемка
Длительная стабилизация	Заращение склона древесной растительностью Постепенное сглаживание типичного оползневого рельефа	Контроль состояния склона	Периодические обследования



Т а б л и ц а 2 – Масштаб специализированной (оползневой) инженерно-геологической съемки в зависимости от категории дороги и стадии проектирования

Стадия проектирования	Категория дороги	Масштаб инженерно-геологической съемки
Предпроектная	I–V	1:2000–1:25000
Проектная	I–V	1:500–1:1000
Рабочая	III–V	1:500
	I–II	1:200

В случае выявления в процессе изысканий ранее неизвестных условий, которые могут оказать неблагоприятное влияние на строительство и эксплуатацию сооружений, исполнитель изысканий должен поставить заказчика в известность о необходимости их дополнительного изучения и внесения соответствующих изменений в программу работ в части увеличения продолжительности и (или) стоимости изысканий.

К проведению инженерно-геологических изысканий привлекаются организации, оснащенные необходимой приборной и инструментальной базой, имеющие в своем составе квалифицированных специалистов. Организация, осуществляющая изыскания, должна иметь соответствующие разрешающие документы на выполнение данного вида работ, предусмотренные законодательством Российской Федерации (допуски саморегулируемых организаций, сертификаты на применяемое обо-

рудование и т. п.). К проведению изысканий нецелесообразно допускать мелкие неспециализированные организации, которые в силу краткосрочности работ, их малых объемов, отсутствия опыта и недостатка квалифицированных кадров не способны правильно оценить инженерно-геологические условия участка строительства.

В связи со сложностью решаемых задач инженерно-геологические изыскания на оползнеопасных участках автомобильных дорог необходимо проводить совместно в комплексе с инженерно-геодезическими, инженерно-гидрометеорологическими и инженерно-экологическими изысканиями, выполняемыми согласно СП 11–104–97, СП 11–103–97 и СП 11–102–97 соответственно.

## **ЛЕКЦИЯ 2**

### ***ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ***

Сбор и обработка имеющихся материалов являются основой для составления рабочей гипотезы об инженерно-геологических условиях трассы автомобильной дороги и предшествуют выполнению основного комплекса полевых исследований.

Сбор и обработку материалов изысканий и исследований прошлых лет осуществляют в соответствии с подразделами 5.2, 5.3 СП 11–105–97 (часть I) и пунктами 4.2.1–4.2.3 СП 11–105–97 (часть II).

В состав анализируемых источников следует включать материалы исследований (научные публикации, рекомендации, руководства, акты обследований участков, заключения комиссий, данные мониторинга и т. п.) по территории проектируемой или существующей автомобильной дороги.

При анализе собранных материалов основное внимание необходимо уделять особенностям механизма оползневого процесса, приведенным примерам оползней, результатам исследований физико–механических свойств грунтов, данным об активности оползневого процесса на исследуемой территории, рекомендациям по предупреждению и устранению главных причин оползнеобразования и т. п.

По результатам сбора и обработки материалов изысканий и исследований прошлых лет в техническом отчете должен быть представлен анализ:

- опыта эксплуатации исследуемой и других автомобильных дорог на участках с аналогичными инженерно–геологическими условиями;

- эффективности мероприятий инженерной защиты на оползнеопасных участках автомобильных дорог со схожими инженерно-геологическими условиями;

- причин возникновения чрезвычайных ситуаций, вызванных активизацией оползневых процессов, а также отказов сооружений инженерной защиты;

- влияния природных и техногенных факторов на функционирование исследуемой автомобильной дороги;

- изменения отдельных факторов инженерно-геологических условий в процессе дальнейшей эксплуатации автомобильной дороги, в том числе при строительстве и эксплуатации сооружений инженерной защиты;

- динамики развития оползневого процесса по отношению к исследуемому участку трассы.

На основе анализа материалов изысканий и исследований прошлых лет определяются принципиальные вопросы дальнейшего комплекса инженерно-геологических изысканий на конкретных оползнеопасных склонах и откосах автомобильных дорог.

Дешифрирование космо- и аэрофотоматериалов и аэровизуальные наблюдения являются обязательным видом работ при выполнении инженерно-геологических изысканий на оползневых склонах и откосах автомобильных дорог, обычно предшествующим инженерно-геологической съемке и другим наземным исследовани-

ям. Эффективность этих методов максимальна при одновременном изучении протяженных склонов и откосов дорог, а также при анализе динамики развития на них оползневых процессов. Космо- и аэрофотоматериалы позволяют одновременно оценить сложность инженерно-геологической обстановки в разных частях исследуемой территории с равной детальностью. Кроме того, использование космо- и аэрофотоматериалов способствуют размещению наземных работ и, следовательно, снижению стоимости последних.

Основными задачами дешифрирования и аэровизуальных наблюдений являются:

- установление наличия и масштаба оползневых явлений, их границ, типов, формы, приуроченности к определенным комплексам пород и геоморфологическим уровням;
- определение стадии развития оползневых процессов;
- выявление факторов воздействия на развитие оползней;
- установление видимых деформаций поверхности земли и отдельных инженерных сооружений;
- уточнение границ развития на склоне разных генетических типов четвертичных отложений;
- локализация разрывных нарушений и зон повышенной тектонической трещиноватости горных пород;
- локализация областей распространения, питания и разгрузки подземных и поверхностных вод;
- установление границ различных ландшафтов;

- уточнение границ различных геоморфологических элементов;

- установление характера и величины техногенной нагрузки на склоны и степени их техногенного преобразования;

- приближенная оценка возраста (относительного возраста) оползневых деформаций;

- определение динамики развития оползневых процессов по снимкам разных лет и по сравнению облика склонов (откосов)-аналогов на той же территории.

Основными регламентирующими нормативными документами при выполнении дешифрирования космических и аэрофотоматериалов являются СНиП 11–02–96 (СП 47.13330.2012), СП 11–105–97 (части I и II).

При выполнении инженерно-геологических изысканий на оползневых склонах и откосах автомобильных дорог используются следующие материалы:

- космоснимки;

- аэрофотоснимки (плановые и перспективные), в том числе черно-белые, цветные, спектрзональные;

- материалы тепловых (инфракрасных) съемок и сканерные снимки.

Удобство перспективных аэрофотоснимков заключается в том, что они позволяют увидеть особенности строения территории не только с высоты, но и под более привычным, чем плановые, углом зрения, что бывает особенно полезно при изучении оползневых тел.

При дешифрировании используется широкий спектр масштабов аэрофотоснимков – от 1:60000 до

1:1000. Как правило, масштаб аэрофотоматериалов должен быть на разряд более крупным по сравнению с масштабом используемой карты или проводимой съемки (т. е., например, при съемке среднего масштаба используются крупномасштабные снимки).

Геолого-геоморфологические условия рекомендуется изучать по снимкам масштабов 1:25000–1:60000, а для изучения площадей развития оползневых процессов и объема тел необходимо использовать аэрофотоснимки масштабов 1:5000–1:10000.

На предпроектной стадии планирования защитных сооружений автомобильной дороги дешифрирование аэрофотоматериалов следует осуществлять в два этапа:

- предварительное дешифрирование в предполевой период;

- дешифрирование, в том числе с использованием аэровизуальных наблюдений в полевых условиях и при камеральной обработке материалов.

На стадии проектирования защитных сооружений автомобильной дороги дешифрирование аэрофотоматериалов как отдельный вид работ не проводится, однако при выполнении инженерно-геологической съемки в масштабе 1:2000–1:10000 рекомендуется использовать имеющиеся отдешифрированные материалы, а также проводить уточнение границ оползневых тел относительно выявленных ранее на снимках.

На последующих стадиях проектирования, строительства и эксплуатации сооружений собственно дешифрирование и аэровизуальные наблюдения не прово-

дятся, но эти материалы используются при обследовании и мониторинге оползневых склонов в ходе содержания автомобильных дорог для сбора информации о динамике развития процессов.

Структурная схема процесса дешифрирования аэрофотоматериалов при выполнении инженерно-геологических изысканий на оползневых склонах и откосах автомобильных дорог включает три этапа:

- этап накопления информации, в свою очередь включающий: а) подбор аэрофотоснимков – эталонов для районов-аналогов (лучше изученных в требуемом масштабе сопредельных участков); б) приобретение (получение) космо- и аэрофотоматериалов на территории съемки; в) выделение типов ландшафта по общим особенностям аэрофотоизображений; г) изучение внутренней структуры выделенных ландшафтов; д) выявление на основе проведенных работ (подпункты а – г) прямых и косвенных, частных и комплексных дешифровочных признаков; е) детальное дешифрирование аэрофотоснимков, заключающееся в выявлении и оконтуривании на космо- и аэрофотоснимках границ оползневых тел разного типа и выделение стадий развития процесса внутри них на основе разработанного комплекса дешифровочных признаков;

- этап переработки информации, подразумевающий, во-первых, инженерно-геологическую интерпретацию результатов дешифрирования, и, во-вторых, интер- и экстраполяционные операции, поскольку не все участки



картируемой территории дешифрируются с равной степенью детальности;

- этап оценки информации, на котором проводится контроль корректности дешифрирования аэрофотоматериалов, а также интер- и экстраполяция выделенных границ, в том числе геологом более высокой квалификации, и дается оценка проведенных работ с учетом сделанных поправок.

После полевого сезона приведенная поэтапная схема повторяется с учетом собранных данных наземных наблюдений.

Аэрофотоснимок земной поверхности дает объективное изображение всех достаточно крупных и видимых объектов ландшафта. В понятие «дешифрирование аэрофотоснимка» входит распознавание изображенных на нем объектов, раскрытие сущности содержания контуров и отдельных предметов, а также определение их характеристик. При выборе масштаба космо- и аэрофотоматериалов следует учитывать, что чем сложнее район работ по природным условиям, тем крупнее должен быть масштаб используемых фотоснимков. Изучаемые объекты должны иметь на снимке линейные размеры не менее 1 мм, чтобы их можно было опознать на местности.

В основе дешифрирования аэрофотоснимков при инженерно-геологических работах лежат принципы геологического их дешифрирования. В качестве дополнительного обычно используется ландшафтный метод дешифрирования, согласно которому территории, имею-

щие одинаковый «внешний» облик, имеют и сходное «внутреннее» строение, т. е. литогенную основу ландшафта, под которой обычно понимается состав и строение подстилающих горных пород на глубину до 25 и более метров. Мощность этой зоны в значительной мере зависит от глубины залегания грунтовых вод.

Изучение закономерностей изменения ландшафта по аэрофотоснимкам может давать информацию не только о составе подстилающих пород и их структуре, но также и о гидрогеологических условиях верхней части разреза и современных геологических процессах.

Вся система дешифровочных признаков при работе с космо- и аэрофотоматериалами включает:

- прямые признаки, которые могут быть сняты непосредственно со снимка в виде размера, формы, тона, тени, цвета и фактуры объекта, условий залегания пород и площади их распространения, т. е. те, что можно увидеть и измерить;

- признаки косвенные, характеризующие геологические объекты не прямо, а косвенно, через некое промежуточное звено, в качестве которого могут выступать специфические формы рельефа, следы деятельности поверхностных вод, определенная растительная ассоциация и т. д.

Косвенные признаки дешифрирования являются признаками взаимосвязей и указывают на более сложную зависимость между существующими в природе явлениями и их изображениями на фотоматериалах. Так, например, видимая на снимках полосчатость на склонах,

секущая горизонтали рельефа в области развития многолетнемерзлых пород, указывает на развитие солифлюкции, полосчатость, субпараллельная горизонталям рельефа – о горизонтальном залегании слоистых пород разной плотности и окраски. Линейное распределение влаголюбивой (темной на снимке) растительности служит косвенным признаком тектонической нарушенности и сопутствующих ей участков разгрузки подземных вод и т. п.

Как прямые, так и косвенные дешифровочные признаки могут, в свою очередь, быть частными, характеризующими отдельный геологический объект или даже только некоторые его свойства, или общими, характеризующими совокупность разных геологических объектов в целом или некоторые общие для них свойства.

При дешифрировании в предполевой и полевой периоды необходимо установить:

- отличительные черты участков, сложенных различными по составу породами;
- приуроченность и определенность форм мезо- и микрорельефа к слагающим их породам;
- сравнительную мощность и примерный литологический состав поверхностных рыхлых отложений в зависимости от форм рельефа и коренных пород;
- характер увлаженности и заболоченности поверхности;
- характер талого или мерзлого состояния пород участка.

Наиболее эффективным способом индикации оползневых процессов на снимках является распознавание их размещения, определение генетических типов и стадий развития по ландшафтно-генетическим рядам, под которыми понимается ряд природно-территориальных комплексов, расположенных друг за другом в том порядке, в котором они сменяются во времени в ходе естественного развития процесса. Поскольку ряд в целом создается оползневым процессом, то отдельные элементы внешнего облика ряда позволяют распознать различные стадии процесса. В пределах оползневых процессов с помощью космо- и аэрофотоматериалов можно различать стадии подготовки процесса, возникновения смещения, нарастающего развития, кульминации, спада и последствий процесса.

Распознавание различных членов ландшафтно-генетического ряда может выполняться с использованием то геоморфологических, то геоботанических, то комплексных признаков. Обычно на ранних, слабо различимых стадиях процесса ведущая роль принадлежит растительности, а на более поздних стадиях переходит к геоморфологическим особенностям вследствие их большей выраженности на космо- и аэрофотоматериалах.

Как правило, свежие оползни резко контрастируют по характеру изображения с окружающим фоном. Они имеют пятнистую и полосчатую структуру изображения разнообразной формы неоднородного, преимущественно светлого и светло-серого тонов, обусловленную буг-

ристым или ступенчатым строением тел, наличием бугров выпирания и наплывов, неравномерным увлажнением поверхности и нарушением растительного покрова. На стадии подготовки формирования рвов отседания происходит обычно на плоской поверхности, поэтому элементы подготовки имеют больше геоботанический характер. Они возникают в форме полос более мезофильных растительных сообществ на фоне сухоустойчивой растительности. Появление таких полос обнаруживается на снимках в виде спрямленных или коленчато-изломанных размытых линий с несколько более темным фототонном. Их возникновение связано с формированием почти не выраженных в рельефе ложбин, вызывающих локальное застаивание воды.

Стадией возникновения процесса является хорошо заметная трещина – ров с крутыми бортами и отчетливо выраженной бровкой, лишенными растительности. Однако размеры рва невелики, и он фиксируется на снимках масштаба 1:10000 и крупнее в виде ряда черточек, субпараллельных ближайшему макросклону.

Нарастающее развитие процесса соответствует выраженному рву с корытообразным профилем и асимметричными по высоте бортами. По его склонам могут быть рассеяны группы кустарников в связи с более благоприятными условиями увлажнения.

Стадия кульминации и спада процесса плохо улавливается на космо- и аэрофотоматериалах. Наиболее четко в это время выявляется стадия последствия процесса по обособившимся и сместившимся массивам по-

род с удлиненными фронтальными очертаниями. За счет этого смещения создается ступенчатый уступ, содействующий задержанию влаги, а также принимающий и выходы грунтовых вод. В силу этого на уступе обильно разрастаются кустарники, развивается влаголюбивое разнотравье, может появляться древесная растительность. Все это приводит к отчетливой различимости на снимках как отсевшего массива, так и рва отседания.

Главными особенностями стадии подготовки блоковых оползней являются трещины растяжения и ступени отседания. Трещины на снимках имеют вид изолированных друг от друга темно-серых линий, расположенных по дугообразным кривым. Ступени непосредственно различаются между такими трещинами при стереоскопическом изучении снимков. Значительно более постоянным признаком подготовки блоковых оползней служит появление сообществ влаголюбивых растений, которые появляются в виде полукруглых или прямолинейных полос на склонах на участках зон трещиноватости пород под склоновыми рыхлыми отложениями.

Стадии возникновения и нарастающего развития почти не поддаются разделению на снимках. На изображении они выявляются по расщелине, отделяющей тело от склона. Часто по ней наблюдаются выходы родников, которые часто образуют характерные фигуры в виде равнобедренных треугольников с родником у вершины. Эти площади обычно заняты влажными лужайками с осоками и другой растительностью.

Стадия кульминации выражена обычно отчетливо: ее выражает оползень-блок, не измененный процессами выветривания, размыва и зарастания. В нем можно выделить основные элементы: надоползневой откос, цирк со стенками срыва, ступени. На снимках форма оползня циркообразная или фронтальная, обычно изогнутая, рисунок дугообразно-полосчатый, с участками светлого и темного фототона, что зависит от распределения растительности и участков разгрузки грунтовых вод. Граница с откосом обычно четкая, по бортам прерывистая. Стереоскопическая различимость отдельных частей оползня хорошая. Форма тел имеет индикационно-дешифровочное значение. Типично циркообразная форма характерна для оползней в глинистых и песчано-глинистых грунтах, удлиненно-фронтальная характерна для скальных и полускальных грунтов.

Стадия последствий процесса разнообразна: для нее характерно постепенное зарастание участков обнаженных пород, сглаживание форм оползневого рельефа и наложение эрозии. При этом различимость разных частей оползня на снимках ухудшается, т. к. стенки срыва зарастают, границы цирка становятся менее заметны. Помощь может оказать дешифрирование висячих болот, формирующихся в тыловой части старых оползней-блоков. Наиболее стойкая составляющая этой стадии — сам оползневой цирк, поскольку тело может быть расчленено эрозией до полной неузнаваемости или даже совсем уничтожено.

Стадии подготовки оползней-потоков, оплывин и сплывов, формирующихся в песчано-глинистых и лесовых отложениях в результате увлажнения поверхностными или подземными водами, можно наблюдать на снимках лишь для сравнительно крупных оползней. Они бывают представлены участками влаголюбивой растительности на склонах, которые отчетливо наблюдаются в позднелетний и осенний периоды по контрастности зелени на фоне выгоревшей растительности. На черно-белых снимках обнаруживаются в виде аномальных более темных пятен.

Иногда по снимкам можно установить и стадию возникновения оползней-потоков. Морфологически она выражается на снимках в виде пятен с шагреновым рисунком, образованным формированием на склонах небольших натечных бугров и трещин с сохранением естественного почвенно-растительного покрова. Стадии нарастающего развития и кульминации быстротечны, трудно делимы между собой, но имеют характерные черты в виде свежих оползневых форм без следов размыва и зарастания. На снимках такие формы выражаются вытянутыми пятнами светлого тона, контрастирующими с фоном межоползневых пространств.

Оползни-потоки имеют глетчеровидную, ложкообразную или грушевидную форму, длина (50–2000 м) намного превосходит ширину (10–300 м), высота стенок срыва может достигать 20–30 м, но может быть выражена в рельефе и менее контрастно. На снимках глетчеровидные оползни дешифрируются по форме узких рука-



вообразных впадин и характерному натечному рисунку неоднородного тона с дугообразными складками попе-рек склона. По краям оползней обычно заметны борозды течения. Ложковидные оползни-потоки имеют широкую и округлую вершину в головной части и узкий рукаво-образный канал сброса оползневых масс в нижней части цирка. На снимках выделяются по вытянутым полосам светлого тона натечной структуры. При слиянии не-скольких оползней с общим каналом сброса на снимках появляется ветвистый рисунок неоднородного тона. Оплывины имеют меньшие размеры, каплевидную или грушевидную форму в плане с характерным и преиму-щественно линейным типом роста.

Дополнительную количественную информацию об оползнях, их размерах и площадях, уклонах, профилях, относительной высоте оползневых ступеней, ширине и длине трещин, высотах стенок срыва, глубинах эрози-онного вреза и т. д. могут дать фотограмметрические измерения аэрофотоснимков, которые могут проводить-ся при инженерных изысканиях на оползневых склонах по специальной программе.

## **ЛЕКЦИЯ 3**

### ***ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ***

Маршрутные наблюдения (первичная рекогносцировка) на оползнеопасных участках выполняются по ранее составленной предварительной карте оползневых процессов для:

- первичной оценки масштабов оползневых деформаций и выявления наиболее активных зон;
- определения скорости смещения и периодичности оползня в створе дороги, а также выявления его активности на отдельных фрагментах;
- установления категории технического состояния существующих инженерных сооружений в пределах оползня и смежных с ним участках;
- определения и фотофиксации состояния земляного полотна дороги на момент обследования;
- оценки угрозы безопасности движения транспортных средств, пешеходов и расположенных рядом с дорогой сооружений.

Маршрутные наблюдения включают осмотр пораженного оползнем участка дороги; составление схем, чертежей и зарисовок трещин, повреждений в покрытии проезжей части; фиксацию просадок, выпоров, перекосов; описание их параметров. При обследовании также рекомендуется фиксировать увлажненные места и проявления суффозионных процессов.

При расположении дороги на основном теле оползня или в пределах зоны его влияния необходимо:

- зафиксировать головной уступ и первые частные уступы по отношению к проезжей части дороги;
- оценить степень устойчивости уступов бортов;
- выявить наличие поперечных трещин в частных уступах (их количество, расположение, ширину раскрытия, наличие обводненности, степень угрозы и т. д.).

При первичной рекогносцировке оползневого участка в створе дороги, прилегающих склонах и откосах, а также фрагментов земляного полотна рекомендуется намечать возможные места бурения скважин и установки измерительного оборудования для стационарных наблюдений.

Пределными границами больших оползней могут являться основные водоразделы между главными гидрографическими единицами – ручьями и реками. На склоне эти границы представляют собой гребни, которые определяют группы урочищ.

Положение головы произошедшего оползня нередко может определять родник или их группа, балка, лог или распадок с постоянными или периодическим водотоком, значительно увлажненный участок местности, озеро или пруд, крутой склон, резервуары с водой (лотки, каналы и др.).

Зачастую борта оползня могут теряться в рельефе, тогда границы между оползнем и рельефом определяются по косвенным признакам:

- тело оползня у борта имеет следы растяжения;
- различный цвет травы с разным направлением роста;

- хвост у борта повернут по направлению оползня;
- более рыхлый грунт присутствует у края оползня;
- корни волочения у деревьев и кустарников растущих у борта и пр.

Язык оползня определяется по его значительному обводнению, сочной траве, растущей в его пределах и других влаголюбивых растений.

Для первичной оценки величины оползневого процесса рекомендуется использовать таблицу 4.3 СП 11–105–97 (часть II), использующую следующие критерии его размеров: небольшой (тыс. м<sup>3</sup>), средний (десятки тыс. м<sup>3</sup>), большой (сотни тыс. м<sup>3</sup>), очень большой (млн. м<sup>3</sup>) и чрезвычайно большой (десятки млн. м<sup>3</sup>).

Средние оползни при своей активизации могут перекрыть несколько фаций. Большие и очень большие оползни перекрывают несколько урочищ любой части местности, отличной от окружающих частей.

Существующие инженерные сооружения на исследуемом участке обследуются в соответствии с ГОСТ Р 53778–2010. Оценка технического состояния земляного полотна автомобильной дороги проводится по изучению сохранности его профиля, единого створа, отсутствию осадок, ступеней, сплывов на откосах, трещин по грунту.

Анализ полученных данных должен обеспечить выявление причинно-следственных связей образования оползневого процесса в увязке с геологическим и гидрогеологическим строением участка, интенсивностью

движения, продольным профилем и виражом покрытия автомобильной дороги.

## **Проходка горных выработок**

Горнопроходческие работы следует выполнять в соответствии с требованиями СП 11–105–97 (часть I) и нормами.

Проходка горных выработок на оползневом склоне осуществляется для выполнения следующих задач:

- установления или уточнения геологического разреза и условий залегания грунтов: мощности, минерального и литологического составов, структурно-текстурных особенностей, изменчивости в плане и по глубине;

- установления или уточнения условий залегания подземных вод, их изменчивости в плане и разрезе;

- отбора проб грунта для проведения полевых исследований свойств грунтов, определения гидрогеологических параметров водоносных горизонтов, и производства геофизических исследований;

- устройства скважин для выполнения стационарных наблюдений.

Горнопроходческие работы выполняются в следующей последовательности:

- вынос в натуру места расположения горных выработок;

- подготовка площадки к бурению;

- проходка горных выработок (скважин, шурфов, канав, расчисток);
- ведение полевого журнала;
- описание керна, отбор и упаковка образцов (монолитов), проб грунта и воды;
- ликвидационный тампонаж.

Организация буровых и горнопроходческих работ на оползнеопасных участках автомобильных дорог выполняется в соответствии с программой изысканий. В программе работ указывается: состав, технология, объемы буровых и горнопроходческих работ (количество и места расположения горных выработок, их глубина, конструкция, способы проходки, опробования и ликвидации).

Количество горных выработок на оползневых участках автомобильных дорог необходимо устанавливать с учетом сложности инженерно-геологических условий, стадийности проектирования, типа и масштаба развития склоновых процессов, степени изученности этих условий, а также категории дороги (таблица 3).

Выработки следует размещать как по продольным (по направлению движения оползня), так и по поперечным створам, вдоль осей оползней второго и более высоких порядков. При исследовании оползней, возникающих на бортах (берегах) водоемов, разведочные створы должны быть продолжены в акваторию с учетом положения базиса оползня. На оползнеопасных участках автомобильных дорог, где предполагается возведение противооползневых линейных сооружений, рекоменду-

ется располагать створы по оси проектируемых конструкций.

Расстояние между выработками по основному продольному створу следует принимать таким, чтобы обеспечить получение достоверного разреза оползневого склона. На участках основных перегибов рельефа следует производить сгущение разведочных выработок, что позволит уточнить механизм смещения, характер сопряжения отдельных ступеней оползня, выявить изменение уклонов поверхности коренных пород и др. Расстояние между выработками должно обеспечивать возможность построения инженерно-геологических разрезов с детальностью, соответствующей масштабу инженерно-геологической съемки, и выполнение расчетов устойчивости склонов (откосов).

Горные выработки следует проходить ниже предполагаемого ложа оползня до коренных пород для проверки их несмещенности, выявления и изучения различных зон в коре выветривания и т. п.

Выбор вида глубины, условий применения горных выработок следует производить исходя из целей и их назначения с учетом условий залегания, вида, состава и состояния грунтов, крепости пород, наличия подземных вод и намечаемой глубины изучения геологической среды.

Одним из основных видов горнопроходческих работ при производстве инженерно-геологических изысканий на оползневых участках автомобильных дорог, обеспечивающих получение наиболее полного объема

данных о грунтах, является проходка шурфов (дудок). Их следует размещать на труднодоступных крутых участках оползневых склонов. Горнопроходческие выработки имеют преимущество перед скважинами в том, что в процессе работ возможно непосредственно фиксировать характер напластования пород, отбирать структурно ненарушенные образцы грунтов и проводить их испытания в условиях естественного залегания. Однако этот процесс более трудоемкий.



## **ЛЕКЦИЯ 4**

### ***КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ***

Лабораторные исследования грунтов и подземных вод следует выполнять в соответствии с требованиями подразделов 5.11, 6.15, 7.16, 8.19 СП 11–105–97 (часть 1), пунктов 4.2.10, 4.4.6, 4.4.7, 4.5.3 СП 11–105–97 (часть II).

Лабораторные исследования специфических грунтов (набухающих, просадочных и др.) следует выполнять в соответствии с требованиями СП 11–105–97 (часть III).

Общие требования к подготовке образцов, а также к установкам, приборам и оборудованию для лабораторного испытания грунтов приведены в ГОСТ 30416–2012.

Методы лабораторных испытаний определяют в зависимости от грунтовых условий, с учетом рекомендаций, приведенных в приложении А ГОСТ 30416–2012.

С целью установления степени устойчивости склонов и откосов автомобильных дорог лабораторными испытаниями необходимо определять параметры сопротивления грунта срезу: удельное сцепление и угол внутреннего трения.

Основные требования к выполнению испытаний на одноплоскостной срез представлены в ГОСТ 12248–2010, для немерзлых слабых грунтов, глинистых с повышенной влажностью и переувлажненных ненарушенной и нарушенной структуры (искусственно уплотненных) – в ГОСТ Р 54476–2011.

Монолиты для лабораторных исследований следует отбирать из различных глубин толщи каждого слоя и, по-возможности, в разных частях оползня: головной, средней и языковой, не ограничиваясь отбором образцов грунта земляного полотна.

Количество испытываемых монолитов зависит от стадии проектирования, сложности инженерно-геологических условий (изменчивости грунтов, наличия водоносных горизонтов, подрезки-пригрузки склонов) и категории автомобильной дороги.

Рекомендуемый объем лабораторных испытаний грунтов и подземных вод на этапе предпроектных проработок, разработки проекта и рабочей документации приведен соответственно в таблицах 3, 4, 5.

Метод лабораторного исследования для оценки устойчивости склонов (откосов) рекомендуется назначать в зависимости от вида грунта в соответствии с таблицей 6.

Для определения прочностных свойств оползневых накоплений монолиты следует отбирать как из слоя в целом, так и из зон скольжения, при этом, если графики рассеяния покажут существенное отличие состояния и свойств грунтов, то статистическая обработка лабораторных данных выполняется отдельно.

Данные о физико-механических свойствах грунтов, полученные лабораторными испытаниями, следует сопоставлять с имеющимися материалами изысканий и научных исследований прошлых лет, включая региональные рекомендации, указания и т. п. Показатели сцепления и угла внутреннего трения оползневых отложений следует уточнять обратными расчетами.

Т а б л и ц а 3 – Рекомендуемый объем лабораторных испытаний грунтов и подземных вод на этапе предпроектных проработок

Вид лабораторных испытаний	Нормативные документы, регламентирующие количество испытаний монолитов		
	Категория автомобильной дороги		
	I–II	III–IV	V
Определение состава и показателей физи-	Подраздел 6.5 СП 11–105–97 (часть I)		

ческих свойств	
Определение химического состава подземных вод	Подраздел 6.13 СП 11–105–97 (часть I)
Оценка механических свойств (угол внутреннего трения, сцепление и модуль деформации)	Подраздел 6.15 СП 11–105–97 (часть I) с учетом материалов изысканий и научных исследований прошлых лет

Т а б л и ц а 4 – Рекомендуемый объем лабораторных испытаний грунтов и подземных вод на этапе разработки проекта

Вид лабораторных испытаний	Нормативные документы, регламентирующие количество испытаний монолитов		
	Категория автомобильной дороги		
	I–II	III–IV	V
Определение состава и показателей физических свойств	Подраздел 7.16 СП 11–105–97 (часть I), пункт 4.4.6 СП 11–105–97 (часть II) с учетом результатов изысканий прошлых лет		
Определение хи-	Подраздел 7.16 СП 11–105–97 (часть		

мического состава подземных вод и степени агрессивности к бетону и железобетону	I) с учетом результатов изысканий прошлых лет		
Оценка механических свойств (угол внутреннего трения, сцепление и при необходимости модуль деформации)	Не менее 15–20 для оползневых отложений, не менее 15 – для других ИГЭ	Не менее 10–15 для оползневых отложений, не менее 10 для других ИГЭ	Не менее 10 для оползневых отложений, не менее 6 для других ИГЭ

Т а б л и ц а 5 – Рекомендуемый объем лабораторных испытаний грунтов и подземных вод на этапе разработки рабочей документации

Вид лабораторных испытаний	Нормативные документы, регламентирующие количество испытаний монолитов		
	Категория автомобильной дороги		
	I–II	III–IV	V
Определение	Подраздел 8.19 СП 11–105–97 (часть I) с		

состава и показателей физических свойств	учетом результатов изысканий прошлых лет		
Определение химического состава подземных вод и степени агрессивности к бетону и железобетону	То же		
Оценка механических свойств (угол внутреннего трения, сцепление, при необходимости модуль деформации)	15–20 по каждому ИГЭ с уточнениями по результатам изысканий прошлых лет, научных исследований и обратных расчетов	10–20 по каждому ИГЭ с уточнениями по результатам изысканий прошлых лет, научных исследований и обратных расчетов	Не менее 10 для оползневых отложений, не менее 6 для других ИГЭ

Помимо стандартных схем лабораторных испытаний грунтов рекомендуется выполнять специальные исследования, моделирующие динамическую нагрузку, позволяющие получать параметры длительной прочности, интервалы колебаний влажности и плотности грунта на склонах и откосах при изменении условий обводнения и т. п.

Т а б л и ц а 6 – Рекомендуемые методы испытания грунтов для оценки устойчивости склонов (откосов)

Вид грунта	Преимущественный метод лабораторного исследования
Глинистый	Одноплоскостной срез: неконсолидированный под водой по подготовленной поверхности по подготовленной и смоченной поверхности
Глинистый (при ползучести)	Метод шариковой пробы
Пески (кроме гравелистых)	Одноплоскостной срез

и крупных)	
Слабые грунты, глинистые грунты с повышенной влажностью и переувлажненные, ненарушенной структуры и нарушенной, являющиеся основаниями насыпей	Одноплоскостной срез по ГОСТ Р 54476–2011
Крупнообломочный с пылеватым и глинистым заполнителем, пылеватый и глинистый с крупнообломочными включениями	Методика ДальНИИС [11]
Скальный (полускальный)	Одноосное сжатие:  в воздушно-сухом состоянии  в водонасыщенном состоянии
Уплотненный (техногенный)	Консолидировано-дренированное испытание



## **ЛЕКЦИЯ 5**

### **ОЦЕНКА РИСКА**

### **ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ**

Оценка оползневого риска, согласно СНиП 11–02–97 и СП 11–105–97 (часть I), выполняется в составе инженерно-геологических изысканий для определения вероятности возникновения оползневого события и возможных неблагоприятных последствий для имущества, населения, окружающей природной среды от его реализации.

Объектами исследования при оценке оползневого риска являются:

- оползнеопасные участки автомобильных дорог;
- здания, сооружения и инженерные коммуникации (линии электропередач, водоснабжения и др.), расположенные на прилегающей территории;
- люди, находящиеся в зоне влияния оползневого процесса;
- окружающая природная среда.

Исследование оползневого риска на участках автомобильных дорог позволяет:

- провести классификацию и ранжирование факторов оползневого риска;
- выявить величину оползневого риска участков автомобильных дорог;
- установить приоритеты при проектировании и строительстве защитных сооружений.

Работы по оценке оползневого риска осуществляются в следующей последовательности:

- для каждого рассматриваемого участка автомобильной дороги на основе инженерного анализа, априорных данных, опыта и знаний исследователя определяется частота и вероятность возникновения оползневого процесса;

- для каждого возможного оползневого события определяются его последствия, оценивается категория их тяжести или рассчитывается величина ущерба;

- определяется величина оползневого риска путем обобщения полученных показателей вероятности и последствий оползневого смещения;

- проводится сравнение полученного результата с допустимым уровнем риска, при котором не требуется каких-либо дополнительных мер по его контролю;

- оцениваются достаточность предусмотренных методов обнаружения, локализации и идентификации оползневого риска, имеющиеся неопределенности и точность полученных результатов.

Для определения частоты и вероятности оползневого события применяются метод экспертной оценки; статистическая обработка архивных данных; метод аналогий; оценка частоты явлений, приводящих к активизации оползневых подвижек; вероятностные расчеты устойчивости склонов и откосов на основе аналитических методов. Все эти технические приемы могут применяться как по отдельности, так и совместно.

Экспертное суждение о вероятности смещения используется на стадии предпроектных изысканий и основывается по данным визуального обследования, анализа имеющихся данных предыдущих изысканий и опыта специалистов. Сущность метода заключается в проведении экспертами интуитивно-логического анализа проблемы с оценкой достоверности суждений и формальной обработкой результатов.

Статистическая обработка применяется для количественного определения вероятности смещений или формирования качественного рейтинга. На основе анализа данных эксплуатирующей организации за продолжительный промежуток времени о предыдущих оползневых событиях в районе исследования определяется их частота возникновения. Кроме дат оползневых событий, также учитываются тип склона, механизм смещения, объем оползневых масс и др.

В методе аналогий частота и вероятность смещения устанавливаются на основе анализа оползневых процессов на участках, которые в топографическом, геологическом, гидрологическом и климатическом отношении аналогичны оцениваемому участку.

При определении частоты явлений, приводящих к смещению, на основе архивных материалов и результатов изысканий устанавливаются критические характеристики оползнеобразующих факторов (количество выпавших осадков, уровень грунтовых вод и др.), при которых происходит активизация оползневых процессов и определяется их повторяемость.

Вероятностные расчеты устойчивости склонов и откосов на основе аналитических методов применяются на стадии подготовки проектной документации для строительства автомобильных дорог или противооползневых защитных сооружений. При расчетах учитываются изменчивость прочностных и деформационных свойств грунтов, положения уровня подземных вод, а также другие неопределенности факторов оползневой риска.

Для оценки последствий оползневого события определяются негативные эффекты – экономические (повреждение земляного полотна дороги, потеря устойчивости зданий и сооружений в зоне влияния и т. д.) и социальные (вероятность нанесения травм населению). Экономический ущерб выражается как в абсолютном денежном эквиваленте, так и в относительных величинах в процентах от рыночной стоимости строительства участка дороги. Вероятность нанесения травм населению и возможность летального исхода (социальные последствия) выражаются частотой данных событий в год. При необходимости в соответствии с требованиями СП 11–102–97 дополнительно могут оцениваться экологические последствия от оползневого события: вероятность утечки загрязняющих веществ в результате повреждения прилегающих промышленных сооружений, разрушение территорий национальных парков и др.

Для оценки величины последствий от реализации оползневого события устанавливаются:

- значимость и категория автомобильной дороги согласно ГОСТ Р 52398–2005 и СНиП 2.05.02–85\* (СП 34.13330.2012).

- протяженность оползневого участка вдоль дороги и мощность смещенных пород;

- предполагаемая скорость и дистанция смещения оползневого тела;

- расположение объектов риска относительно оползневого тела;

- степень возможного разрушения объектов дорожного хозяйства и прилегающих сооружений;

- режим и интенсивность движения транспортных средств на оцениваемом участке;

- периодичность и продолжительность пребывания людей в зоне влияния оползневого процесса.

Оценка величины оползневого риска выполняется последовательно для отдельных однородных по природным и техногенным условиям участков автомобильных дорог на основе качественных, полуколичественных и количественных методов.

Методы качественной и полуколичественной оценки применяются на стадии предпроектных изысканий на основании экспертного анализа всей совокупности факторов, определяющих вероятность наступления оползневого события и его возможные последствия. Основной их задачей является обеспечение эффективности при планировании строительства и реконструкции мероприятий инженерной защиты. При этом качественные

методы рекомендуется применять для автомобильных дорог III категории и ниже.

В ходе качественной оценки для каждого конкретного объекта исследований устанавливаются четкие качественные критерии и термины («высокий», «средний», «низкий» и т. п.), которые будут в дальнейшем использоваться для классификации оползнеопасных участков по категориям вероятности наступления и тяжести возможных последствий. Количество категорий выбирается в каждом конкретном случае индивидуально в зависимости от поставленных задач и особенностей исследуемой территории.

Для обеспечения объективности и сопоставимости результатов для описания возможных последствий и вероятности возникновения смещения рекомендуется использовать качественные термины.

## ЛЕКЦИЯ 6

### *СОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОТЧЕТА*

Материалы о выполненных инженерно-геологических изысканиях должны передаваться заказчику в виде технического отчета, оформленного в соответствии с требованиями нормативных документов и состоящего из текстовой и графической частей, а также приложений.

Состав, содержание и объем технического отчета определяются с учетом требований подраздела 4.22 СНиП 11–02–96 (СП 47.1333.2012).

Структура текстовой части технического отчета для разработки предпроектной документации должна соответствовать требованиям подраздела 6.3 СНиП 11–02–96 (СП 47.13330.2012).

В текстовой части должны быть представлены:

- анализ материалов изысканий прошлых лет о наличии, развитии, распространении, выявленных закономерностях проявления оползневых процессов в исследуемом районе;
- опыт эксплуатации автомобильных дорог в аналогичных инженерно-геологических условиях;
- анализ эффективности дорожных противооползневых конструкций в аналогичных инженерно-геологических условиях;
- анализ факторов и причин, вызывающих оползневые подвижки на исследуемой территории;

- характеристика степени активности оползневого процесса;

- признаки воздействия оползневого процесса на автомобильную дорогу (наличие трещин на дорожном покрытии и обочинах, деформации обочин и проезжей части), возможность вовлечения в смещение дорожного полотна, степень повреждения конструкций дорожных одежд;

- прогноз развития оползневого процесса по отношению к дорожному полотну и прилегающим зданиям и сооружениям;

- оценка по визуальным признакам состояния дорожного полотна, существующих сооружений инженерной защиты, а также других объектов (жилых зданий, коммуникаций и т. п.), расположенных в зоне возможного влияния оползневого процесса;

- описание природных и техногенных грунтов (типа, состояния и т. п.), в которых происходит развитие оползневого процесса, и потенциально оползневых грунтов;

- сейсмичность района изысканий;

- результаты расчетов устойчивости склона (откоса) автомобильной дороги по отдельным створам с учетом транспортной нагрузки и других реально возможных сочетаний нагрузок в процессе хозяйственного освоения территории (повышения уровня грунтовых вод, сейсмического воздействия, подрезки, пригрузки склона и т.п.);

- результаты качественной оценки оползневого риска;



- при необходимости составление программы выполнения мониторинга;

- рекомендации по инженерной защите оползнеопасного участка автомобильной дороги, включающие ориентировочный состав мероприятий и тип сооружений, ориентировочные объем и стоимость работ; если район изысканий охватывает несколько оползнеопасных участков, то в техническом отчете необходимо представить классификацию участков по их приоритетности для выполнения инженерной защиты.

Структура графической части технического отчета для разработки предпроектной документации должны соответствовать требованиям подраздела 6.4 СНиП 11–02–96 (СП 47.13330.2012).

В графической части должны быть представлены:

- карта инженерно-геологического районирования;
- обзорная схематическая карта района инженерно-геологических изысканий;
- карта фактического материала по трассе автомобильной дороги в районе изысканий;
- оползневая карта (М 1:2000–1:1000 в зависимости от площади района изысканий) с указанием местоположений оползней, их типов, возраста, степени активности, а также морфоэлементов внеоползневой зоны;
- инженерно-геологические разрезы с указанием размещений скважин (шурфов), выявленного положения уровня грунтовых вод, выявленных и прогнозируемых поверхностей скольжения оползня.

Состав приложений технического отчета для разработки предпроектной документации должен соответствовать подразделу 6.5 СНиП 11–02–96 (СП 47.13330.2012).

Структура текстовой части технического отчета для разработки проекта должна соответствовать требованиям подраздела 6.7 СНиП 11–02–96 (СП 47.13330.2012), пункта 4.4.13 СП 11–105–97 (часть II).

В текстовой части дополнительно должны быть представлены:

- описание, минеральный и литологический составы грунтов, гранулометрический (для крупнообломочных грунтов и включений) состав, структурно-текстурные особенности, физико-механические свойства оползневых (в том числе на поверхности скольжения), потенциально оползневых грунтов, а также грунтов, не вовлекавшихся в смещение и техногенных (насыпных), подверженность полускальных и скальных пород выветриванию, степень агрессивности к бетонам и железобетонным конструкциям;

- приуроченность залегания подземных вод (в том числе сезонного водоносного горизонта типа «верховодка») к оползневым грунтам и формам оползневого рельефа, участки выхода струйных течений подземных вод на поверхность в связи с подрезкой склона при строительстве дороги или других искусственных сооружений;

- частные значения физико-механических характеристик грунтов по скважинам и коэффициенты вариации (для определения изменчивости);

- сейсмичность участка изысканий, тектонические условия;

- наличие в пределах участка изысканий оползней различной степени активности;

- анализ взаимосвязи оползневого процесса с состоянием искусственных, в том числе защитных, дорожных сооружений;

- результаты расчетов устойчивости склона (откоса) автомобильной дороги по имеющимся вдоль оползневых створам с уточнением (при необходимости) значений физико-механических показателей свойств грунтов обратными расчетами;

- результаты полукваликативной оценки оползневого риска;

- при необходимости уточнение программы выполнения мониторинга на исследуемом участке;

- уточненные рекомендации по инженерной защите оползнеопасного участка автомобильной дороги.

Структура и состав графической части технического отчета для разработки проекта должны соответствовать требованиям подраздела 6.8 СНиП 11–02–96 (СП 47.13330.2012).

В графической части дополнительно должны быть представлены:

- морфологическая карта (М 1:1000–1:500) с указанием и обозначением форм рельефа и микрорельефа

(эрозионных форм рельефа временных водотоков, оврагов, балок, направления стока вод, мочажин и постоянно замокаемых участков и т. п.), морфоэлементов оползневой и внеоползневой зон (бровок и стенок срыва оползня, границ оползневого массива, валов выпирания, тела оползня, перекрытий границы оползневого массива, поверхности водораздела, тальвегов и русел водотоков, поймы ручьев, надпойменных террас, природных склонов и т. п.), местоположений точек наблюдений, скважин, шурфов с указанием их номеров и абсолютных отметок устья и т. п.;

- инженерно-геологические разрезы (М 1:200–1:100) с указанием местоположения исследуемого участка трассы, размещений скважин и шурфов, а также расстояний между ними, уточненного положения уровня грунтовых вод, в том числе прогнозного, обозначениями инженерно-геологических элементов, уточненных поверхностей скольжения оползня.

Состав приложений технического отчета для разработки проекта должен соответствовать требованиям подраздела 6.8 СНиП 11–02–96 (СП 47.13330.2012).

Структура текстовой части технического отчета для разработки рабочей документации должна соответствовать требованиям подраздела 6.24 СНиП 11–02–96 (СП 47.13330.2012), пункта 4.5.5 СП 11–105–97 (часть II).

В текстовой части дополнительно должны быть представлены уточненные и более детальные данные, а также:

- результаты количественной оценки оползневого риска;

- при выполнении мониторинга – его результаты и рекомендации по его дальнейшему выполнению на исследуемом участке;

- рекомендации по инженерной защите оползнеопасного участка автомобильной дороги с учетом результатов мониторинга.

Структура и состав графической части технического отчета для разработки рабочей документации должны соответствовать требованиям подраздела 6.25 СНиП 11–02–96 (СП 47.13330.2012). В графической части дополнительно должны быть представлены уточненные и более детальные данные. Состав приложений технического отчета для разработки рабочей документации должен соответствовать требованиям подраздела 6.26 СНиП 11–02–96 (СП 47.13330.2012). В составе приложений дополнительно должны быть представлены уточненные и более детальные данные.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Федеральный закон от 30 декабря 2009 г № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»
- [2] ОДМ 218.3.008–2011 Рекомендации по мониторингу и обследованию подпорных стен и удерживающих сооружений на оползневых участках автомобильных дорог
- [3] РСН 74–88 Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству буровых и горнопроходческих работ
- [4] Пособие по составлению и оформлению документации инженерных изысканий для строительства. Часть 2. Инженерно-геологические (гидрогеологические) изыскания, 1986
- [5] Временный регламент

информационного воздействия ФГУНПП «Росгеофонд» и федеральных государственных учреждений «Территориальные фонды геологической информации», 2008

[6] РСН 66–87

Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству геофизических работ. Сейсморазведка

[7]

Методические указания по инженерно-геологическим изысканиям автомобильных дорог и сооружений на них, 1992

[8]

Руководство по инженерным изысканиям для строительства, 1982

[9] ВСН 156–88

Инженерно-геологические изыскания железнодорожных, автодорожных и городских мостовых пе-

реходов

- [10] СНиП 3.05.04–85 Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации
- [11] Методика оценки прочности и сжимаемости крупнообломочных грунтов с пылеватым и глинистым заполнителем и пылеватых и глинистых грунтов с крупнообломочными включениями, 1989
- [12] ОДМ 218.2.006–2010 Рекомендации по расчету устойчивости оползнеопасных склонов (откосов) и определению оползневых давлений на инженерные сооружения автомобильных дорог