

КОНЦЕПЦИЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ТЕРРИТОРИЯХ ОБЪЕКТОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ХРЕБТАХ ПСЕХАКО И АИБГА

БЕРШОВ А.В.

Ассистент кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, генеральный директор ООО «Петромоделинг»

bershov@geol.msu.ru, info@petromodeling.com

ТОМС Л.С.

Научный сотрудник Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук (ИГЭ РАН)

Аннотация

В статье кратко описывается схема организации геотехнического мониторинга на территориях объектов, расположенных на хребтах Псехако и Аибга в районе поселка Красная Поляна (г. Сочи). Предлагаемая схема составлена авторами согласно ГОСТ 22.1.06 и ГОСТ 22.1.01 для групп сооружений, находящихся в однородных инженерно-геологических условиях

Ключевые слова

Красная Поляна, г. Сочи, хребет Псехако; хребет Аибга; геотехнический мониторинг (ГТМ); группировка объектов наблюдений; комплекс сооружений; инженерно-геологические условия

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время при производстве геотехнического мониторинга (ГТМ) на объектах, расположенных на хребтах Псехако и Аибга в окрестностях поселка Красная Поляна (г. Сочи), начинает складываться подход к организации наблюдений и исследований, предусматривающий группировку объектов на основе реализуемых этапов строительства сооружений и принадлежности различным организациям-застройщикам. В результате создаются предпосылки для дублирования состава и объемов работ по ГТМ в отношении объектов, находящихся на разных этапах строительства, но расположенных на одной территории и в одинаковых инженерно-геологических условиях. Геотехнический мониторинг на таких объектах начинается в разное время и может выполняться различными подрядными организациями, что может привести не только к ничем не оправданному перерасходу финансовых средств, но и к взаимной нестыковке результатов ГТМ, проводимого различными способами на одной территории. Другой негативный аспект, выявленный практикой работ, заключается в недостаточном учете при проведении ГТМ инженерно-геологических условий на территориях, прилегающих к наблюдаемым объектам, но не охваченных инженерными изысканиями, а также на участках, расположенных за границами площадок строительства на соответствующих этапах.

Предлагаемая концепция предполагает построение схемы геотехнического мониторинга для всех объектов, требующих наблюдений, вне зависимости от границ и состава этапов строительства. Главным достоинством данной схемы авторы считают комплексный подход к производству ГТМ. Его задачи - обеспечить унификацию применяемых методик, технологических схем и результатов наблюдений при решении аналогичных задач на различных объектах мониторинга, а также аккумулирование полученных результатов в единой базе данных. Использование в работе современных геоинформационных систем (ГИС) позволит существенно облегчить сбор и совместную обработку большого количества разнообразных данных, улучшить визуализацию

полученных результатов и грамотно организовать планирование работ в разных местах и на разных этапах.

Основной задачей геотехнического мониторинга является информационное обеспечение безопасности строительства и эксплуатации сооружений в течение всего срока их службы.

Среди возводимых в районе Красной Поляны сооружений можно выделить следующие морфологические типы объектов, требующие различных методов проведения ГТМ:

- *линейные сооружения*: автомобильные дороги, трассы коммуникаций, лыжные трассы, протяженные подпорные стены различных типов, элементы противоэрозионной защиты;
- *площадные сооружения*: стадионы, станции канатных дорог, гаражи ратраков, автомобилей, гондол, насосные и пожарные станции, коттеджи и др.;
- *точечные сооружения и их группы*: опоры канатных дорог, антенно-мачтовые сооружения, анкерные поля, малые подпорные стены и др.

Общее количество возводимых объектов ориентировочно составляет 500-1000 шт., включая сооружения инженерной защиты.

ПРИНЦИПЫ ГРУППИРОВКИ ОБЪЕКТОВ НАБЛЮДЕНИЙ

Основной объектной единицей для проведения геотехнического мониторинга должен стать *комплекс сооружений*, под которым понимается совокупность различных объектов строительства, находящихся (сгруппированных) в одинаковых инженерно-геологических условиях. Именно этот критерий группировки должен являться, по мнению авторов, доминирующим вне зависимости от этапов строительства, на которых находятся объекты, или технологических связей между ними.

В основе выделения комплексов сооружений должны лежать следующие *критерии*.

1. Должно быть использовано расположение объектов в пределах различных структурно-фацальных зон, то есть тектоническое районирование. Особенности структуры и условий формирования пород основания окажут непосредственное влияние на формирование макроформ (хребтов, их склонов, долин крупных рек) рельефа местности и разнообразие поверхностных процессов. Анализ тектонического районирования территории целесообразно проводить в масштабе 1:200 000-1:50 000.

2. Следующим по рангу критерием отбора должно стать расположение объектов в пределах сходных по литологическому составу геологических тел дочетвертичного возраста (свит, серий), чаще всего представленных скальными и полускальными разностями, и отвечающих этим подразделениям крупных геоморфологических элементов. Анализ геологического строения территории, распространения литологических комплексов и связанных с ними макроформ рельефа целесообразно проводить в масштабе 1:50 000-1:25 000.

3. Дальнейшее увеличение масштаба исследований позволит перейти к анализу микроформ (оврагов, оползневых и других склоновых тел, аллювиальных и селевых террас) рельефа и, соответственно, к порождающим их экзогенным процессам (эрзии, выветриванию, оползнеобразованию, селеобразованию, аккумуляции). Схемы экзогенных процессов целесообразно составлять в масштабе 1:5 000.

4. Сопутствующий анализ вещественного состава и областей распространения четвертичных отложений позволит перейти к выделению их стратиграфо-генетических типов, чаще всего представленных дисперсными крупнообломочными грунтами часто с суглинистым заполнителем и являющихся основаниями большинства зданий и сооружений.

Здесь же необходимо добавить, что в условиях резко расчлененного рельефа следует учитывать также и климатический фактор, который, несомненно, внесет свой вклад в развитие четвертичных отложений, поверхностных процессов и форм рельефа.

Произведенный таким образом анализ рассматриваемой территории позволит составить достаточно подробную инженерно-геологическую карту (масштаба 1:25 000-1:5 000) районирования опасных геологических процессов, на основании которой с учетом особенностей объектов строительства и будут выделены комплексы сооружений для проведения ГТМ. По предварительной оценке количество таких комплексов составит не более 15-20 на весь район работ

Проанализировав расположение объектов строительства относительно выделенных тектонических, геологических, крупных геоморфологических элементов, а также преобладающих в тех или иных зонах экзогенных процессов, можно выделить такие основные критерии геологической опасности (за исключением сейсмичности, распространенной в исследуемом регионе повсеместно), как нахождение объектов строительства в зонах:

- дробления разрывных нарушений;
- развития оползневых процессов;
- развития обвальных и осипных процессов;
- развития активных эрозионных процессов;
- развития селевых процессов;
- развития затоплений;
- развития снежных лавин.

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Основные сведения при мониторинге могут быть получены в результате дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), а также геодезических, геологических и геофизических наблюдений за опасными природными и техногенными процессами, зданиями и сооружениями (в том числе инженерной защиты).

Дистанционные наблюдения

Плановые наблюдения за изменениями ситуации на всей территории работ производятся с использованием материалов космической съемки для выявления наличия и развития оползневых, селевых процессов, овражной и речной эрозии, а также степени техногенного воздействия. Использование космоснимков высокого разрешения, полученных со спутников GeoEye, WorldView, QuickBird, позволяют с большой точностью проводить качественный визуальный анализ изменений на местности. Использование радиоинтерферометрической стереосъемки, полученной со спутника TerraSar-X (или аналогичного), позволяет выполнять количественный анализ смещений масс грунтов с точностью до 10 см.

Для исследований микроформ рельефа и порождающих их поверхностных процессов особую ценность представляют материалы воздушного лазерного сканирования. Их использование позволяет при относительно небольших финансовых затратах в кратчайшие сроки получать высокоточные модели рельефа местности, которые послужат основой для крупномасштабных исследований. Получение подобных материалов традиционными геодезическими методами может оказаться нерентабельным или даже невозможным в условиях крутосклонного горного рельефа. Использование же серии материалов наземного лазерного сканирования, полученных с определенным времененным интервалом, позволяет с легкостью определить динамику развития поверхностных процессов как естественного, так и техногенного происхождения и предсказать возможные тенденции их дальнейшего развития. Учитывая глубокую степень техногенной переработки территории при строительстве зданий и сооружений, необходимо в ближайшее время рассмотреть возможность воздушного лазерного 3D-сканирования и получения данных ДЗЗ уже весной после снеготаяния - в период максимальной интенсификации опасных природных и природно-техногенных процессов.

Наземные геодезические наблюдения

Рассмотрим компоненты схемы проведения наземных геодезических наблюдений.

1. *Создание сети фундаментальных опорных реперов в количестве 20-30 шт.* В дальнейшем они войдут в единую сеть фундаментальных реперов Псехако-Аибинской территории мониторинга. Их точное планово-высотное положение будет определено с помощью многократных измерений относительно спутников и референцных станций. Сбор информации с постоянно действующими приемников будет осуществляться раз в две недели в режиме оффлайн.

Места закладки реперов следует выбирать с учетом геолого-геодезических факторов в исходящей по важности последовательности на следующих площадках:

- расположенных в различных структурно-тектонических зонах и подзонах, ограниченных тектоническими нарушениями различных порядков (подверженных разнонаправленным вертикальным и горизонтальным движениям);
- наименее подверженных склоновым (оползневым и др.), селевым и эрозионным деформациям;
- с максимально хорошими условиями для GPS-наблюдений (с применением глобальных навигационных спутниковых систем - GPS);
- расположенных в плане не далее 300-400 м от объектов мониторинга;
- расположенных (по возможности) примерно на одной высоте с объектами мониторинга.

2. *Создание временных базисных пунктов и планово-высотного обоснования относительно фундаментальных реперов, на которых будут установлены постоянно работающие GPS-приемники (базовые станции).* Количество базисных пунктов для отдельных объектов или их групп по предварительной оценке составит 1-3 (не считая фундаментальных реперов) и будет окончательно определяться во время проведения рекогносцировочных работ в границах конкретного комплекса сооружений. Время спутниковых наблюдений должно обеспечивать получение требуемой по нормативно-технической документации точности, достаточной для геодезических измерений.

3. *Проведение с использованием полярного (таксеометрического) метода на основе базисных пунктов инструментальных наблюдений за вертикальными и горизонтальными перемещениями контрольных геодезических знаков, закрепленных на фундаментах и конструкциях зданий и сооружений, а также наблюдений за проявлениями опасных склоновых процессов с использованием сети заложенных на склонах грунтовых реперов.*

4. *Проведение относительно фундаментальных реперов геометрического нивелирования контрольных геодезических знаков, расположенных на фундаментах особо важных объектов (в случае благоприятных условий расположения этих объектов).*

5. *Дополнение (или в ряде случаев замещение - например, для оценки обвально-осыпных процессов) инструментальных методов периодическим наземным лазерным 3D-сканированием минимум с двух базисных пунктов.*

Наземное лазерное 3D-сканирование в любом случае производится на начальном и конечном этапах мониторинга (не чаще 1 раза в 1-2 года) зданий, сооружений и площадей с распространением опасных процессов вблизи техногенных объектов.

Большинство предполагаемых измерений согласно ГОСТ 24846-81 относится ко второму классу точности с допустимой погрешностью определения смещений 5 мм по горизонтали и 2 мм по вертикали. При этом материалы наземного лазерного сканирования имеют точность 5-10 мм для геодезических контрольных знаков и 15 мм для грунтовых реперов.

В исключительно важных случаях точность измерений может быть повышенена до первого класса точности с допустимой погрешностью 2 мм по горизонтали и 1 мм по вертикали.

Геологические наблюдения

Схема проведения геологических наблюдений включает следующее.

1. *Маршрутные наблюдения с целью выделения и фотофиксации всех видов опасных геологических процессов на участках размещения объекта для дальнейшей проработки мероприятий и постановки наблюдений на новых выявленных участках зарождения процессов, а также определения интенсивности природных процессов в очаговых зонах, потенциально опасных для эксплуатируемых зданий и сооружений.*

2. *Инструментальные наблюдения в скважинах (инклинометрический контроль развития оползней) и в шурфах (наблюдения за оползневым давлением на подпорные стены).*

3. *Прямые полевые методы исследования прочностных свойств грунтов* (сдвиг целиков, сдвиг крупных монолитов) в расчистках и шурфах, вскрывающих массив вследствие активной техногенной измененности. Эти методы рассматриваются как существенная альтернатива косвенным способам (методике «ДальНИИС»), массово применявшимся при изысканиях, но иногда существенно искажавших реальные значения показателей физико-механических свойств, являющихся основой для построения расчетных схем.

4. *Заложение сети грунтовых реперов для наблюдения геодезическими методами за смещениями грунтов в областях распространения эрозии и оползней.*

Геофизические наблюдения

Схема проведения геофизических наблюдений включает в себя следующее.

1. *Площадные и линейные геофизические исследования методами электро- и сейсмотомографии* (а не методами КМПВ, ОГТ, ВЭЗ, слабо применимыми для горных районов с крутопадающими пластами грунтов) для выявления разрывных нарушений, зон повышенной трещиноватости, поверхностей скольжения оползней.

2. *Геофизические исследования в скважинах методами гамма-каротажа, ОРВП, акустического каротажа*, позволяющими абсолютно точно устанавливать положение поверхностей скольжения оползней и места ослабления массива. На основе этих данных можно качественно интерпретировать данные линейной геофизики. Наравне с полевыми исследованиями прочностных свойств для построения качественных расчетных моделей оползней необходимо определение положения зон ослабления и поверхностей скольжения.

Сейсмические и климатические наблюдения

Особым моментом является необходимость внесения в модели климатических и сейсмических данных. При этом предполагается необходимость тесного взаимодействия с частными и государственными организациями, проводящими сейсмические и климатические наблюдения, владеющими сетями сейсмо- и метеостанций. Такое взаимодействие может быть организовано только с помощью заказчика на высоких уровнях управления.

Отсутствие обоих видов данных не позволит осуществлять средне- и долгосрочное прогнозирование (ГОСТ 22.1.06) проявлений опасных природных и техногенеральных процессов, являющееся составной частью геотехнического мониторинга продолжительно функционирующих комплексов зданий и сооружений.

Принципиальная схема геотехнического мониторинга объектов в районах хребтов Псехако и Аибга, в целом описывающая уровни детализации исследований, источники данных, точность измерений, целевое назначение получаемых данных по отношению к выделяемым группам объектов, приведена на рисунке.

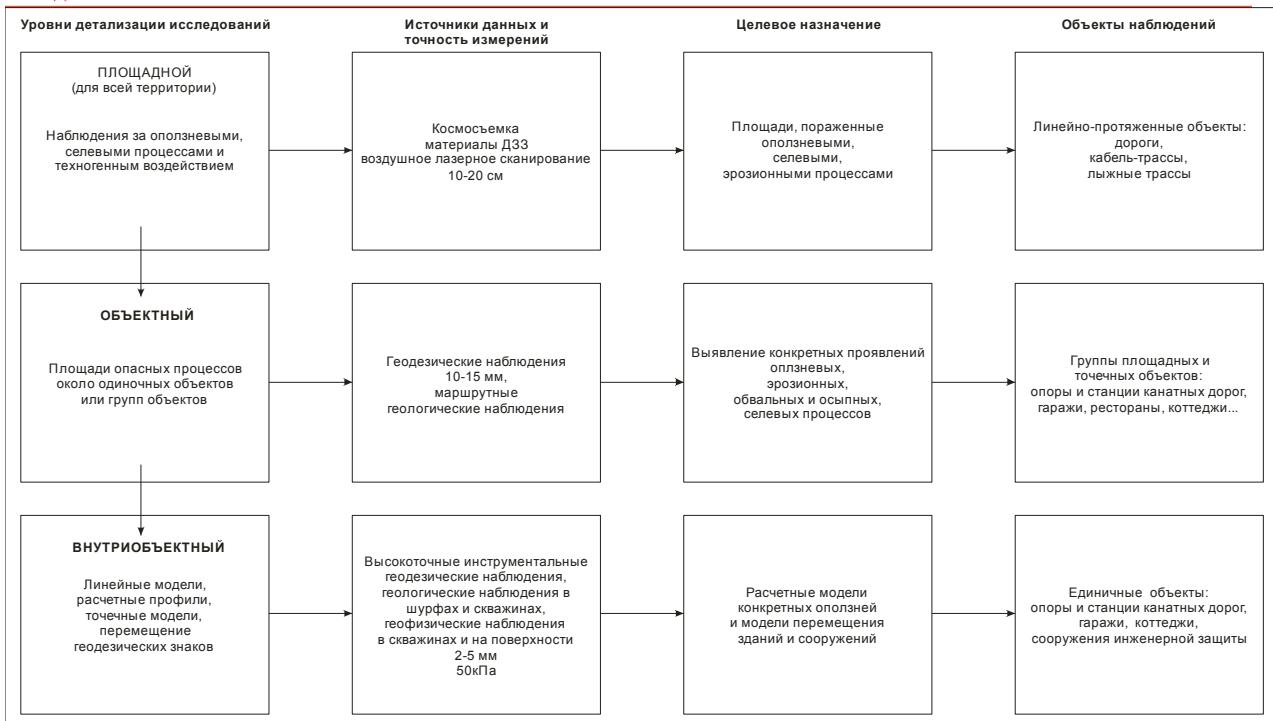


Рис. Схема геотехнического мониторинга объектов в районах хребтов Псехако и Аибга

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемая схема организации геотехнического мониторинга составлена согласно ГОСТ 22.1.06 и ГОСТ 22.1.01 для групп сооружений, находящихся в однородных инженерно-геологических условиях.

С точки зрения разработчиков данной концепции, реализация подобной схемы в границах всего комплекса сооружений горнолыжной и туристической инфраструктуры, будет по-настоящему эффективна только в случае создания с применением ГИС постоянно действующей модели, интегрирующей результаты всех изыскательских, проектных и управлеченческих решений. Структура этой модели требует дополнительной разработки. Очевидно также, что аккумулирование указанных данных в единой информационной базе, разработка и ведение ГИС-модели, организация и координирование всех работ по ГТМ возможны только при условии создания постоянно действующей специальной службы геотехнического мониторинга в составе заказчиков строительства или эксплуатирующих организаций.

Выходные данные: Журнал «Инженерные изыскания», №14/2013, С. 48-51