

УДК 551.4.04

DOI: 10.23671/VNC.2015.4.55301

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В ГОРОДЕ ГРОЗНОМ

© 2015 Е. В. Дмитриева, И. А. Сергеев, С. И. Сергеев,
А. А. Стефанов, А. И. Тихонов

ЗАО НТК «Союзтехнопроект», Россия, 111141, Москва, ул. Плеханова, 7,
e-mail: sergeev@stpro.ru

В данной статье рассматривается применение кинотеодолитного метода для наблюдения за динамикой смещений оползневого склона. В сочетании с метеорологическим и геофизическим мониторингом кинотеодолитный метод позволяет заблаговременно распознать переход оползня в активное состояние и в итоге провести мероприятия по защите населения до начала фазы катастрофических смещений.

Ключевые слова: склон, оползень, землетрясение, осадки, чрезвычайная ситуация, видеомониторинг, кинотеодолит, Чеченская Республика, Грозный.

1. Комплексы мониторинга метеорологических параметров, интенсивности сейсмических воздействий и кинетической активности оползневого тела

В рамках работы «Разработка и опытная эксплуатация сегмента автоматизированной системы мониторинга опасных природных (склоновых) процессов на территории Чеченской Республики, комплекса средств прогноза, визуализации и оповещения возникновения чрезвычайных ситуаций природного характера», выполненной в 2014–2015 годах, создана опытная зона автоматизированной системы мониторинга опасных природных (склоновых) процессов, комплекса средств прогноза, визуализации и оповещения возникновения чрезвычайных ситуаций природного характера на территории Чеченской Республики.

Предметом мониторинга в опытной зоне является участок северного склона Сунженского хребта к югу от посёлка Подгорный в Старопромысловском районе города Грозного.

Оползень над поселком Подгорный Старопромысловского района города Грозного приурочен к старому потенциально-оползневому склону Сунженского хребта. Оползневая опасность склона обусловлена геоморфологическими параметрами (достаточная крутизна склона, изменяющаяся от 10 до 20 градусов) и наличием покровного чехла глинистых отложений, склонных к проявлению оползневых деформаций в условиях обводнения или других воздействий, в т.ч. техногенных. На склоне выражены старые эрозионные формы, представленные лощинами стока. Активизация оползневого процесса на склоне над пос. Подгорным произошла в 2010–2011 годах и сопровождалась разрушением 6 домов. В результате оползня еще приблизительно 90 домов попали в зону оползневого риска с угрозой разрушения или аварийных деформаций [Оценка воздействия..., 2011].

Оползневой процесс относится к категории «ритмических» и периоды его активизации сменяются периодами приостановки процесса смещений. В целом на



Рис. 1. Формирование новых оползневых бровок над пос. Подгорным

территории Чеченской Республики активизация оползней происходит ежегодно, очень часто она сопровождается приростом оползневых площадей на существующих оползнях и образованием новых оползневых форм на ранее относительно стабильных участках. Так, при проведении обследования склона в начале июня 2015 г. в районе проектируемого полигона были выявлены признаки весенней активизации, проявляющиеся в подновлении старых трещин растяжения, приуроченных к основанию стенок отрыва, а также в формировании новых оползневых бровок на склоне.

Объектами мониторинга в опытной зоне являются:

- метеорологические параметры;
- интенсивность сейсмических воздействий;
- смещение поверхностных реперов на оползнеопасном склоне.

Опытная зона автоматизированной системы мониторинга опасных природных (склоновых) процессов на территории Чеченской Республики состоит из:

- автоматизированного терминала контроля, включающего:
 - модуль видеомониторинга;
 - модуль контроля сильных движений земли;
 - модуль метеорологического мониторинга;
- программно-технического комплекса мониторинга в составе:
 - сервер приёма и обработки данных;
 - комплект телекоммуникационного оборудования;
 - ЭВМ мониторинга, прогнозирования, оповещения.

Взаимосвязь элементов системы производится двумя способами:

- сеть Интернет (по интерфейсу Ethernet), оператор «Вайнах Телеком»;
- сотовая сеть GSM (службы SMS и CSD), оператор «Мегафон».

Модуль метеорологического мониторинга размещен на территории пожарной части ПЧ-5 в Старопромысловском районе города Грозного. Размещение датчиков метеорологического мониторинга показано на рис. 2.



Рис. 2. Размещение датчиков модуля метеорологического мониторинга



Рис. 3. Сейсмоприёмник в защищённом ящике

Модуль контроля сильных движений земли размещён на территории пожарной части ПЧ-5 в Старопромисловском районе города Грозного. Внешний вид сейсмоприёмника в ящике показан ниже, см. рис. 3.

Модуль видеомониторинга размещен на территории посёлка Подгорный в Старопромисловском районе города Грозного. Частью модуля видеомониторинга является стационарная реперная сеть в опытной зоне, развернутая непосредственно на оползнеопасном склоне Сунженского хребта.

В верхней части каждый репер оборудован информационными табличками форматом $\sim 30 \times 40$ см. На реперах нижнего створа нанесена специальная маркировка «МЧС России». Таблички реперов верхнего створа покрашены в белый цвет с контурной рамкой красного цвета. Это обеспечивает максимальную видимость в



Рис. 4. Фрагмент поперечных створов поверхностных реперов

различных погодных и сезонных условиях года (см. рис. 4).

Видеокамера для дистанционного наблюдения за оползнеопасным склоном показана на рис. 5.

ПО (программное обеспечение) кинотеодолитного видеомониторинга обеспечивает наблюдение за обстановкой на оползнеопасном склоне в опытной зоне и определение перемещения поверхностных реперов на оползнеопасном склоне. Интерфейс пользователя ПО видеомониторинга показан на рис. 6.

2. Сочетание параметрического мониторинга и видеомониторинга с применением кинотеодолитного метода

Кинотеодолит – это разновидность теодолита, предназначенная для фиксации траектории объектов, перемещающихся как на земной поверхности, так и в воздухе. Кинотеодолитный метод предусматривает отслеживание траектории путем измерения угловых перемещений линии визирования на объект. Параметрический метод мониторинга и кинотеодолитный видеомониторинг могут применяться отдельно, но именно их сочетание даёт «синергетический» эффект, проявляющийся в своевременном обнаружении активного оползня, заблаговременном принятии мер по защите населения и в конечном итоге – снижении материальных потерь.

Независимое использование кинотеодолитного метода, безусловно, возможно, но скорее относится к сфере геологических наблюдений за оползневым массивом.



Рис. 5. Видеокамера для дистанционного наблюдения за оползнеопасным склоном

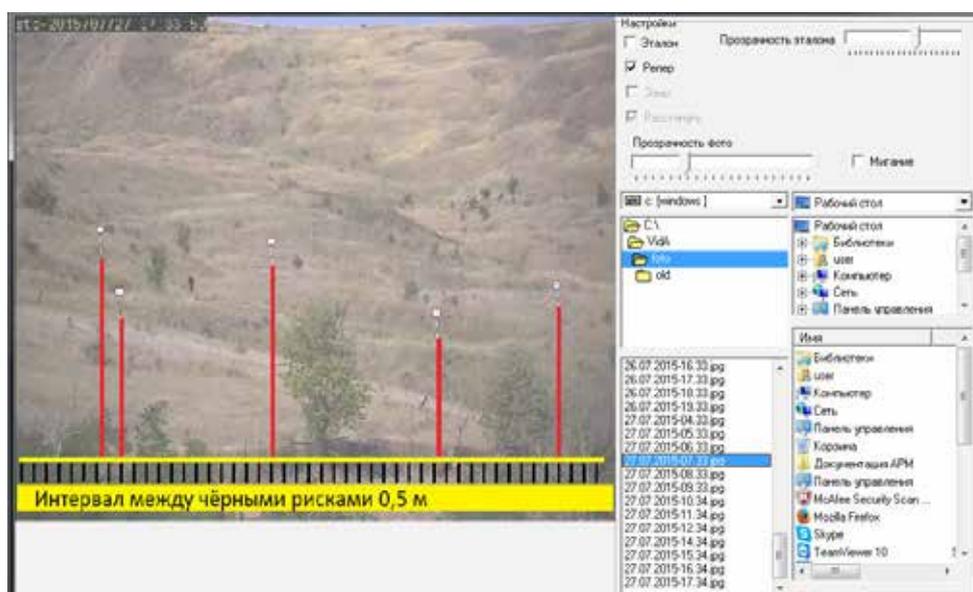


Рис. 6. Интерфейс пользователя ПО видеомониторинга

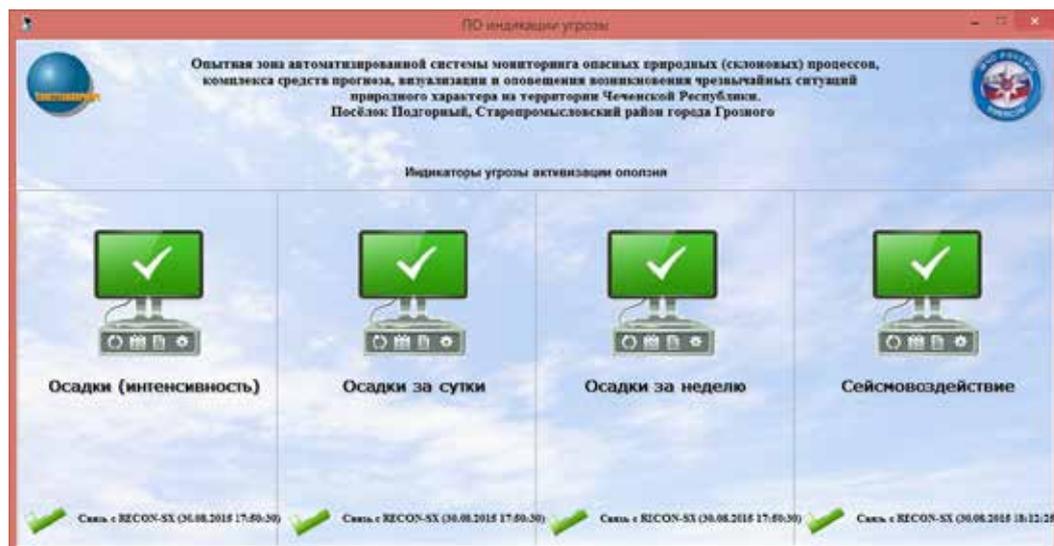


Рис. 7. Внешний вид интерфейса пользователя ПО индикации угрозы

В результате таких наблюдений можно за несколько лет накопить материалы, которые позволят в дальнейшем детально описать поведение оползневого тела в различных метеорологических и геофизических условиях.

Вместе с тем, специалисты дежурной смены ЦУКС (Центр управления в кризисных ситуациях) не имеют ни времени, ни квалификации для проведения геологического мониторинга. В ЦУКС необходимо знать итоговый результат: началась или нет активная фаза смещений оползневого массива. Ответ на этот вопрос можно получить при работе со специальным программным обеспечением, реализующим кинотеодолитный метод наблюдений. А поводом к запуску данного СПО (специальное программное обеспечение) является появление любого из индикаторов угрозы (см. рис. 7).

Таким образом, сочетание параметрического мониторинга и кинотеодолитного метода контроля смещений реализуется в алгоритме действия автоматизированной системы мониторинга опасных природных (склоновых) процессов:

1. Модуль метеорологического мониторинга осуществляет непрерывный контроль параметров, показательных в отношении активизации оползневых процессов.
2. Модуль контроля сильных движений земли непрерывно осуществляет мониторинг интенсивности сейсмических воздействий.
3. СПО индикации угрозы подаёт звуковое и цветное (на экране ЭВМ) оповещение для дежурной смены ЦУКС при поступлении информации об опасных метеорологических и геофизических явлениях, являющихся предвестниками активизации оползня.
4. Получив сигнал об опасном развитии событий, специалисты дежурной смены ЦУКС включают видеомониторинг и оценивают динамику оползневого склона. Для облегчения оценки параметров динамического смещения склона используется кинотеодолитный метод, реализованный в специальном программном обеспечении.
5. По результатам оценки динамики склона принимается решение о мерах по защите населения в опасной зоне.
6. При необходимости, если динамика склона не проявилась, производится расчёт прогноза вероятности возникновения ЧС с помощью СПО прогноза.

Результаты опытной эксплуатации системы. Использование полученных результатов в работе ЦУКС Главного управления МЧС России по Чеченской республике.

За время эксплуатации системы в августе и первой половине сентября 2015 года были получены следующие результаты.

В августе 2015 года было зафиксировано 23 мм осадков, в первой половине сентября – 4 мм.

За время работы модуля контроля сильных движений земли в августе и первой половине сентября 2015 г. было зафиксировано несколько слабых сейсмических воздействий различной природы интенсивностью 1 балл по шкале MSK-64. На рис. 8 показана сейсмограмма (акселерограмма – запись модуля полного вектора ускорения) сейсмического воздействия, вызванного землетрясением магнитудой 4,0, произошедшим 29 августа 2015 г. в 16.43 в 50 км южнее г. Грозного. Как видно из сейсмограммы, максимальное ускорение достигло $0,29 \text{ см/с}^2$, что соответствует 1 баллу шкалы MSK-64.

На рис. 9 показан интерфейс ПО кинотеодолитного метода контроля смещений, на котором показано фото оползнеопасного участка от 11 сентября 2015 г. На фото наложены красные риски-визеры, соответствующие исходному положению реперов на 25 июля 2015 г. Внизу имеется шкала смещений. Направление слева направо на фото соответствует направлению сверху вниз по склону. Как видно из рисунка, поверхностные реперы не смещены вправо относительно рисков-визиров. Следовательно, склон находится в стабильном состоянии. Учитывая небольшое количество осадков, выпавших за рассматриваемый период, это вполне ожидаемый результат.

Таким образом, в течение первых полутора месяцев эксплуатации успешно проведена верификация данных, которые собираются нашей системой мониторинга. К моменту начала сезона выпадения осадков (сентябрь-декабрь) система полностью готова выполнить свою главную задачу – помочь ЦУКС Главного управления МЧС России по Чеченской Республике заблаговременно предупредить возможную ЧС, вызванную оползнем над посёлком Подгорным.

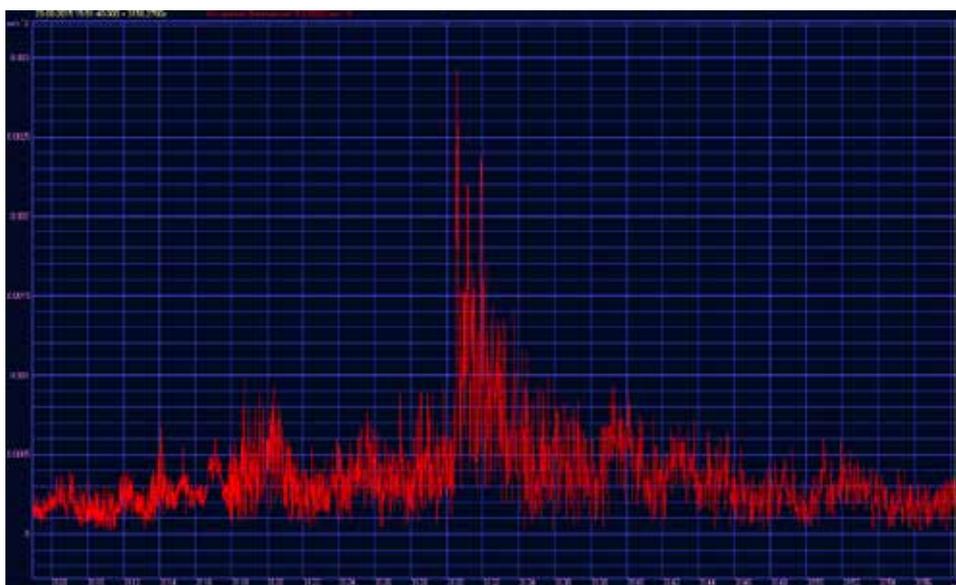


Рис. 8. Акселерограмма сейсмического воздействия, вызванного землетрясением магнитудой 4,0 на удалении 50 км от станции



Рис. 9. Фото оползнеопасного склона в интерфейсе ПО кинотеодолитного метода

Литература

1. Оценка воздействия опасных геологических процессов на населенные пункты в Ножай-Юртовском, Шатойском, Итум-Калинском, Надтеречном, Веденском, Грозненском, Старопромысловском и Курчалоевском районах Чеченской Республики. Основные положения. [Отчет] К. Н. Носов, Э. В. Запорожченко. Северо-Кавказский институт по проектированию водохозяйственного и мелиоративного строительства. Пятигорск, 2011

DOI: 10.23671/VNC.2015.4.55301

MONITORING AND FORECASTING OF THE LANDSLIDE PROCESSES IN GROZNY

© 2015 E. V. Dmitrieva, I. A. Sergeev, S. I. Sergeev A. A. Stefanov, A. I. Tikhonov

CJSC STC «Soyuztechnoproekt», Russia, 111141, Moscow, Plekhanova str., 7,
e-mail: sergeev@stpro.ru

The article considers the usage of cinetheodolite method for displacement dynamics of the landslide slope observation. In combination with meteorological and geophysical monitoring cinetheodolite method allows identifying in advance the change of landslide into the active state and as the result carrying out the measures on population safety before the phase of catastrophic displacement.

Key words: slope, landslide, earthquake, precipitation, emergency situations, video monitoring, cinetheodolite, Chechen Republic, Grozny.