







Будучи лидером в сфере геотехнического мониторинга уступов и бортов карьеров, а также подземных горных выработок в режиме реального времени, компания GroundProbe работает в мировой горнодобывающей промышленности уже более 17 лет.

За время существования компании мы выработали глубокое понимание горнодобывающих предприятий, равно как и их инфраструктуры, — включая дамбы хвостохранилищ, — и поэтому прекрасно понимаем все те сложности, которые с ними связаны.

Недавние прорывы дамб с катастрофическими последствиями усилили и без того растущую обеспокоенность в отношении безопасного управления шахтными отходами и шламом.

В связи с этим произошла смена позиции правительств, инвесторов, горнодобывающих компаний и предприятий по всему миру, которые согласились с необходимостью внедрения новых методов работы, направленных на повышение уровня прозрачности в отношении процессов управления и эксплуатации дамб хвостохранилищ.

Также горнодобывающие компании быстро признали тот факт, что мониторинг дамб хвосто- и шламохранилищ в реальном времени, с целью выявления сдвижений на раннем этапе, играет важнейшую роль в снижении риска катастрофических аварий

Компания GroundProbe искренне гордится тем, что наша передовая система мониторинга, а также Служба геотехнической поддержки GSS обеспечивает отслеживание состояний дамб и предоставляет услуги геотехнической поддержки более чем на 15 объектах в самых разных уголках планеты.

Брайан Гиллеспи (Brian Gillespie) Главный Исполнительный Директор



Обрушения шахт, тоннелей и дамб хвостохранилищ могут вызывать перебои и наносить серьезный ущерб работе предприятий, и, что хуже всего — становиться причиной гибели людей.

Прорыв дамбы хвостохранилища может обладать ужасной разрушительной силой и иметь катастрофические последствия для окружающей среды, экономики и населения региона, не говоря уже о материальном ущербе.

При помощи системы мониторинга устойчивости откосов и в случае выявления наличия смещения или прогнозируемого обрушения, персонал горнодобывающего предприятия может действовать на упреждение, предпринимая все необходимые меры. Мониторинг деформаций в этом случае является

неотъемлемым компонентом надлежащего процесса управления и эксплуатации дамбы хвостохранилища.

Как показывает история, мониторинг устойчивости откосов — один из важнейших и жизненно необходимых видов мониторинга для дамб хвостохранилищ. Благодаря отслеживанию состояния дамб хвосто- и шламохранилищ можно снизить риск их прорыва, ведь в процессе мониторинга на раннем этапе становятся заметны сдвижения, признаки оседания дамбы вследствие вымывания грунта или обширной положительной деформации. Хотя изначальный проект, качество сооружения и текущий режим эксплуатации дамбы имеют ключевое значение для её надёжности и долговечности, применение мониторинга устойчивости откосов как средства наблюдения за изменчивой природой дамбы является очень важным для обеспечения максимальной безопасности в долгосрочной перспективе.

groundprobe.com decision confidence™

### Опыт Работы Компании GroundProbe

### в Отрасли Мониторинга дамб

### Хвостохранилищ

#### инновации

В течение последних нескольких лет оборудование GroundProbe привлекалось для мониторинга дамб хвостохранилищ ряда ключевых бразильских рудников, где ранее происходили крупные прорывы дамб, в том числе и для отслеживания состояния дамбы компании Samarco Mineração S.A во время её восстановления после аварии в 2015 году.

Хотя системы GroundProbe и отсутствовали на объектах во время происшествий, сейчас они применяются с целью дальнейшего мониторинга устойчивости дамб и обеспечения их максимальной надёжности.

После случившейся катастрофы компании Samarco Mineração S.A. были поставлены две мобильные системы GroundProbe SSR-XT для обеспечения критически важного для безопасности мониторинга, а также три стационарные радарные системы SSR-SARx для мониторинга дамб Santarém, Sela, Tulipa и Germano на большом расстоянии.



На данный момент радарные и лазерные установки GroundProbe отслеживают немалое число дамб хвостохранилищ по всему миру в качестве меры предосторожности, аналогично тому, как это делается для обеспечения безопасности открытых карьеров.

Некоторые из дамб с предполагаемыми нарушениями устойчивости были признаны зонами особого риска, поэтому на них ведётся постоянный мониторинг с целью выявления сдвижений, измерения их параметров и прогнозирования времени возможной аварии.



**Рудник Mar Azul:** Гендиректор GroundProbe Брайан Гиллеспи Контролирует Работу Системы SSR-SARx по Мониторингу Дамбы



Слева Направо: Крис Бийстервельд — Коммерческий Директор GroundProbe в Регионах Северной Америки и Бразилии; Антонио Рока — Ответственный за Развитие бизнеса Компании GroundProbe; Брайан Гиллеспи — Генеральный Директор Компании GroundProbe

Некоторые предприятия применяют системы мониторинга из-за гипотетической угрозы дамбе. Гипотетический риск или классификация последствий потенциального риска не учитывают текущую устойчивость дамбы, а исходят только из возможного риска вредных последствий в случае прорыва дамбы. Классификация дамб осуществляется на основании таких параметров: потенциальная угроза жизни, негативное влияние на природную среду, культурную и социальную жизнь общества, а также ущерб инфраструктуре и экономике.

Сегодня компания GroundProbe развернула уникальные решения для мониторинга дамб в общей сложености на 15 горнодобывающих предприятях на трёх континентах, в том числе в таких странах, как Бразилия, Австралия, Чили и ЮАР.

Примерно в половине случаев в составе решения используется услуга круглосуточной поддержки мирового класса, предоставляемая нашей командой Службы

геотехнической поддержки (GSS) при помощи таких сервисов как GSS-Remote, GSS-Local или GSS-Report.

Команда GSS способна обеспечить клиентам возможность доступа к выделенной службе круглосуточного мониторинга участков горной разработки в любой точке мира.

Команда удаленного мониторинга состоит из высококвалифицированных геотехнических инженеров, владеющих обширными познаниями и значительным опытом работы с радарами, работающих в круглосуточном режиме из центрального удалённого офиса.

В рамках поддержки в реальном времени, команда осуществляет мониторинг текущих данных, поступающих с локатора, реагирует на движение и тревожные сигналы, а также поддерживает связь с персоналом на объекте по телефону и в онлайн-режиме.

# Решения для Управления

### Рисками

#### инновации

Каждая дамба уникальна — точно так же, как и последствия её разрушения.

Размер и объем дамбы, содержащиеся в ней материалы, конструкция и классификация последствий, так же, как и её географическое расположение и климат региона все эти факторы должны учитываться при определении требуемого уровня мониторинга устойчивости откосов.

В итоге ни одна из существующих технологий или систем не может считаться идеальной для мониторинга всех дамб хвосто- или шламохранилищ. Скорее

наоборот, индивидуально разработанная стратегия мониторинга будет наиболее эффективным решением, обеспечивающим максимальный уровень безопасности.

Мы в GroundProbe убеждены, что именно требуемый уровень контроля рисков и конкретные потребности объекта в мониторинге должны определять необходимое решение, используемое для отслеживания.

Независимо от того, используется ли мониторинг в качестве меры предосторожности или уже после аварии, GroundProbe предлагает режим мониторинга, созданный в зависимости от ситуации, зачастую применяя как радарную, так и лазерную технологии, а сотрудники объектов во многих случаях прибегают к помощи Службы геотехнической поддержки GSS — как в удалённом режиме, так и используя специалистов службы на месте.

### РАДАР (RADAR)













InSAR

SSR-XT	SSR-FX	SSR-SARx	SSR-Omni	GMS-Dual	GMS-Prism	InSAR Service
3D-Радар с Реальной Апертурой	2D-Радар с Реальной Апертурой	2D-Радар с Синтезированной Апертурой	2D-Радар с Реальной Апертурой	Измерение Расстояний с Помощью Электронного Дальномера с Использованием Призм и без них	Измерение Расстояний с Помощью Электронного Дальномера с Использованием Призм	Интерферометрический Радар с Синтезированной Апертурой
Тактический, целенаправленный мониторинг  Имеющий критическое значение для безопасности, высокоточный мониторинг зон с высокой степенью риска	Стратегический мониторинг обширного участка Выявляет «горячие зоны» с наличием движения на обширных участках поверхности	Мониторинг с высоким разрешением и на большом расстоянии Ведение мониторинга на большом удалении	Полный охват, мониторинг с высоким разрешением Ведение мониторинга с охватом 360° на большом удалении	Долгосрочный фоновый мониторинг Осуществляет мониторинг физических и виртуальных отражателей	Долгосрочный фоновый мониторинг Мониторинг физических призм	Ведение долгосрочного фонового монитор обширных участков Спутниковая радарная система, обзор всего о горной разработки

3D-Радар с Реальной Апертурой	2D-Радар с Реальной Апертурой	Апертурой	2D-Радар с Реальной Апертурой	Электронного Дальномера с Использованием Призм и без них	Электронного Дальномера с Использованием Призм	Синтезированной Апертурой
Тактический, целенаправленный мониторинг Имеющий критическое значение для безопасности, высокоточный мониторинг зон с высокой степенью риска	Стратегический мониторинг обширного участка Выявляет «горячие зоны» с наличием движения на обширных участках поверхности	Мониторинг с высоким разрешением и на большом расстоянии Ведение мониторинга на большом удалении	Полный охват, мониторинг с высоким разрешением Ведение мониторинга с охватом 360° на большом удалении	Долгосрочный фоновый мониторинг Осуществляет мониторинг физических и виртуальных отражателей	Долгосрочный фоновый мониторинг Мониторинг физических призм	Ведение долгосрочного фонового мониторинга обширных участков Спутниковая радарная система, обзор всего объекта горной разработки
	Точн	ность:		Точность:		Точность:
	0,1	1мм		±2мм + 2пикселя/м		~2мм
	Время Между С	Сканированиями:		Время Между Сканированиями: ~5-10 минут		Время Между Сканированиями:
	~2 минуты – н	настраиваемое				~11 дней
	SSR-Viewer: Box	е решения для мониторинга от компании	и GroundProbe используют единое	программное обеспечение для визуализации, анализа данных и оповещения об угрозах		
Geotechnical Support Services: Cet	ь поддержки клиентов по всему миру в	ысочайшего уровня, которая способна об	беспечить помощь в эффективном	управлении рисками благодаря выделенной команде из более чем 25 высококвалифицированных и чрезвычайно опытных инженеров-геотехников		

### Мониторинг с Использованием

### Призм и без Них

#### АНАЛИЗ ПРИМЕРОВ ИЗ ПРАКТИКИ

Станция геотехнического мониторинга GMS-Dual (Geotech Monitoring Station) от компании GroundProbe обеспечивает максимальную гибкость мониторинга, поскольку способна осуществлять его как с использованием призменных точек, которые привязаны к физическим призмам и установлены на бортах карьера, так и с применением виртуальных точек, которые являются «виртуальными призмами» и цифровым способом устанавливаются на бортах карьера при помощи запатентованного компанией GroundProbe программного обеспечения SSR-Viewer.

На золотодобывающем карьере «Masbate Gold Project» корпорации Filminera Resources на Филлипинах утеря множества физических призм вследствие вандализма поставила под угрозу возможность выявлять и измерять процессы деформации на объекте, тем самым снизив возможности здешней команды геотехников по эффективному управлению рисками и принятию взвешенных решений.

В результате на объекте, находящемся в данный момент на стадии активной разработки, была развёрнута станция GMS-Dual, призванная обеспечить долгосрочный фоновый мониторинг на обширном участке.

«Станция GMS-Dual была выбрана благодаря своей уникальной возможности вести мониторинг без использования призм, при котором пользователи системы могут выявлять деформации откосов, располагая на бортах карьера виртуальные точки в ПО SSR-Viewer —

# нашей программе для геотехнического мониторинга и анализа.»

Фернанда Kappea (Fernanda Carrea), Менеджер по Продукту, GroundProbe.

«Лазер GMS-Dual способен отражаться непосредственно от поверхности породы в месте, точно соответствующем расположению виртуальных точек и их размещению в SSR-Viewer, что позволяет обнаруживать очаги смещения на отслеживаемом участке.»

Также виртуальные точки могут быть использованы на сложных для мониторинга участках, таких где установка физических призм представляет трудность, опасна или физически невозможна.

Кроме того, необходимое количество виртуальных точек можно разместить во множестве различных локаций, что даёт системе GMS-Dual возможность выявлять деформации на обширных участках и на большом расстоянии.

Система GMS-Dual может быть легко подготовлена к работе за считанные минуты и сориентирована вниз, на один из основных карьеров предприятия, на откосах которого цифровым способом размещаются сотни виртуальных точек.

«Всего за несколько дней мониторинга станция GMS-Dual обеспечила крупный объём оперативных данных по общей стабильности карьера», — рассказывает Прастово Харимутри (Prastowo Harymurty), техник GroundProbe, ответственный за развертывание системы.»

«Система также доказала свою способность выявлять и отслеживать положительные и отрицательные тенденции деформации по каждому из трёх типов точек: призменным, пиксельным и высокоточным.»

Система GMS-Dual осуществляла непрерывный мониторинг, успешно выявив сдвижение породы на субмиллиметровом уровне, что демонстрирует её высочайшую точность и безошибочность.



«Полученные данные позволили команде геотехников на объекте установить зоны с различными геотехническими параметрами и характером изменений. Например, в некоторых зонах сдвижение практически отсутствовало, тогда как на других участках отмечались тенденции к существенным линейным или обратным деформациям», — говорит мистер Харимутри.»

Мониторинг взрывных работ на нижних уступах карьера также осуществлялся при помощи виртуальных точек, что позволило обеспечить максимальную безопасность и осведомленность в геотехническом плане.

Используя возможности интуитивной визуализации SSR-Viewer, команда геотехников смогла определить очаги смещения на бортах карьера: эти участки были визуально представлены в виде градиентной карты интенсивности деформаций, наложенной поверх фотоизображения участка.

Также геотехники смогли провести анализ скоростей и дистанционный осмотр интересующих участков в режиме реального времени, используя камеру с телескопическим объективом, встроенную в систему GMS-Dual.

Помимо этого, способность системы осуществлять мониторинг как призменных, так и виртуальных призменных точек, позволила инженерам-геотехникам отслеживать оставшиеся призмы, установленные на бортах карьера, обеспечивая данные о трёхмерном смещении этих точек в реальном времени.

«Благодаря станции GMS-Dual и её возможностям мониторинга без наличия призм, мы смогли устранить недостаток постоянного мониторинга уступов в режиме реального времени, который был вызван кражами и уничтожением физических призм посторонними лицами.»

### Питер Алип (Peter Alip), Главный Геолог-Геотехник, Карьер «Masbate Gold Project».

«В дальнейшем наша команда геотехников будет рада иметь в своём арсенале такую систему для непрерывного мониторинга производственных процессов на объекте, что очень легко осуществить благодаря простой установке оборудования, простоте в использовании и «умному» захвату данных.»

«Мы планируем и дальше использовать станцию GMS-Dual для эффективного мониторинга устойчивости откосов уступов с целью раннего обнаружения потенциальных угроз, принятия взвешенных решений и управления рисками без необходимости полагаться исключительно на физические призмы.»

### GroundProbe Расширяет Бизнес в

### Западном Полушарии и Открывает Второй

### Центр Мониторинга, Функционирующий в

## Режиме 24/7

#### инновации

Недавно начал свою работу новый центр мониторинга компании GroundProbe, расположенный в городе Сантьяго, Чили. Назначением центра является предоставление услуг мониторинга горных выработок и дамб хвостохранилищ на территории Южной и Северной Америки при помощи радаров и лазерного оборудования.

Осуществляя мониторинг данных об устойчивости откосов в реальном времени и реагируя на предупреждения системы с целью обеспечения максимальной безопасности работников предприятий и жителей близлежащих населенных пунктов, высокотехнологичные центры мониторинга являются связующим звеном между специалистами на местах и лучшими экспертами отрасли. При этом общение может происходить на трёх языках. При этом общение может происходить на трёх языках. В команду центра входят 45 высококвалифицированных инженеров-геотехников, которые предоставляют помощь

более чем 30 клиентам по всему миру в режиме 24/7.

Компания GroundProbe является общепризнанным лидером в отрасли технологий для выявления неустойчивых состояний и прогнозирования времени возможного обрушения дамбы или горной разработки.

Побывавший на церемонии открытия центра в Сантьяго генеральный директор GroundProbe Брайан Гиллеспи (Brian Gillespie) рассказал, что новый центр мониторинга является важным шагом для расширения компании, особенно в регионе Южной и Северной Америки.

«Мы стали свидетелями настоящего бума в плане спроса на услуги постоянного мониторинга дамб хвостохранилища в режиме реального времени; также мы наблюдаем существенный рост потребности в круглосуточном удалённом контроле со стороны наших специалистов-геотехников», — сказал мистер Гиллеспи. — Таким образом, необходимость расширения перечня предлагаемых услуг и улучшения поддержки на американском континенте стало совершенно очевидна. Размещение центра в Сантьяго и предоставление услуг поддержки на трёх языках направлены именно на это».





Слева Направо: Брайан Гиллеспи — Генеральный Директор Компании GroundProbe; Роберт Фергюссон — Посол Австралии в Чили; Герман Джохау — Коммерческий Директор Компании GroundProbe в Южной Америке; Девид Нун — Управляющий Директор GroundProbe

Уже много лет компания GroundProbe предоставляет услуги круглосуточной поддержки своим клиентам благодаря центру мониторинга в Азиатско-тихоокеанском регионе. Добавление в свой арсенал второго центра, который способен оказывать поддержку на испанском, португальском и английском языках, отчётливо демонстрирует намерения GroundProbe сохранить лидерские позиции в своей отрасли.

«Наш центр мониторинга в Саньтяго работает с самого первого дня, а наша команда специалистов занимается отслеживанием состояния многих дамб хвостохранилищ, мониторит огромную дамбу гидроэлектростанции и даже следит за оползнем на автомагистрали национального значения в Колумбии», — говорит Девид Нун (David Noon), исполнительный директор GroundProbe. — Для клиентов важен не только тот факт, что наша команда состоит из инженеров, для которых испанский или португальский является родным языком, но и сам факт существования такого центра в Латинской Америке, — ведь это демонстрирует серьёзность наших намерений в отношении региона и стремление создавать в нём рабочие места».

Чтобы отметить начало работы центра, GroundProbe и Orica устроили торжественное мероприятие, куда были приглашены ключевые заказчики компании, представители отрасли и другие заинтересованные лица.

Центры мониторинга GroundProbe являются базой для команды, отвечающей за Услуги геотехнической поддержки (Geotechnical Support Services, GSS), а также для группы инженеров-геотехников, занимающихся поддержкой клиентов.

Второй мониторинговый центр в Сантьяго будет оказывать все услуги поддержки на неизменно высоком уровне, в том числе: GSS-Remote — решение для круглосуточного мониторинга; GSS-Training — услуги по специализированному обучению работе с радарами для контроля устойчивости откосов и лазерными системами мониторинга; GSS-Reporting — фирменный сервис по осуществлению анализа и формированию отчётности. Все услуги предоставляются опытнейшими высококвалифицированными инженерами-геотехниками.

#### OUR OFFICES

### **AUSTRALIA**

Brisbane, Australia
Tel +61 7 3010 8999

Perth, Australia Tel +61 8 9378 8000 info@groundprobe.com

#### **AFRICA**

Johannesburg, South Africa Tel +27 11 087 5300 infoSA@groundprobe.com

Ghana, West Africa Tel +27 11 087 5300 infoSA@groundprobe.com

#### **ASIA**

Balikpapan, Indonesia
Tel +62 542 758 1403
infoPT@groundprobe.com

Jakarta, Indonesia Tel +62 542 758 1403 (Ext 8504) infoPT@groundprobe.com

Nagpur, India Tel +91 712 6653333 info@groundprobe.com

Nanjing, China
Tel +86 25 84189710
infoCN@groundprobe.com

### **SOUTH AMERICA**

Belo Horizonte, Brazil Tel +55 31 3245 5570 infoBR@groundprobe.com

Santiago, Chile Tel +56 2 2586 4200 infoCL@groundprobe.com

Lima, Peru
Tel +51 1 637 1838
infoPE@groundprobe.com

Bogota, Colombia
Tel +51 1 637 1838
infoPE@groundprobe.com

#### **NORTH AMERICA**

Tucson, USA
Tel +1 520 393 8287
infoNA@groundprobe.com

Hermosillo, Mexico
Tel +51 662 215 1050
infoMX@groundprobe.com

# EUROPE AND RUSSIA

Moscow, Russia Tel +7 495 641 1164 infoEU@groundprobe.com

#### **OUR SERVICES**

# GEOTECHNICAL SUPPORT SERVICES

geotech.support@groundprobe.com