



## Цифровая сетевая система сейсмического мониторинга СССМ – решение к программе «Цифровой Казахстан» для недропользователей

Программа «Цифровой Казахстан» разработана по поручению Президента Республики Казахстан Н. А. Назарбаева и утверждена Постановлением Правительства Республики Казахстан за № 827 от 12 декабря 2017г.

Основная миссия программы «Цифровой Казахстан» – создание цифровой платформы, которая повысит конкурентоспособность отраслей экономики и качество жизни населения.

Применительно к горно-металлургической промышленности это – новая индустриальная революция, тесно связанная с внедрением цифровых технологий углубленной аналитики, реализации проектов по автоматизации процессов на производстве и проектов по обеспечению безопасности на предприятиях горно-металлургического комплекса.

Чрезвычайные происшествия и аварии неизбежны в любой сфере человеческой жизнедеятельности. Но существуют такие области, в которых риск аварий с тяжёлыми последствиями и человеческими жертвами гораздо выше, чем на других направлениях. Горнодобывающая промышленность относится к числу наиболее рискованных видов деятельности, а обрушения в шахтах являются одними из самых распространённых причин «смертей на производстве».

Прогноз удароопасности участков массива горных пород и руд основан на общей закономерности развития геомеханических процессов, согласно которой редкие обрушения больших объемов массива готовятся образованием большого числа малых трещин, разломов. Поэтому для того, чтобы прогнозировать появление крупномасштабных разрушений, необходимо постоянно отслеживать накопление мелких повреждений массива горных пород. Одним из способов такого отслеживания является регистрация сейсмических событий - сейсмических волн, возникающих при образовании повреждений массива горных пород с помощью систем сейсмического мониторинга, с последующим расчетом географических координат их эпицентров и оценкой их сейсмической энергии.

Система сейсмического мониторинга, наряду с наблюдением за повреждением горных пород в целях прогноза обрушений в шахтах, "по совместительству" может вести наблюдение за нарушениями при проведении взрывных работ, а также за незаконной деятельностью в шахтах, потери от которой могут быть значительными.

Экономический эффект от применения системы сейсмического мониторинга заключается в уменьшении или предотвращении ущерба от чрезвычайных ситуаций, связанных с обрушением подземных горных выработок. Своевременный прогноз позволяет заранее вывести персонал и дорогостоящее оборудование из опасной зоны, выполнить другие защитные мероприятия и, таким образом, предотвратить затраты на восстановление оборудования, выплату компенсаций пострадавшим, которые могут быть значительными. Поэтому наличие системы сейсмического мониторинга на объектах недропользования повышает их инвестиционную привлекательность.

ТОО «ЭЛГЕО» в течение ряда лет разрабатывает и производит цифровые системы сейсмического мониторинга, предназначенные для организации мониторинга сейсмической активности в целях регионального прогноза удароопасности участков массива горных пород и руд. Цифровая сетевая система сейсмического мониторинга СССМ (система СССМ) – последняя разработка ТОО «Элгео».

Применение таких систем на удароопасных месторождениях регламентировано *«Правилами обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов, ведущих горные и геологоразведочные работы (утверждены приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан №352 от 30.12.2014)» – пункт 697, пункт 704 подпункт 3), пункт 741, приложение 17 раздел 1.*

Таким образом, применение системы сейсмического мониторинга СССМ, производимой ТОО «ЭЛГЕО», полностью соответствует целям и задачам программы «Цифровой Казахстан».

### Принцип работы системы СССМ

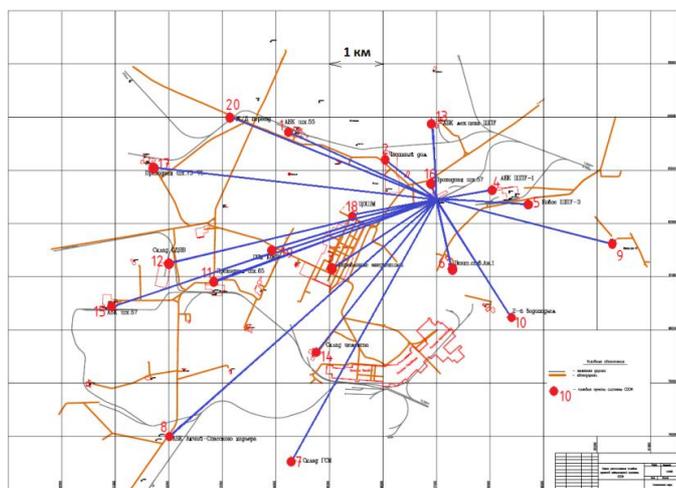


Рис. 1. Карта размещения полевых пунктов системы СССМ на месторождении.

Координаты эпицентра и энергетический класс (сейсмическая энергия) сейсмического события. По мере накопления массива данных о сейсмических событиях становится возможным прогноз чрезвычайных ситуаций. По данным заказчика, такой прогноз возможен за 30-60 дней до обрушения.

Цифровая сетевая система сейсмического мониторинга СССМ состоит из сети сейсмических полевых пунктов, связанных в единую систему, которая позволяет выявлять в пределах шахтного поля зоны, опасные по горным ударам, на основе непрерывной регистрации параметров сейсмической активности. Система СССМ регистрирует также и выполняемые в процессе горных работ взрывы и может использоваться для технологического контроля взрывных работ, а также для мониторинга незаконной деятельности в шахтах. Система СССМ в 2014г установлена на месторождении у заказчика. Карта размещения 20 полевых пунктов приведена на рис. 1.

Сейсмические сигналы, регистрируемые сейсмоприемниками, непрерывно анализируются в автоматическом режиме. При выявлении с помощью специального алгоритма сигналов сейсмического события, фрагмент поступающих от сейсмоприемников данных записывается в файл сейсмического события, который поступает в центр сбора и обработки оператору системы. Оператор производит в интерактивном режиме с помощью специальной компьютерной программы обработку файла события. Результатом обработки являются географические координаты эпицентра и энергетический класс (сейсмическая энергия) сейсмического события.

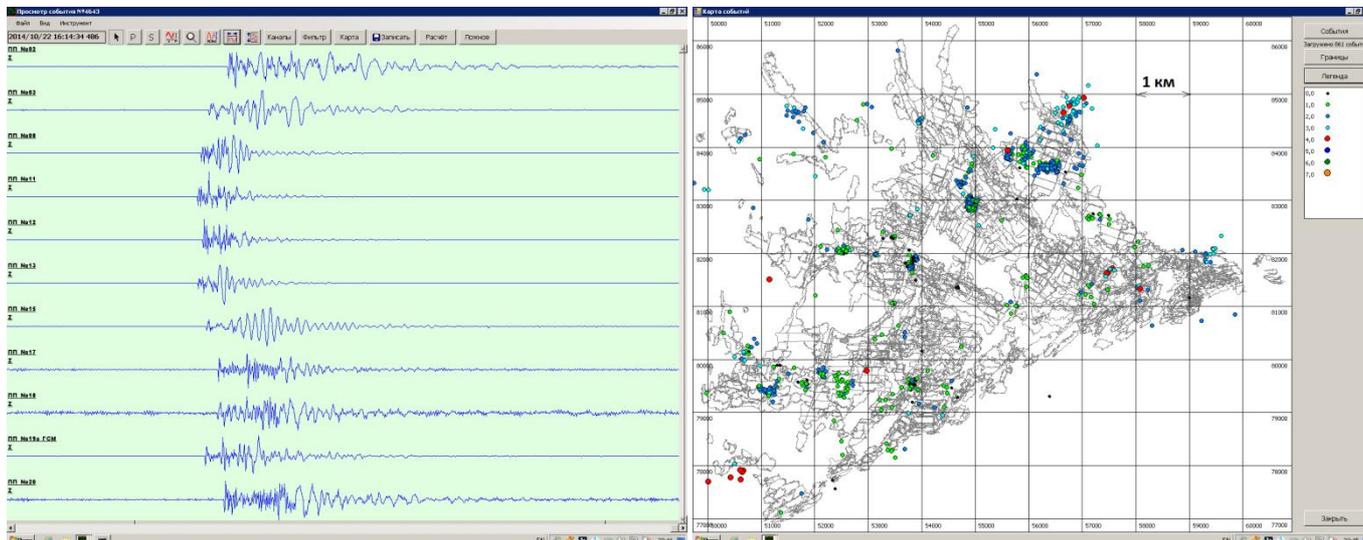


Рис. 2. Пример регистрации сейсмического события системой СССМ

Рис. 3. Отображение зарегистрированных системой СССМ сейсмических событий на плане горных работ

Пример регистрации сейсмического события показан на рис. 2. Отображение эпицентров сейсмических событий на плане горных работ показано на рис. 3.

### Конструкция системы СССМ

Конструкция полевого пункта системы СССМ позволяет размещать его как на поверхности, так и в подземных горных выработках, взрывобезопасных по газу и пыли. Сейсмоприемники для системы СССМ показаны на рис.4 и рис. 5. Устройство сейсмического полевого пункта для наземной установки показано на рис. 6. Устройство сейсмического полевого пункта для подземной установки показано на рис. 7. Для связи полевых пунктов с центром сбора и обработки могут применяться любые современные средства связи, совместимые с технологиями компьютерных сетей. Для полевых пунктов, установленных на поверхности земли удобны беспроводные компьютерные сети. На рис. 8. показана точка доступа центра беспроводной сети связи. Клиентские станции беспроводной сети для связи с центром сбора и обработки показаны на рис. 9. и рис. 10. Для связи с полевыми пунктами, установленными под землей, в шахтах, должны применяться выделенные проводные линии, оптические линии. При разработке системы СССМ решена проблема синхронизации всех полевых пунктов системы, в том числе установленных в подземных горных выработках, от ГЛОНАСС/GPS приемника, установленного на земной поверхности.



Рис. 4. Сейсмоприемник СССМ для поверхностной установки



Рис. 5. Сейсмоприемник для скважинной установки



Рис. 6. Полевой пункт системы СССМ для наземной установки



Рис. 7. Полевой пункт системы СССМ для подземной установки



Рис. 8. Точка доступа центра беспроводной сети связи СССМ



Рис. 9. Клиентская станция сети связи СССМ для средних расстояний



Рис. 10. Клиентская станция сети связи СССМ для больших расстояний