

Сейсмическое микрорайонирование

методом регистрации микросейсм или «спектральных отношений»

с помощью станции микросейсмического мониторинга

SGD-SME "TAIGA U"

Краткое руководство

Назначение метода регистрации микросейсм и его краткое описание.

Согласно РСН 65-87, метод регистрации «микросейсм» следует применять в качестве вспомогательного в комплексе с другими инструментальными методами для оценки резонансных характеристик грунтов. По записям микросейсм определяются приращения сейсмической активности и амплитудно-частотные характеристики грунтов.

В последние годы, из ряда подходов при определении по данным регистрации «микросейсм» приращений сейсмической интенсивности и спектральных свойств грунтово-геологической толщи, получил метод, основанный на анализе спектральных отношений с обязательной записью трех компонент колебаний сейсмического поля: двух горизонтальных и одной вертикальной, предложенный Накамурой в 1989 году. На основании большого объема экспериментальных данных, была установлена эмпирическая зависимость при определении приращений сейсмической интенсивности:

$$\Delta I = k \cdot \lg(U_{\max})$$

где ΔI - приращение бальности относительно скальных или «средних» грунтов, k - эмпирический коэффициент, U_{\max} – максимальное значение амплитудно-частотной характеристики.

В случае, если приращение бальности рассчитывается через U_{\max} , то за эталонный грунт принимается грунт первой или второй категории. При этом амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) определяются следующим образом:

$$U(f) = (HN-S + HE-W) / 2VZ$$

где **HN-S** и **HE-W** – соответственно спектры микросейсм по горизонтальным компонентам,

VZ – спектр микросейсм на вертикальной компоненте.

Считается, что такой способ расчета приращений сейсмической интенсивности и спектральной кривой **U(f)** в значительной мере компенсирует нестационарность микросейсмического фона, обусловленного различными источниками микросейсм техногенного и природного происхождения.

Назначение и возможности станции SGD-SME “TAIGA U”

Станция SGD-SME “TAIGA U” может быть использована для сейсмического микрорайонирования методом регистрации «микросейсм». При этом, станция в реальном времени рассчитывает спектральные характеристики и приращение сейсмической интенсивности по методу Накамуры. Выходные данные представляют собой отчёт, в виде таблицы, содержащей перечень пунктов наблюдений и соответствующих им сейсмических приращений и резонансных частот; а так же записи всех зарегистрированных микросейсм по всем компонентам, что позволяет в любое время провести повторные вычисления по любым алгоритмам в сторонних программных продуктах.

Возможны два режима измерения сейсмических приращений — с «Опорным Пунктом» («ОП») и «Пунктом Наблюдения» («ПН») или без «Опорного Пункта» («ОП»). В последнем случае возможно регистрация на двух «Пунктах Наблюдения» («ПН») одновременно. Если выбран режим регистрации с «Опорным Пунктом» («ОП»), то приращение сейсмической интенсивности в «Пункте Наблюдения» («ПН») рассчитывается относительно известной сейсмической интенсивности «Опорного Пункта» («ОП»). Если режим измерения без «ОП» - за эталонную сейсмическую интенсивность принимается интенсивность грунтов первой категории в данной местности.

Станция представляет собой бортовой модуль с экраном и клавиатурой, а так же два трехкомпонентных полевых модуля SGD-SME/FU3 “TAIGA”, которые соединяются с бортовым модулем SGD-SME/CU посредством телеметрических кабелей. Один из полевых модулей SGD-SME/FU3 “TAIGA” устанавливается в «Опорный Пункт» («ОП»), а второй - в «Пункт Наблюдения» («ПН») или оба в два разных «ПН», если выбран режим измерения без ОП. Полевые модули SGD-SME/FU3 “TAIGA” преобразуют микросейсмический фон в электрические сигналы, усиливают и оцифровывают их. Данные в цифровом виде передаются в бортовой модуль SGD-SME/CU, где происходит их сохранение и обработка. Во время регистрации на экране бортового модуля в графическом виде выводится информация о микросейсмах и их спектральных составляющих, что позволяет оператору оценивать материал и принимать решения о длительности регистрации, коэффициентах усиления и других параметрах регистрации.

Краткий алгоритм работы оператора

1. Работа с программой микросейсморайонирования начинается с установки датчиков. После выбора одноименного пункта меню, производится опрос и инициализация регистрирующих каналов полевых модулей SGD-SME/FUZ "TAIGA", подключенных в данный момент к бортовому модулю. Далее следует установить необходимый режим измерения: с «Опорным Пунктом» или без «ОП». Заполнить необходимые данные по каждому каналу регистрации: номера «Пунктов Наблюдения», коэффициенты усиления каналов (первоначальные), фильтры и т.д.

2. Следующий шаг - «Запуск оцифровки». Производится установка параметров регистрации и сеанса. Задаётся: частота дискретизации, длительность фрагмента для частотного преобразования, количество фрагментов для усреднения, коэффициент k для формулы оценки $\Delta I = k \cdot \lg(U_{\max})$, балл сейсмической интенсивности грунтов в «Опорном Пункте» (или грунтов 1-й категории, для режима без «ОП»). Данные параметры либо указываются заказчиком - берутся из справочников для требуемой местности, либо устанавливаются в результате опытных работ. Частота дискретизации и длительность фрагмента для частотного преобразования влияют на частотное разрешение получаемых спектрограмм (точность определения резонансной частоты грунтов). Точность определения частоты можно определить по следующей формуле:

$$\text{Точность(Гц)} = \text{Частота дискретизации(Гц)} / \text{Количество точек фрагмента}$$

Параметр «Количество фрагментов для усреднения» влияет на точность вычисления всех величин. Для устранения шумов, помех и случайных флуктуаций микросейсм, измерение и расчёт спектров ведётся указанное количество раз. После каждого измерения берутся средние данные по всем предыдущим измерениям и по этим усреднённым спектрам рассчитываются все величины. С точки зрения оператора, после каждого следующего расчёта спектров их отображение на экране бортового модуля будет изменяться. И чем больше будет накоплено фрагментов для усреднения, тем изменения раз от разу будут становиться меньше и меньше. Чем меньше изменения спектров к концу сеанса, тем больше точность вычисления приращения сейсмической интенсивности. Баланс между точностью измерения и длительностью сеанса должен подбираться в результате опытных работ (или в режиме станции «Контроль сигнала»).

3. По кнопке «СТАРТ» станция переходит в режим «Контроль сигнала». Этот режим полностью аналогичен режиму «Регистрация», но отключена запись данных и есть возможность отрегулировать коэффициенты усиления регистрирующих каналов. На экран бортового модуля в реальном времени выводятся изображения микросейсм каждого канала и их спектры. Задачи оператора в этом режиме:

- подобрать коэффициент усиление каждого канала, так чтобы не происходило перегрузки канала регистрации по амплитуде сигнала;
- подобрать длительность регистрации (количество фрагментов), так чтобы к концу сеанса точность вычислений была в пределах заданной;
- отслеживать, чтобы в регистрируемом сигнале не было случайных или техногенных помех.

4. Когда оператор решит, что соблюдены все условия для начала регистрации «микросейсм», то нажимает кнопку «СТАРТ» ещё раз и станция переходит в режим регистрации с записью всех данных. После окончания записи сеанса, формируется отчёт в табличном виде, содержащий номер «Пункта Наблюдения», резонансную частоту грунтов, $U(f)=(HN-S+HE-W)/2VZ$, приращение сейсмической интенсивности ΔI и сейсмическую бальность I . Так же сохраняются записи всех микросейсм от каждого канала и их спектры.

5. После копирования всех сохранённых данных со станции на персональный компьютер из них формируется отчёт в необходимой заказчику форме.