

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Воскресенского Михаила Николаевича
«Разработка аппаратных и программных модулей регистратора сейсмических сигналов «Регистр» для изучения сейсмодинамических характеристик объектов и сред», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Сейсмические исследования, независимо от их модификации, относятся к одному из наиболее трудоемких методов геофизики. От качества регистрации и обработки сейсмических сигналов, плотности информационных потоков, экономичности и компактности полевой аппаратуры во многом зависит производительность такого рода исследований. Поэтому улучшение аппаратных и программных модулей сейсморегистрирующих систем – задача актуальная, в том числе в области обеспечения сейсмобезопасности зданий и сооружений, а также участков земной поверхности, на которых эти объекты расположены.

Цель исследований, проведенных диссертантом, заключалась в разработке аппаратных и программных модулей регистратора сейсмических сигналов «Регистр» для получения возможности оперативного измерения и изучения сейсмодинамических характеристик любых строительных объектов гражданского или промышленного назначения, а также наземных участков верхней части геологического разреза.

В рамках реализации поставленных задач лично автором или при его активнейшем участии получены следующие новые научные результаты.

1. Разработан и отлажен модуль определения координат и точного всемирного времени на основе GPS-технологий.
2. Разработан новый механизм обмена данными регистратора с компьютером с целью увеличения скорости передачи данных.
3. Разработан модуль долговременного хранения больших объемов первичных сейсмических данных с использованием внешней карты памяти.

4. Написаны и отлажены программные модули для обработки первичных сейсмических данных и вычисления таких сейсродинамических характеристик, как резонансная частота колебаний, амплитуда смещений, декремент затухания.

В первой главе диссертации автором проведен обзор работ российских и зарубежных авторов, посвященных теме обследования инженерных сооружений. Выделены два основных направления исследований: исследования отклика конструкции при внешнем импульсном воздействии и исследования колебательных процессов, вызванных микросейсмическими шумами. Выполнен сравнительный анализ четырех регистраторов, которые либо предназначены, либо могут быть использованы для изучения сейсродинамических характеристик объектов исследований. Выявлены преимущества и недостатки рассмотренных моделей. Изложен план необходимых разработок для достижения поставленных целей.

Вторая, наиболее объемная и содержательная глава диссертации, посвящена описанию новых разработок в области аппаратной части регистратора. Детально аргументирован выбор управляющего микроконтроллера, позволившего значительно улучшить технические характеристики регистратора, в частности, подключить дополнительные устройства и расширить его динамический диапазон с 16 до 24 разрядов АЦП. Описан встраиваемый в регистратор модуль GPS, который, кроме возможности позиционирования точки установки прибора, позволит при одновременной работе с группой регистраторов обеспечить их синхронизацию. Нужно отметить, что при обследовании зданий и сооружений надежная синхронизация группы автономных регистраторов может иметь даже большее значение для повышения качества экспериментальных данных, чем возможность позиционирования точек наблюдений, так как привязка последних по элементам конструкций при известной геометрии исследуемого объекта может обеспечить точность выше, чем по GPS. Также в главе описаны модуль, позволяющий ускорить

передачу данных из регистратора в персональный компьютер, и модуль записи сейсмических данных на флэш-карту большого объема.

В третьей главе описана реализация программных модулей, обеспечивающих первичную обработку сейсмической информации и расчет сейсмодинамических параметров (резонансная частота, декремент затухания, амплитуды смещений). Представляется, что здесь отражен лишь начальный этап создания программного обеспечения обработки микросейсмических данных, и в дальнейшем в программный пакет будут добавляться как хорошо зарекомендовавшие себя стандартные процедуры, так и новые методы обработки данных пассивной сейсмики (например, хорошо зарекомендовавшие себя алгоритмы выделения стоячих волн из микросейсмического поля, разработанные в Геофизической службе СО РАН).

В четвертой главе диссертации приведены два примера использования авторских разработок на практике: вычисление частоты собственных колебаний и логарифмического декремента затухания при паспортизации промышленного инженерного сооружения и изучение резонансной составляющей в процессе проведения сейсмического микрорайонирования. Кроме того, здесь проводится сравнение результатов измерений, полученных на одном и том же объекте с помощью регистратора «Регистр» и сертифицированной аппаратуры «REFTEK DAS-130». Нужно отметить в целом хорошую повторяемость полученных двумя приборами данных.

Работа имеет несомненную научно-практическую значимость, так как полученные результаты можно использовать, например, для дальнейшего совершенствования методических приемов при изучении сейсмодинамических характеристик любых строительных объектов и участков ВЧР в рамках неразрушающего контроля, применяя в качестве источника сигнала микросейсмический шум.

Изложенные результаты являются новыми и обоснованы теоретическими исследованиями, моделированием, лабораторными и полевыми испытаниями.

Таким образом, автором работы решаются важные народнохозяйственные задачи, имеющие не только прикладное значение, но позволяющие формировать и развивать новые направления, методические приемы, новые алгоритмы в востребованных областях сейсмических исследований: сейсмическом мониторинге, инженерно-сейсмических исследованиях, сейсмическом микрорайонировании и т. п.

Результаты, представленные в диссертации, известны научной общественности. Они докладывались на Всероссийских конференциях, экспонировались на выставках, опубликованы в шести статьях в рецензируемых изданиях, рекомендованных списком ВАК. Получено одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Автореферат и опубликованные работы в полной мере отражают содержание диссертации. К оформлению диссертации особых претензий нет, изредка встречаются лишь незначительные погрешности (например, в правой части формулы 1.3 пропущен знак деления, который, впрочем, появляется в следующей из нее формуле 1.5).

По диссертационной работе можно сделать следующие замечания.

1. Защищаемые положения сформулированы таким образом, что логичнее было бы назвать их защищаемыми научными результатами, что широко распространено при защите кандидатских диссертаций.
2. В тексте диссертации сначала написано, что в новой версии регистратора микропроцессор Atmega8515 заменен на программно-совместимый с ним, но более функциональный Atmega64. А далее описано сопряжение блока GPS и модуля для ускорения передачи данных от регистратора в ПК с микроконтроллером Atmega8515. Значит ли это, что эти аппаратурные решения автоматически переносятся на последнюю версию регистратора?
3. В тексте отмечено, что расширение памяти позволило увеличить длительность непрерывной записи до нескольких месяцев (стр. 70), но не говорится при какой частоте дискретизации, а это при фиксированном объеме памяти обратно пропорциональные величины.

4. При обработке записей микросейсм собственные частоты объектов определяются по максимуму их спектров, что может приводить к ошибочным результатам в случае наличия мощных техногенных гармонических воздействий, поскольку вынужденные колебания объекта могут оказаться намного интенсивнее собственных. Более надежные результаты получаются при применении алгоритмов, ориентированных на выделение стоячих волн из микросейсмического поля (пример – упомянутые выше алгоритмы, разработанные в Геофизической службе СО РАН). Считаю, что это одно из перспективных направлений в дальнейшем развитии программного обеспечения регистратора.
5. В первом примере практического применения разработанных аппаратно-программных средств определенные по спектрам микросейсм собственные частоты для всех компонент колебаний имеют близкие значения (табл. 4.1). Если для собственных колебаний по X и Y это вполне возможно, например, для зданий с квадратным или круглым горизонтальным сечением, то для оси Z это маловероятно, так как при возникновении резонансов в вертикальном и горизонтальных направлениях в наземном сооружении образуются моды стоячих волн разной природы. Кстати, резкое отличие характера колебаний по оси Z можно видеть и на сейсмограмме (рис. 4.3). Возможно, приведенные в табл. 4.1 собственные частоты определены ошибочно, например, вследствие влияния на результаты измерений интенсивных гармонических техногенных воздействий.

Сделанные замечания не влияют на итоговую оценку диссертационной работы. Считаю, что диссертация «Разработка аппаратных и программных модулей регистратора сейсмических сигналов «Регистр» для изучения сейсמודинамических характеристик объектов и сред», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых, соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским

диссертациям, а её автор, Воскресенский Михаил Николаевич, заслуживает присуждения искомой степени кандидата технических наук.

Колесников Юрий Иванович

Доктор технических наук, доцент

Главный научный сотрудник

Лаборатория динамических проблем сейсмологии

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им.

А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН)

Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, проспект Коптюга, 3

www.ipgg.sbras.ru

E-mail: KolesnikovYI@ipgg.sbras.ru

Тел. 8(383)3333138

Я, Колесников Юрий Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«10» августа 2017 г.


(подпись)

МП

Подпись Колесникова Ю.И. заверяю

