

## УТВЕРЖДАЮ

Ректор Федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Пермский государственный национальный  
исследовательский университет»,  
доктор физико-математических наук  
МАКАРИХИН Игорь Юрьевич



2017 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию **ВОСКРЕСЕНСКОГО Михаила Николаевича** «Разработка аппаратных и программных модулей регистратора сейсмических сигналов «Регистр» для изучения сейсמודинамических характеристик объектов и сред», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поиска полезных ископаемых

Диссертационная работа Воскресенского Михаила Николаевича посвящена теме развития аппаратно-программных средств, входящих в состав полевой сейсморегистрирующей системы, позволяющей оперативно решать задачи изучения сейсמודинамических характеристик объектов и сред. Решение этих задач имеет большую народохозяйственную значимость как при изучении собственно верхней части геологического разреза (ВЧР) и различных сооружений, расположенных на поверхности ВЧР, так и при проведении сейсмического мониторинга.

**Актуальность** темы прежде всего связана с современными требованиями обеспечения безопасности строительных гражданских и промышленных объектов: в первую очередь об оборудовании, спроектированном для мониторинга целостности конструкции зданий и сооружений. Разработанные и внедренные функциональные узлы оборудования помогают решать инженерные геофизические задачи, направленные на предотвращение разрушения объектов исследований с помощью проводимого сейсмического мониторинга и оперативного расчета сейсמודинамических характеристик.

**Основной целью** работы является разработка аппаратных и программных модулей регистратора сейсмических сигналов «Регистр» для получения возмож-

ности оперативного измерения и изучения сейсродинамических характеристик строительных объектов, гражданского или промышленного назначения, а также наземных участков верхней части геологического разреза.

**Научная новизна** работы состоит в том, что в результате внедрения разработанных аппаратных и программных модулей в сейсморегистрирующую аппаратуру «Регистр» было получено новое оборудование для решения широкого спектра прикладных задач:

1. Регистрация сейсмических сигналов для решения задач инженерной геофизики (функционал базовой модели «Регистр»).

2. Оперативное изучение сейсродинамических характеристик любых строительных объектов и наземных участков ВЧР в рамках неразрушающего контроля состояния зданий и сооружений с применением в качестве источника сигнала микросейсмических шумов.

3. Более эффективное использование полученной новой информации в сейсмологических исследованиях.

**Практическая значимость** диссертационной работы Воскресенского М. Н. подтверждается успешным применением его разработок при проведении опытно-методических и производственных сейсмических работ в полевых условиях. Внедрение в сейсморегистрирующую систему таких разработок как модуль GPS, внешняя карта памяти SDHC объемом до 32 Гбайт, включение модуля FTDI 245, значительно ускоряющего обмен данными с компьютером, а также новый программный модуль повышают эффективность полевых работ, делают работу оператора более комфортной в полевых условиях.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и библиографии, содержащей 71 названий. Общий объем диссертации 96 страниц. Работа содержит 44 рисунка и 11 таблиц.

Во введении автор определяет объект и цели исследования, обосновывает актуальность работы и приводит основные положения, вынесенные на защиту.

В первой главе рассматриваются основные методические принципы сейсмических исследований, направленных на изучение динамики сейсмических волновых полей, проявляющихся себя в воздействиях на ВЧР и объекты антропогенной

деятельности непосредственно связанные с ВЧР. Проводится сопоставительный анализ образцов аппаратуры, на которой возможно проведение сейсмических исследований, позволяющих осуществлять оценку сейсמודинамических характеристик. Дается определение таких характеристик, как амплитудно-частотный спектр, частота собственных колебаний, декремент затухания.

Первая часть Второй главы посвящена анализу микроконтроллеров общего назначения наиболее полно отвечающих решению стоящих перед разработчиком задач. Обосновано применение контроллеров AVR Mega с точки зрения экономической целесообразности и технических возможностей. Далее автор приводит описание новых аппаратных разработок, предназначенных для расширения функциональных возможностей регистратора сейсмических сигналов «Регистр». В частности, GPS модуль, выполненный на современной высоко чувствительной микросхеме L 10 фирмы Quectel, обеспечил хорошую связь со спутниками даже в закрытом помещении, что позволило получить надежную временную синхронизацию и топографическую привязку точки наблюдения. Другое устройство, разработанное автором на базе ЧИПа FT245BL, – модуль переходник для USB с повышенной скоростью передачи данных из регистратора в компьютер. Его использование позволило значительно сократить время передачи информации в компьютер, т. е., в конечном счете, повысить производительность полевых работ. Еще одно устройство, разработанное автором и представленное во второй главе диссертационной работы – модуль записи сейсмической информации на встроенную миниатюрную флэш карту типа SDHC. Эта разработка обеспечила значительное увеличение объема памяти (до 32 Гбайт) для записи сейсмических данных, что в свою очередь позволило расширить функциональные возможности прибора, например, в области непрерывных долговременных сейсмологических наблюдений. В заключительной части второй главы автор подводит итоги проделанной работы в соответствии с поставленными задачами в части разработки аппаратных модулей (первое защищаемое положение).

В третьей главе описываются новые программные модули, включенные в состав ПО регистратора сейсмических сигналов «Регистр», обеспечивающие оперативную обработку и оценку ряда сейсמודинамических параметров исследуемых

объектов (второе защищаемое положение). В частности, автором предложены отдельные элементы графики, улучшающие организацию некоторых окон визуализации. Даны определения и показаны алгоритмы выполнения таких операций как цифровая фильтрация, расчет амплитудных спектров сейсмических сигналов, вычисление амплитуды смещений инерционной массы сейсмического датчика по имеющейся сейсмограмме скорости смещения, определение частоты собственных колебаний по имеющимся спектрограммам, расчет декремента затухания в логарифмическом масштабе. Отмеченные динамические характеристики сейсмических сигналов являются элементами ПО «Reg3MSD», зарегистрированного в государственном реестре программ для ЭВМ, соавтором которого является М. Н. Воскресенский.

В четвертой главе приведены примеры практического использования авторских разработок в реальной геофизике при проведении таких производственных работ, как сейсмическое микрорайонирование, определение сейсmodинамических характеристик объектов промышленного производства с целью паспортизации последних в соответствии с требованиями ГОСТ 31937-2011: «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

В заключении автором подведены итоги диссертационной работы, перечислены основные результаты решения задач, даны конкретные рекомендации по их использованию при мониторинге целостности промышленных объектов.

**Достоверность** результатов обеспечивается тщательностью и обоснованностью исследований и конструкторских разработок, подкрепленных результатами анализа и натурных испытаний.

#### **Замечания по диссертации:**

1. В первой главе, на стр. 19 автор пишет «... аналоговый сигнал, идущий по проводам...». Идущий по проводам по отношению к сигналу – некорректная формулировка. Технически более корректно будет передача сигнала по проводам.

2. При перечислении технических характеристик сейсмического регистратора REFTEK (глава 1, стр. 21) автор указал диапазон регистрируемых частот 0,1 – 50 Гц. Это неверно. Общий частотный диапазон этого регистратора расположен в полосе 0,1 – 250 Гц, а диапазон 0,1 – 50 Гц – всего лишь один из поддиапазонов.

Возможно, автор просто пропустил цифру 2 по невнимательности.

3. Глава 2, стр. 34. Утверждение автора, что контроллер Atmega 8515 имеет 35 портов ввода – вывода не соответствует действительности. Возможно, автор оговорился, указав вместо линий – порты. Портов в этом контроллере всего 5, а вот линий ввода – вывода действительно 35.

**Заключение.** Отмеченные замечания не влияют на положительную оценку выполненной работы и не ставят под сомнение основные выводы диссертации. Результаты работы Воскресенского М. Н. имеют значительную научную и народнохозяйственную ценность.

В целом диссертация написана ясным, понятным языком, достаточно хорошо структурирована. Содержание диссертационной работы *соответствует заявленной специальности 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»*, что устанавливается путём сопоставления содержания работы с формулой специальности.

Диссертационная работа, представленная на соискание ученой степени кандидата наук, *соответствует отрасли технические науки*, так как тематика проведённых в работе исследований соответствует содержанию пунктов 3 и 19 в регламентируемой нормативными документами ВАК РФ для данной специальности области исследований.

Автореферат достаточно подробно и адекватно отражает основные идеи и выводы диссертационной работы.

Основные защищаемые положения и пункты новизны с достаточной полнотой изложены в 9 публикациях, в том числе в 6 работах, включенных в список ВАК и 1 свидетельстве о государственной регистрации программы для ЭВМ. Результаты работы апробированы на международных, всероссийских и региональных выставках и конференциях.

Представленная диссертационная работа «Разработка аппаратных и программных модулей регистратора сейсмических сигналов «Регистр» для изучения сейсmodинамических характеристик объектов и сред» является в целом завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны положения, квалифицируемые в совокупности

как *научное достижение* в геофизике.

Автор диссертационной работы **Воскресенский Михаил Николаевич** заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Отзыв составил:

профессор кафедры геофизики ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», доктор геолого-минералогических наук, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации



СПАССКИЙ Борис Алексеевич

Отзыв заслушан и одобрен на заседании кафедры геофизики Пермского государственного национального исследовательского университета, протокол № 2/705 от 13 сентября 2017 г.

Заведующий кафедрой геофизики  
Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Пермский государственный национальный  
исследовательский университет»,



доктор технических наук, профессор,  
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации

КОСТИЦЫН Владимир Ильич

13.09.2017г.

