

ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н. проф. Спектора Александра Аншелевича на диссертацию Щитникова Александра Александровича «Передача сообщений через горные породы сейсмическими волнами», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика

Актуальность темы диссертации. Аварийность при производстве работ в шахтах продолжает оставаться острой проблемой как в России, так и за рубежом. Предпринимаемые усилия не приводят к быстрому и эффективному ее решению, что объясняется многосторонним характером, сложностью стоящих задач, требующих, в том числе, и новых научно-технических решений и разработок. Среди актуальных на одном из первых мест находится задача обеспечения связи между горной выработкой и поверхностью в условиях аварийной ситуации. Наличие надежного канала двухстороннего обмена информацией является одним из факторов, способных существенно повлиять на эффективность спасательных мероприятий работников, находящихся в подземной выработке. Отсутствие надежных систем связи такого назначения определяет несомненную актуальность темы диссертации.

Содержание диссертации. Диссертация состоит из 4-х основных глав, введения, заключения и трёх приложений. В первой главе дан обзор методов и систем связи для использования в аварийных ситуациях, основанных на передаче информации при помощи электромагнитных волн, а также на основе волн иной физической природы. Особо отмечена технология связи в гидроакустической среде на основе ее упругих деформаций, возникающих при работе передающих устройств. Как ее аналогию автор рассматривает использование сейсмических волн для передачи информации в твердой породе. В связи с этим ставятся задачи исследования возможности создания систем передачи информации на основе сейсмических волн.

Вторая глава диссертации посвящена анализу энергетики сейсмических сигналов. Рассмотрены методы возбуждения сейсмических колебаний, их модуляции. Основное внимание уделено анализу механизмов, определяющих энергетику сейсмического сигнала на входе приемного устройства.

Выполнен анализ, учитывающий круговое рассеяние сигнала при его распространении в виде сферической волны, затухание в среде распространения и потерю интенсивности, связанную с прохождением волн через слоистую среду, при которой часть энергии сигнала теряется из-за отражений на границах раздела. Приведены результаты расчетов, выполненных на основе этого анализа, показывающие сильное влияние рабочей частоты, при увеличении которой происходит резкое снижение интенсивности сигнала на входе приемного устройства. Отмечено также сильное влияние характера пород, образующих среду распространения. Из полученных результатов, например, следует, что при изменении частоты сигнала от 10-20 до 250 Гц амплитуда принятого сигнала изменяется на расстояниях 500м на 4-5 порядков, а на расстояниях 2000м на 7-8 порядков. Тем самым использование частот выше 120-140Гц исключается.

Заметное внимание во второй главе уделено анализу методов модуляции, выбору вида модулирующих кодов. Предложено использование производных кодов, для которых родительскими являются функции Уолша и искусственно увеличенная на один символ семиэлементная комбинация Баркера. Рассматривается корреляционная процедура приема. Делается заключение о проблематичности использования сигналов с большой шириной спектра.

В третьей главе рассмотрены проблемы технической реализации элементов сейсмической системы связи. Значительное внимание уделено развитию методов построения передающих устройств. Рассмотрено построение двигателей с электродинамическим и электромагнитным принципами действия, изготовлен экспериментальный макет. Предложено устройство генератора тока для емкостного накопителя энергии в составе системы электропитания. Рассмотрены вопросы построения приемного устройства для сейсмической системы передачи информации, в частности, фильтрации сигнала и его аналого-цифрового преобразования.

Большую роль играет материал четвертой главы, в котором представлены результаты значительного объема испытаний, проводившихся на предприятиях добывающих отраслей Сибирского региона. Результаты испытаний представляют собой сочетание отрицательных и положительных результатов, количество последних увеличивалось по мере накопления опыта и внесения корректировок в используемые технические устройства и

методики. В ходе испытаний проводился анализ сигналов и их спектров, получаемых в приемном устройстве при вариации дальностей передачи сигналов от 50 до 300м. Сделана серия измерений, при анализе которой установлены уровни ослабления сигналов при их распространении в сейсмическом канале связи. Показано, что общее ослабление обусловлено действием двух основных факторов – сферического рассеяния и поглощения сейсмических волн, получены экспериментальные оценки показателей удельного затухания.

В целом, основные идеи, положенные в основу исследования, логические построения при анализе, трактовки полученных результатов изложены доступным для квалифицированного читателя языком, хотя и требуют при знакомстве с материалом не всегда оправданного напряжения. Диссертация достаточно подробно проиллюстрирована (содержит 96 рисунков). Библиография включает 72 наименования.

В диссертации получены следующие научные результаты:

1. Выполнен анализ энергетики сейсмического канала передачи цифровой информации, который может служить базой для создания систем связи в аварийных ситуациях на добывающих предприятиях. Основным следствием выполненного анализа является вывод о принципиальной осуществимости передачи информации на основе использования сейсмических волн.

2. Создан и экспериментально исследован опытный образец аппаратуры сейсмической связи, подтвердивший возможность передачи информации через горную породу на расстояния до 300м.

3. В диссертации приведен большой объем экспериментальных результатов, полученных автором на различных объектах добывающих отраслей Сибирского региона. Значительная часть из них завершилась отсутствием положительных результатов. Ценой значительных усилий автор смог в финальной части экспериментальной работы получить позитивные результаты, что и представляет собой основную научную и практическую ценность.

Практическая значимость результатов работы.

Проблема, исследованию которой посвящена диссертация, имеет практическое происхождение и обусловлена острой необходимостью создания систем связи для аварийных условий в горных выработках. Выполненные автором испытания на ряде объектов свидетельствуют о

возможности создания новой разновидности техники связи, основанной на сейсмическом принципе. Практическая значимость результатов связана именно с этим.

Замечания по диссертации:

1. Развитие техники связи, основанной на новом физическом принципе – сейсмических волнах – потребовало от автора усилий в двух направлениях: создание технических устройств передачи, приема и обработки сигналов и развитие принципов передачи информации, которые могут быть положены в основу построения систем. Едва ли это возможно в рамках одного диссертационного исследования. К сожалению, данное обстоятельство сказалось на качестве полученных результатов, многие из которых имеют весьма предварительный характер.
2. Исследования, выполненные в диссертации, направлены на решение проблем связи в направлении «горная выработка – поверхность», а в отношении обратного направления говорится о том, что в данном канале может быть использована радиосвязь. К сожалению, в обзоре этот факт не получил разъяснений. Не ясно, как обеспечивается радиосвязь в одном направлении, и что, при этом, препятствует ее организации в противоположном направлении. При неплохом, в целом, обзоре, это является явным упущением.
3. Расчеты энергетического отношения сигнал/шум (ОСШ) во второй главе диссертации справедливы при обеспечении когерентного накопления сигналов приемной антенной решетки. Из последующего описания макета не ясно, обеспечивается ли технически когерентное накопление.
4. При использовании кодированного представления информации в диссертации рассматривается корреляционный прием как оптимальная схема приема. В действительности сейсмические помехи, имея гауссовское распределение, не являются белым шумом, и оптимальный прием на их фоне не является корреляционным. Связанные с этим потери в работе не обсуждаются.
5. Для формирования рабочих сигналов автор остановился на использовании производного семейства от функций Уолша и семиэлементной комбинации Баркера. Не ясно, почему, например, не

были использованы коды Голда, семейства которых имеют большие объемы, а корреляционные свойства хорошо изучены. Тем более что комбинацию Баркера автору пришлось для согласования длин искусственно нарастить одним (восьмым) элементом, последствия чего не исследованы. Вообще, не вполне ясен вид представления информации, размер алфавита при этом и необходимый объем семейства сигналов. В главе 2 (стр.39) говорится о том, что «генератор излучает одиночные импульсы, а информационная составляющая состоит в изменяющейся между ними задержке. Очевидно, что чем длиннее база последовательности, тем лучшее соотношение сигнал/шум можно получить после корреляционной обработки на выходе приемника». Способ передачи информации из этого описания понять достаточно нелегко... И, кроме того, известно, что не база сигнала определяет ОСШ, а его длительность.

6. Все эксперименты проводились для направления передачи информации «поверхность - горная выработка» при актуальности обратного направления; эквивалентность двух задач не обсуждается.
7. Экспериментальные результаты получены для глубины 300м, в то время как заявлено о решении проблемы до 1000м.

В автореферате диссертации представлены все основные результаты работы, его содержание соответствует материалам диссертации.

Все основные научные результаты опубликованы в 11 научных работах, из которых 6 статьи - в журналах списка ВАК, 3 статьи в изданиях, индексируемых в Scopus. Основные результаты были доложены на российских и международных конференциях.

Заключение

Стремление автора охватить все стороны проблемы исследования нового перспективного способа передачи информации, включающие и исследования принципа, и разработку основ аппаратурной реализации, не позволили выполнить углубленное исследование, чем и вызваны представленные выше замечания к диссертации. Вместе с тем, во-первых, защищаемая диссертация достаточно убедительно показывает осуществимость сейсмической связи для решения, в частности, задач, возникающих при авариях в горных выработках. Во-вторых, диссертация

демонстрирует потенциал автора как научного работника, способного ставить и самостоятельно решать сложные комплексные задачи. Диссертация имеет практическую ценность и соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 01.04.03 – Радиофизика.

Автор работы А.А.Щитников заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
630073, г.Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20

Кафедра теоретических основ радиотехники

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой

Александр Аншелевич Спектор

E-mail: spektor@corp.nstu.ru

spectora@mail.ru

Тел. +79537691272



А.А. Спектор

Подпись А.А. Спектора удостоверяю:



О.К. Пустовалова

