

ОТЗЫВ

на диссертационную работу Антоновской Галины Николаевны «Сейсмический мониторинг состояния антропогенных объектов и территорий их размещения, включая Крайний Север», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Среди положений, выносимых на защиту в диссертационной работе Г.Н. Антоновской, наше особое внимание как специалистов в области гидротехнического строительства и мониторинга гидротехнических сооружений привлекли имеющие отношение к обеспечению безопасности гидротехнических сооружений:

- Система сейсмического мониторинга нового поколения, объединяющая наблюдения за состоянием антропогенных объектов, опасными процессами на территориях их размещения, а также позволяющая дополнительно вести вибромониторинг работающего промышленного оборудования, основанная на использовании унифицированной современной сейсмической аппаратуры, способах сбора и обработки данных;

- Методика, основанная на использовании тестовых слабых сейсмических воздействий, объединяющая наблюдения разной природы и компьютерное моделирование реакции сооружения, позволяющая оценить состояние конструкций уникальных сооружений, в том числе при предполагаемых сильных сейсмических воздействиях;

- Комплекс сейсмических способов оперативного обследования и мониторинга, позволяющий для антропогенных объектов различного назначения определять состояние конструкций и грунтов основания при высоком уровне промышленных шумов;

- Методические основы контроля возникновения недопустимых вибраций гидроагрегатов ГЭС вследствие гидродинамических пульсаций, позволяющие судить о наступлении опасной ситуации из удаленной от

агрегата точки системы мониторинга нового поколения на основании спектрально-временного анализа сейсмического сигнала.

Начиная с 2016 года и до середины 2018 года проводилась работа по актуализации СТО «Гидроэлектростанции в зонах с высокой сейсмической активностью. Геодинамический мониторинг гидротехнических сооружений. Нормы и требования». Примерно в эти же сроки по заказу ПАО «РусГидро» выполнялись НИОКР по теме «Исследование и разработка дистанционного мониторинга состояния сооружений и режимов работы ГЭС. Разработка метода оценки состояния гидротехнических сооружений и гидроагрегатов ГЭС по результатам мониторинга амплитудно-частотных характеристик их колебаний совместно с грунтовым основанием». В этих работах непосредственное участие принимали сотрудники АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева» и, поэтому есть возможность сравнить результаты и выводы, полученные в результате широкого обсуждения проблем геодинамического мониторинга ГЭС, результаты исследований, полученные при выполнении НИОКР с результатами диссертационной работы Г.Н. Антоновской.

К сожалению, ряд принципиальных выводов сделан в диссертационной работе на основании очень ограниченного количества экспериментальных данных. В работе справедливо отмечается, что на территории Республики Дагестан построена сейсмологическая сеть, ориентированная на регистрацию сейсмических событий в районах размещения крупных ГЭС, системы сейсмометрических наблюдений построены на шести станциях. Чиркейская ГЭС в этот список не входит. Установленная на плотине Чиркейской ГЭС аппаратура не проходит метрологических проверок, расположение датчиков не соответствует минимальным требованиям к сейсмометрическим системам, изложенным в этой же работе в разделе 2.3.5. Тем не менее, данные, полученные на других станциях, кроме Чиркейской, автором не рассматривались.

В распоряжении автора были, судя по ссылкам на использованную литературу, примеры совместной обработки данных локальной сейсмологической сети (ЛСС) и автоматизированной системы

сейсмометрического контроля (АССК) Бурейской ГЭС, однако выводы, сделанные в рассматриваемых статьях, о невозможности построения локальной сейсмометрической сети с использованием только датчиков, размещенных на плотине, просто отброшены без сколько-нибудь серьезного анализа.

Работы по измерениям собственных частот колебаний плотины Саяно-Шушенской ГЭС ведутся уже несколько лет, причем с использованием как аппаратуры АССК, так и ЛСС. Результаты работ опубликованы, но не использованы автором.

В то же время, когда упоминается авария на Саяно-Шушенской ГЭС, используются не выводы официальной комиссии о причинах катастрофы, а не нашедшие поддержки мнения отдельных авторов, связывающих причины аварии с изменениями в геологической среде, состоянием плотины и возникновением гидродинамического удара.

К сожалению, эти примеры иллюстрируют общий подход, характерный для всей работы – не критичность к собственным данным, игнорирование или очень вольная интерпретация данных, полученных в других исследованиях.

Приведем пример подобной интерпретации. В главе 2.3.4 «Система мониторинга нового поколения» приводится пример низкой чувствительности стандартно используемых пьезодатчиков и регистраторов в АССК. Для иллюстрации используются рисунки, взятые из презентации сотрудников АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева» и филиала ПАО «РусГидро» – «Бурейская ГЭС». На одном из рисунков показан пример совместной регистрации сейсмособытия датчиками АССК и ЛСС. На другом рисунке приведен пример регистрации гораздо более слабого сейсмособытия, которое было зарегистрировано только датчиками ЛСС. В докладе, для которого были выполнены эти рисунки, рассказывалось о системе совместной обработки данных АССК и ЛСС как взаимодополняющих систем. Шумовой фон на плотине не позволил во втором случае выделить сигнал на датчиках АССК. Чувствительность датчиков в данном случае абсолютно ни при чем.

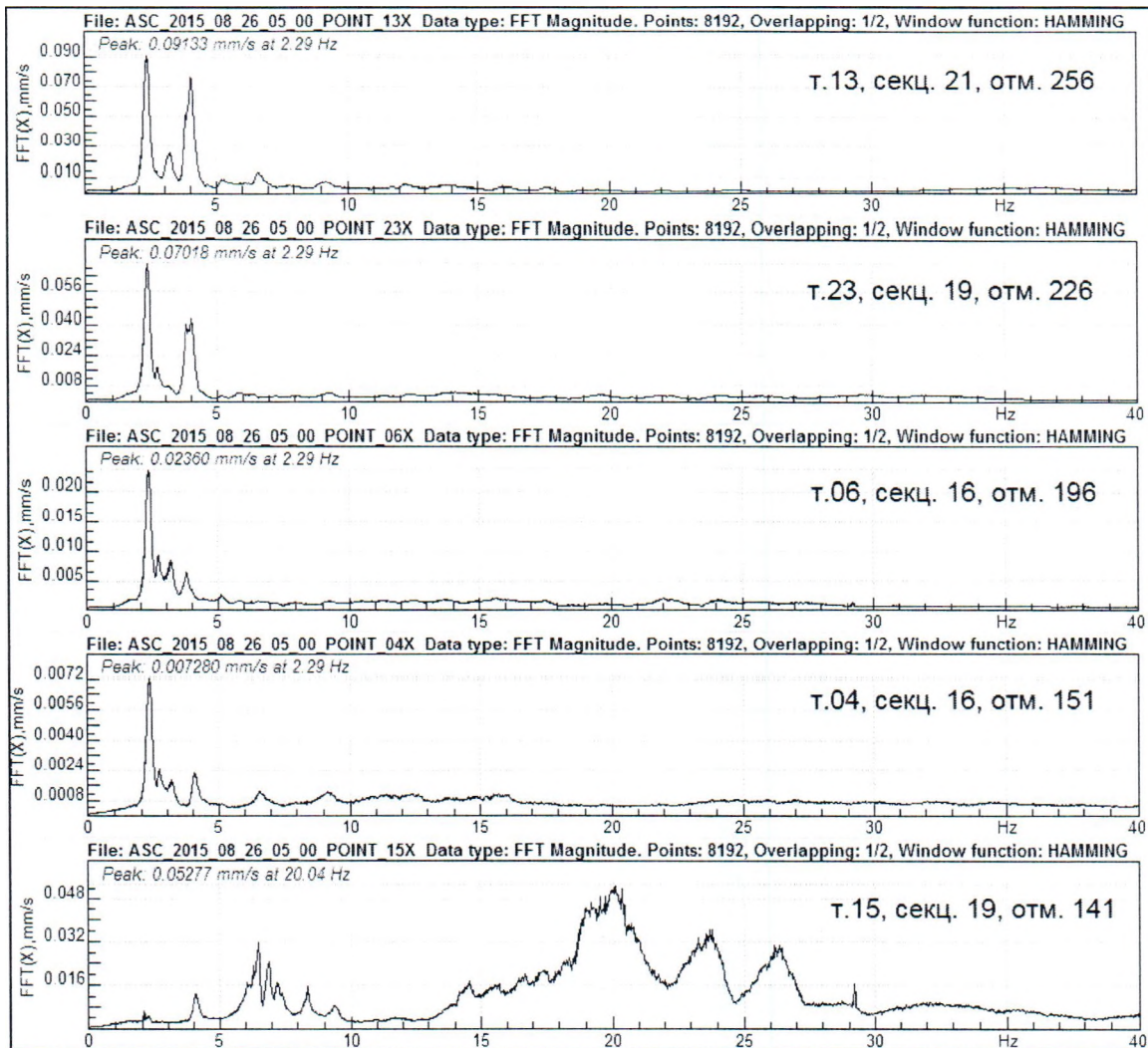
Дело в соотношении сигнал-шум в месте размещения датчика, которое никак не зависит от чувствительности датчика.

В этом месте необходимо остановиться на принципиальной ошибке автора работы и более подробно разобрать используемые аргументы.

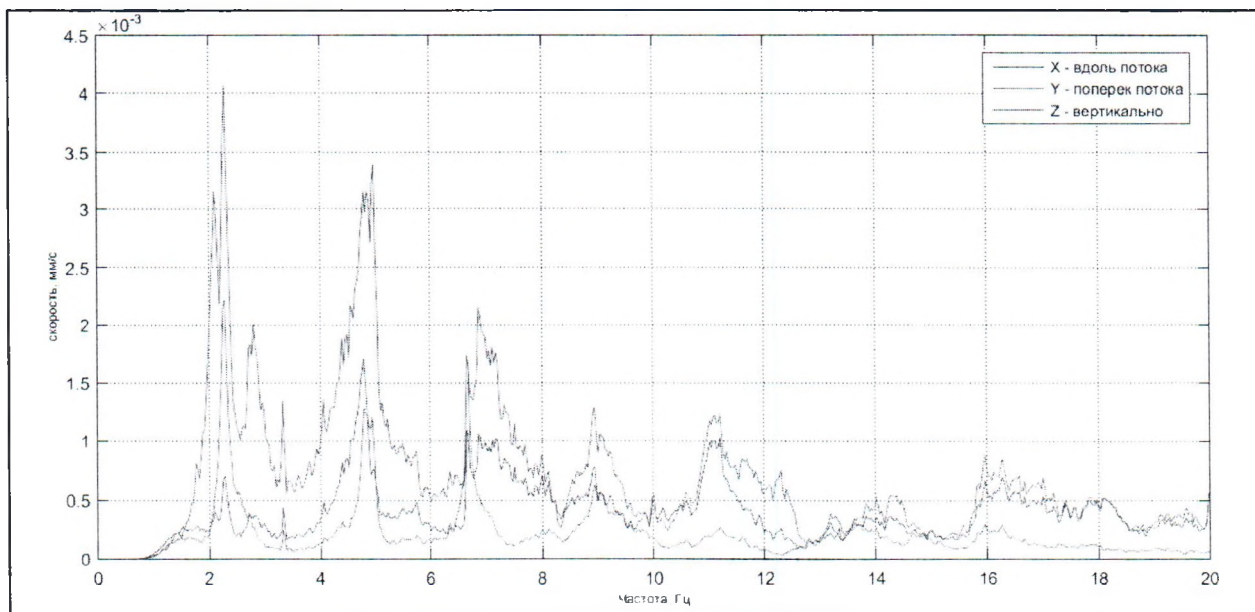
В часто цитируемой автором работе [Navscoy, Alguacil] приводится таблица характерных диапазонов частот, генерируемых различными сейсмическими источниками.

Частотный диапазон (Гц)	Тип измерений
0.00001–0.0001	Приливные колебания
0.0001–0.001	Свободные колебания Земли, землетрясения
0.001–0.01	Поверхностные волны, землетрясения
0.01–0.1	Поверхностные волны, Р и S волны, землетрясения с магнитудой $M > 6$
0.1–10	Р и S волны, землетрясения с магнитудой $M > 2$
10–1000	Р и S волны, землетрясения с магнитудой $M < 2$

Таким образом, частотный спектр слабых сейсмических событий находится в диапазоне от единиц до десятков герц. Характерные спектры сигналов, регистрируемых на плотине Бурейской и Чиркейской ГЭС, показаны на двух следующих рисунках.



Характерные спектры сигналов на плотине Бурейской ГЭС



Характерный спектр сигналов на плотине Чиркейской ГЭС

Нетрудно заметить, что с частоты порядка 1,5 Гц начинаются сильные шумы, вызванные работой оборудования и собственными колебаниями плотины ГЭС, которые при размещении датчиков на плотине будут полностью подавлять сигнал от близких слабых сейсмических событий.

Автором работы не приводится сопоставление результатов регистрации слабых сейсмических событий, зарегистрированных аппаратурой, расположенной на Чиркейской ГЭС, с данными Дагестанского филиала Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (ДФ ФИЦ ЕГС РАН), полученными с использованием возможностей региональной сейсмологической сети и сейсмостанций Филиала ПАО «РусГидро» – «Дагестанский филиал». Такой анализ позволил бы, по крайней мере, оценить чувствительность предлагаемого метода и точность локализации источников сейсмособытий.

Выводы автора о том, что увеличение чувствительности и динамического диапазона датчиков, расположенных на плотине, приведет к возможности регистрации слабых сейсмических событий, представляются необоснованными. Большой динамический диапазон позволяет без искажений регистрировать интерференцию колебаний разных амплитуд и разных частот, что, в свою очередь, позволяет с использованием полосовой фильтрации выделять из суммарной записи колебания разной частоты. Но в случае, если для неперiodического сигнала помеха совпадает по частотному диапазону и значительно превышает полезный сигнал по амплитуде, повышение чувствительности бесполезно.

На практике, повышение точности определения гипоцентров местных землетрясений при наблюдениях на ЛСС достигается путём расстановок высокочувствительных сейсмостанций по оптимальной сети, а не использованием зашумлённых записей сейсмометрических наблюдений.

К сожалению, допущенные ошибки и недостаточная проработанность диссертационной работы не позволяют согласиться с выводами и о возможности использования существующей сейсмической аппаратуры в качестве универсального регистратора для систем сейсмологического,

сейсмометрического и вибрационного контроля. Отдельно должен быть рассмотрен вопрос о целесообразности замены относительно недорогих датчиков, устанавливаемых в местах с высоким шумовым фоном, высокочувствительными дорогими датчиками с особыми требованиями к установке и эксплуатации, в то время как их высокая чувствительность и широкий динамический диапазон не могут быть использованы. Разница в стоимости оборудования отличается больше, чем в 10 раз.

Не может быть принят тезис о целесообразности объединения систем сейсмологического, сейсмометрического и вибрационного мониторинга. Путь, по которому уже более 5 лет развиваются системы мониторинга – путь расширения функциональности за счет обмена данными, дополнения систем. Нет необходимости ограничивать обмен данными только тремя системами. В новой редакции СТО «Гидроэлектростанции в зонах с высокой сейсмической активностью» предполагается комплексный подход к мониторингу, включающий все необходимые виды наблюдений и совместную обработку данных для лучшего понимания происходящих процессов на сооружении и вблизи него.

Обращает на себя внимание «легкий» подход автора к созданию математических моделей сложных гидротехнических сооружений. Отвергнутая автором диссертационной работы математическая модель Чиркейской ГЭС, созданная в АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», содержит 1054838 элементов в модели «плотина-основание», 274687 узлов, 784563 рассчитываемых параметра. Для калибровки математической модели было произведено динамическое тестирование плотины с использованием микросейсмических колебаний. Для определения форм собственных колебаний измерения были произведены в 93 точках. По результатам натурных наблюдений математическая модель была откалибрована для достижения высокой точности совпадения расчетных и экспериментальных значений. Такой подход представляется более оправданным и обоснованным, чем описанный в диссертационной работе.

Представления автора о работах по измерению собственных частот и форм плотины Саяно-Шушенской ГЭС просто не подлежат обсуждению как безнадежно устаревшие.

Очень болезненный вопрос – большие блоки дословного заимствования текста без указания ссылок на первоисточник. В частности, это относится к разделам 4.3 и 4.5, в большинстве своем скопированным из Отчета по 1 этапу НИОКР по теме «Исследование и разработка дистанционного мониторинга состояния сооружений и режимов работы ГЭС». Данные разделы были подготовлены сотрудниками ОАО «НПО ЦКТИ» под руководством заведующей лабораторией, к.ф.-м.н. Е.В. Георгиевской.

Поскольку дистанционный анализ работы гидроагрегатов также являлся предметом исследования диссертационной работы, то будет уместно привести еще одну цитату тех же авторов уже из Отчета по третьему этапу указанной НИОКР.

На основании результатов выполненных в рамках работы «Теоретическое обоснование и разработка методов оперативной оценки изменения состояния гидроагрегатов ГЭС по результатам мониторинга амплитудно-частотных характеристик в удаленной точке» исследований можно сделать следующие выводы:

1. Мониторинг амплитудно-частотных характеристик ГА в удаленной точке не представляется возможным использовать в целях формирования аварийного или предупредительного сигнала.

2. Данные обработки амплитудно-частотных характеристик ГА по результатам замеров в удаленных точках с применением сейсмических датчиков целесообразно использовать в качестве систем ранней диагностики для обнаружения потенциально опасных дефектов на начальных стадиях их развития, пока они не оказывают существенного влияния на надежность и безопасность работы.

Увы, приведенные примеры дословного копирования из указанного отчета не единственные. В разделах диссертационной работы, посвященных

нормативным документам, методам диагностики ГТС и математической модели они встречаются постоянно.

В целом следует отметить, что предложенные в диссертационной работе Антоновской Галины Николаевны «Сейсмический мониторинг состояния антропогенных объектов и территорий их размещения, включая Крайний Север» методики мониторинга гидротехнических сооружений небесспорны и слабо обоснованы, а сделанные выводы противоречат имеющемуся опыту натуральных наблюдений.

Сотрудники Акционерного общества «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники имени Б.Е. Веденеева» (АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева»), 195220, г.Санкт-Петербург, ул. Гжатская, д.21, +7 812 535 5445, vniig@vniig.ru:

Директор по научной деятельности АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», доктор технических наук, ShtilmanVB@vniig.ru

Штильман
Владимир Борисович

Начальник отдела «Статика и сейсмостойкость бетонных и железобетонных сооружений» АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», кандидат технических наук, GinzburgSM@vniig.ru

Гинзбург
София Михайловна

Заместитель Начальника отдела «Статика и сейсмостойкость бетонных и железобетонных сооружений» по лабораторной базе АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», egorovayu@vniig.ru

Егоров
Александр Юрьевич

Ведущий научный сотрудник отдела «Статика и сейсмостойкость бетонных и железобетонных сооружений» АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», доктор технических наук, AlbertYU@vniig.ru

Альберт
Июля Ушеревич

Личную подпись
удостоверяю: Начальник
отдела управления персоналом

Штильман В.Б., Гинзбург С.М., Егоров А.Ю.,
Вишневецкая Е.Ю.



Е.Ю. Вишневецкая