

## ОТЗЫВ

*На диссертационную работу Антоновской Галины Николаевны  
«СЕЙСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ  
ОБЪЕКТОВ И ТЕРРИТОРИЙ ИХ РАЗМЕЩЕНИЯ, ВКЛЮЧАЯ  
КРАЙНИЙ СЕВЕР», представленную на соискание учёной степени  
доктора технических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика,  
геофизические методы поисков полезных ископаемых*

Диссертация Галины Николаевны Антоновской, по ее словам, посвящена сейсмическому мониторингу, т.е. изучению сейсмическими методами изменений, происходящих в среде и антропогенных объектах, во времени. К сожалению, название диссертации с её содержанием находятся в некотором противоречии. Сейсмический мониторинг, представленный в работе, относится только к Архангельской сети станций и к изучению землетрясений в Северных широтах. Исследование антропогенных объектов – это получение информации разового характера и мониторингом эти исследования назвать трудно. Работы по изучению Чиркейской ГЭС и обзор данных по некоторым другим ГЭС также не являются сейсмическим мониторингом.

В работе заявлена идея совместного сейсмологического мониторинга земной коры, антропогенных объектов и ГЭС с инженерно-сейсмологическими задачами мониторинга плотины и мониторинга состояния оборудования. Нужно сказать, что с таким предложением соискатель опоздала лет на двадцать. На сегодняшний день большинство ГЭС России имеют сети станций как с датчиками в плотине, так и в районе водохранилища, данные некоторых таких сетей интегрированы в сеть станций филиалов ФИЦ ЕГС РАН. Для шахт Кузбасса тоже создана единая сейсмологическая система регистрации природных землетрясений, техногенных землетрясений, промышленных взрывов, контроля за вибрационными воздействиями на недра и мониторинга некоторых зданий относительно воздействий, прежде всего от промышленных взрывов с близких угольных разрезов. Система мониторинга, о которой мечтает соискатель, уже во многих случаях работает в производственном режиме как в РусГидро, так и в ФИЦ ЕГС РАН, поэтому первая из поставленных автором задач особенно в части «анализа возможностей регистрирующей аппаратуры,

формирования требований к сейсмическим датчикам и способам передачи данных» решена и не автором диссертации.

Целая глава в диссертации посвящена техническому заданию на аппаратуру сети мониторинга, что вызывает удивление. Аппаратуру и сейсмографы разрабатывает, естественно, не Галина Николаевна, и обосновывать выбор чужих разработок технических средств это работа рядового инженера, а не предмет докторской диссертации. К тому же автор, как следует из текста диссертации, не всегда представляет, с какой аппаратурой работают уже созданные системы мониторинга. Рассматриваются вопросы, которые не имеют смысла. Автор обосновывает точность привязки времени в 100-2000 раз хуже, чем обеспечивают стандартные технические средства. Кто будет тратить средства, чтобы ухудшить точность привязки времени? Ещё с двадцатого века в цифровой аппаратуре точность привязки времени  $10^{-8}$  с. В целом глава выглядит как упражнение человека, желающего понять уровень современной аппаратуры, а не исследование.

В вопросе сейсмического мониторинга Арктики следует отметить, что есть положительные результаты исследования в целом, но при этом возникает ряд вопросов. Прежде всего, кто же представленный результат получил? Ясно, что Архангельская сеть станций очень мала и находится на удалении более тысячи километров от основных сейсмоактивных структур Арктики. Работа выполнялась совместно с сетями станций других регионов и стран. Ясно, что результат коллективный и, судя по карте станций и высокому уровню шумов на Архангельских станциях (представлено в диссертации), основную роль в исследовании сейсмичности Арктики сыграла вовсе не Г.Н. Антоновская. Вызывает сомнение возможность решить вторую задачу, поставленную диссертантом, без привлечения ФИЦ ЕГС РАН, которой эта задача поставлена государством. Есть правила составления карт представительности и точности регистрации землетрясений. Г.Н. Антоновская представляет карту, на которой завышены возможности определения очагов каждой отдельной станции, и к тому же представлены планируемые станции, а это вообще к результату не имеет отношения. При расчёте представительности регистрации землетрясений стали бы понятны реальные возможности совместной сети и вклад отдельных станций в результат, но этого в диссертации нет.

Интересной является трактовка соискателем тектонических процессов в районах близких к Архангельской сети станций. Чувствуется увлеченность

автора в вопросах качественной интерпретации данных сейсмологии. Недостатком в этом вопросе является слабая экспериментальная обоснованность идей автора. Дело в том, что выводы делаются на основе приуроченности единиц слабых событий к тем или иным структурам. Выводы Г.Н. Антоновской интересны, но нет достаточного объема экспериментального материала для их доказательства. Связь сейсмичности с тепловым потоком, обнаруженная автором, является важным ее достижением.

Третью задачу можно решать несколько столетий, и каждый раз новые данные будут уточнять карту сейсмичности.

Четвертая задача – это не одна докторская диссертация, но, к сожалению, в ее решениях Галина Николаевна вряд ли получила принципиально новые результаты.

В вопросах исследования инженерных объектов соискатель стоит на позициях, что имеются антропогенные объекты, плотины ГЭС, здания и всё это требует отдельных методик исследования. На самом деле все инженерные объекты – это замкнутые объемы и это их общее свойство. В любом замкнутом объеме образуются стоячие волны, формирующие резонансные колебания в этих объектах. Для простого здания или гигантской плотины ГЭС методика одна – выделить стоячие волны и по ним сделать заключение о физическом состоянии объекта.

С середины двадцатого века изучение зданий осуществлялось либо с использованием искусственного возбуждения колебаний, либо на основе спектрального анализа, но при этом не выполнялась селекция стоячих волн на фоне помех и бегущих волн. В методе стоячих волн на основе свойства когерентности этих волн обеспечивается их выделение из общего волнового поля и получение высокоточной информации. В данной работе всё делается без выделения стоячих волн в чистом виде и, соответственно, с низкой точностью и с вероятностью больших ошибок, когда вместо собственных колебаний здания анализируется пик в спектре совершенно иной природы. Где доказательства, что данный максимум соответствует какой-либо моде?

Г.Н. Антоновская в своей работе утверждает, что экспериментальные данные хорошо совпадают с расчётами по моделям зданий, не замечая, что многократно доказано обратное утверждение. В целой серии диссертаций: Еманова А.Ф. – докторская в 2004 году по геофизике; Татькова Г.И. – докторская в 2009 году по геофизике; Красникова А.А. – кандидатская в 2017

году по геофизике и в двух кандидатских по строительным специальностям (Баранникова В.Г. и Каличава Д.К.) доказывалось утверждение, что никогда расчёты собственных колебаний зданий по моделям не совпадали с экспериментальными данными. Модель предугадать практически не возможно. Очень сложно задать в моделях инженерных сооружений граничные условия по контакту здания со средой, да и многие другие параметры конструкции. Вопрос о том, как при наличии данных о стоячих волнах в здании скорректировать расчётную модель детально рассматривался в работах д.ф.-м.н, профессора Белостоцкого А.М. Создана методика верификации расчётных моделей на основе данных метода стоячих волн. Дело в том, что в диссертации применяется метод изучения инженерных сооружений, обеспечивающий неполное и малоточное изучение собственных колебаний. А современный уровень метода стоячих волн – это всё поле стоячих волн с высокой точностью. К примеру, на Саяно-Шушенской ГЭС детально изучено более трёх десятков стоячих волн с картами амплитуд, картами фаз и картами когерентности по каждой из стоячих волн. Прошло время, когда по первым модам, определённым с низкой точностью и низким разрешением по частоте, изучались здания и инженерные сооружения. Современный уровень – это полный набор данных по каждой собственной частоте. Работа Г.Н. Антоновской в исследовании зданий вчерашний день. Мониторинг здания «Эдельвейс» в Москве вообще, кроме удивления, ничего не вызывает. Диссертант утверждает, что за 12 лет собственные частоты здания изменились на 20%. При этом насколько же должна измениться масса здания или скорости распространения волн в нём? При таких изменениях собственных частот здание должно стать аварийным, а оно прекрасно стоит и эксплуатируется.

Вопрос о мониторинге состояния плотин ГЭС и гидроагрегатов является весьма актуальным. На сегодняшний день системы мониторинга существуют на большинстве ГЭС и сейсмические датчики используются как для контроля за работой гидроагрегатов, так и для оценки состояния плотин. В ряде случаев выполняется мониторинг сейсмических событий, особенно в районах, где практически отсутствуют станции региональной сети ФИЦ ЕГС РАН. На сегодняшний день на многих ГЭС созданы хорошо оснащённые пункты регистрации сейсмических колебаний и система сбора информации на сервер с целью диалоговой обработки оператором по набору программ и в лучшем случае, как на Саяно-Шушенской ГЭС, Новосибирской ГЭС и др. информация с сети станций в реальном времени передаётся в региональный центр обработки данных ФИЦ ЕГС РАН, где выполняется совместная с

сетью станций ФИЦ ЕГС РАН обработка событий, и в автоматическом режиме в центр мониторинга ГЭС поступает информация о координатах сейсмических событий, их энергии и о сейсмическом воздействии на плотину в баллах.

Пятая задача – это вариация на тему четвертой с добавлением «грунтов основания и площадок размещения».

Относительно системы мониторинга на Чиркейской ГЭС, в создании которой приняла участие Г.Н. Антоновская, заметим следующее: она не имеет реальной связи с центром обработки данных в ФИЦ ЕГС РАН и поэтому пользуется информацией об оперативных каталогах землетрясений с целью сопоставления воздействия на данное сооружение постфактум. К мониторингу землетрясений в данном регионе ни система датчиков на плотине ни Г.Н. Антоновская отношения не имеют.

Важная ошибка в исследованиях инженерных объектов у Г.Н. Антоновской, это непонимание сути того физического явления, которое она изучает. В диссертации предложено использовать разные типы источников волн для просвечивания плотин и зданий с желанием достичь лучшего результата – ветровые воздействия, воздействия от автомобилей, воздействие от железной дороги, монохроматические колебания от турбин и других механизмов, слабые землетрясения. Всё это бессмысленно. Распространение колебаний в зданиях описываются волновым уравнением и это факт, доказанный и практикой и теорией инженерных сооружений. Решение волнового уравнения в замкнутом объёме делится на две части. Одна описывает бегущие волны, а другая стоячие. Ещё в 19 веке доказана теорема, показывающая, что решение по стоячим волнам не зависит от начальных условий. Начальные условия в данном случае это источник колебаний. А из этого следует, что с любым источником колебаний мы можем получить результат одной и той же точности, если построить правильную методику наблюдений и верные алгоритмы обработки.

В методике наблюдений на Чиркейской ГЭС с первого шага допущена грубая ошибка. Опорная точка, относительно которой оценивались сейсмические воздействия на плотину, вынесена в скальный массив. При этом не учитывается, что границы плотины с массивом это контрастные отражатели и из тех колебаний, которые регистрируются рядом с плотиной, в неё попадает лишь небольшая часть. Обработывая данные с датчиков в плотине совместно с колебаниями в опорной точке, автор вносит весьма крупные ошибки в результат.

В представленной работе нет даже попыток создать какие-либо алгоритмы обработки данных и доказать их точность в извлечении информации. Всё объясняется в основном на спектрах. Такой взгляд на проблему цифровой обработки сейсмологических данных приводит к очень грубым ошибкам. Соискатель в спектрах берет максимум, не доказывая природу колебаний. Только опираясь на собственную интуицию, она определяет, какой частоте что соответствует. Так она выбрала две моды собственных колебаний плотины Чиркейской ГЭС и представила мониторинг на этих модах за длительный период. Но плотина Чиркейской ГЭС была обследована методом стоячих волн трижды. Первое обследование было выполнено около 2000 года (Савич А.И., Еманов А.Ф., Бах А.А.) и дважды в 2017 году при минимальном уровне воды в водохранилище и при максимальном (Селезнёв В.С., Лисейкин А.В.). Все три эксперимента подтвердили устойчивость колебаний плотины во времени с незначительными изменениями, связанными с уровнем воды в водохранилище. Любая плотина это уникальный по собственным колебаниям объект. Чиркейская ГЭС единственная из обследованных, где доминирует по амплитуде вторая мода колебаний, а первая еле выражена. Собственных колебаний с частотой ниже 2Гц в плотине Чиркейской ГЭС нет.

Г.Н. Антоновская выделяет в спектре пики с частотами ниже 1Гц и, объявляя их первыми модами собственных колебаний, выполняет мониторинг, делая важные выводы. Поскольку мониторинг выполнен не за собственными колебаниями плотины, а за неизвестным соискателю источником колебаний, то все её выводы не верны.

Изучение плотины Чиркейской ГЭС монохроматическими сигналами от работающих турбин являются ещё одним неудачным примером использования монохроматических колебаний. Г.Н Антоновская строит карту амплитуд монохроматических сигналов по датчикам в плотине и пытается выявлять особенности в напряжённом состоянии. Извините, а куда делось такое явление как интерференция волн, которые переотражаются от границ платины со скальным основанием. Амплитуды и фазы монохроматического колебания – это информация о всём волновом поле и относить её к точке измерения недопустимо. Амплитудные спектры от монохрома, излучаемого вибратором, даже в близких точках регистрации могут значительно отличаться друг от друга из-за интерференции волн.

Формулировка шестой задачи не очень понятна. Что автор имеет в виду под словом “недопустимый”? Сейсмический мониторинг режимов, когда

гидроагрегат при наборе мощности проходит “нерекомендованный”, “запрещенный” вследствие гидродинамических пульсаций участок проводится постоянно, и методические основы такого мониторинга разработаны. Возникновение аварийной ситуации на Саяно-Шушенской ГЭС в сейсмическом волновом поле проявилось лишь за несколько секунд до аварии, если автор имеет в виду эту ситуацию, то возникает вопрос: на каком материале мы будем “разрабатывать методические основы”?

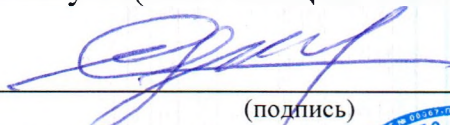
В работе соискатель описывает много чужих экспериментов по изучению плотин ГЭС, но при этом критически не анализирует надёжность данных и представляет их в диссертации как истину. В большинстве случаев это не обоснованные утверждения. Многие спектры представлены с максимальными амплитудами на частоте 0, что говорит о том, что допущена студенческая ошибка, и все частоты спектра искажены (рис.4.39 и многие другие).

Изучение работы вращающихся механизмов по записям сейсмических датчиков важная и интересная проблема. Большой вклад в решение этой проблемы внесли работы по изучению аварии на Саяно-Шушенской ГЭС, когда изучались данные до момента известной аварии на сети сейсмологических станций вблизи плотины. Прекрасно отражаются все изменения в работе механизмов после аварии, отслеживаются переключения режимов работы гидроагрегатов до аварии, но однозначных предвестников аварии установить не удалось. Г.Н. Антоновская не имеет столь богатого материала для Чиркейской ГЭС и все ее предложения не обоснованы экспериментальным материалом. Надо признать, что на сегодняшний день задача мониторинга оборудования с предсказанием аварийных ситуаций не решена никем, и сырые данные защищать в докторской диссертации просто неразумно.

В целом диссертация не является передовым достижением, в ней много неверных утверждений и нет обоснованных результатов. Г.Н. Антоновская не сумела решить ни одну из поставленных шести задач, что позволяет нам сделать вывод о том, что она не обладает квалификацией, соответствующей учёной степени доктора наук по специальности 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поиска полезных ископаемых, и работа в целом не соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям.

Я, Селезнев Виктор Сергеевич, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Доктор геолого-минералогических наук,  
Директор Сейсмологического филиала  
Федерального государственного бюджетного  
учреждения науки Федерального  
исследовательского центра  
«Единая геофизическая служба  
Российской академии наук» (СЕФ ФИЦ ЕГС РАН)



Селезнев Виктор Сергеевич

(подпись)

630090, г. Новосибирск, пр. Ак. Коптюга, 3  
Тел.: +7 (383) 333-20-21  
E-mail: Sel@gs.nsc.ru

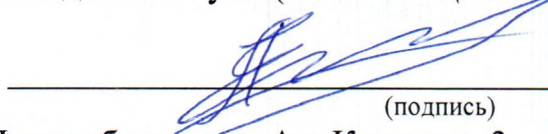


Подпись В.С. Селезнева заверяю

Начальник отдела кадров  
М.В. Ельцова

Я, Еманов Александр Федорович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Доктор технических наук,  
Директор Алтае-Санского филиала  
Федерального государственного бюджетного  
учреждения науки Федерального  
исследовательского центра  
«Единая геофизическая служба  
Российской академии наук» (АСФ ФИЦ ЕГС РАН)



Еманов Александр Федорович

(подпись)

630090, г. Новосибирск, пр. Ак. Коптюга, 3  
Тел.: +7 (383) 333-27-08  
E-mail: Emanov@gs.nsc.ru



Подпись А.Ф. Еманова заверяю

Секретарь руководителя  
Т.В. Дмитриева