

УТВЕРЖДАЮ

И.О. директора ФГБУН ФИЦКИА РАН,  
доктор географических наук



В.Б. Коробов  
« 9 » марта 2017 г.

## ОТЗЫВ

**Ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики Российской академии наук на диссертационную работу А.Н. Вихоть «Влияние гравитационных процессов и природно-техногенной микросейсмичности на геологическую среду г. Сыктывкара», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36 «Геоэкология (науки о Земле)»**

Диссертационная работа Вихоть А.Н. является итогом многолетних исследований ее автора в области изучения свойств грунтов и выделения ослабленных зон г. Сыктывкара и его окрестностей путем комплексирования различных геофизических методов. Тема работы, безусловно, актуальна в свете современных требований по повышению детальности исследований свойств среды и протекающих в ней процессов. Актуальность работы также обуславливается расширением круга проблем геоэкологии при размещении важных промышленных объектов на платформенных территориях.

Рассматриваемая диссертационная работа состоит из 4 глав, введения, заключения, списка литературы из 125 наименований работ отечественных и зарубежных авторов, 4 приложений. Объем работы 192 страницы.

**Во введении** обосновывается актуальность работы, формулируются цель и задачи исследования.

**Первая глава** посвящена физико-географическим, геологическим, геоморфологическим, гидрогеологическим и инженерно-геологическим особенностям г. Сыктывкара и его окрестностей. Район исследования расположен в сложной геолого-геофизической обстановке, на геодинамически активной территории. Отмечается развитие экзогенных процессов гидродинамической группы, приуроченных к долинам рек: речная береговая эрозия, оползни и обвалы по берегам рек, овражная эрозия, что напрямую сказывается при планировании городской застройки территории и на состоянии уже имеющихся сооружений.

Эта часть работы выполнена грамотно, основана на анализе большого объема фондового материала и литературы, охватывающем практически все значимые работы.

**Вторая глава** посвящена описанию применяемых в процессе исследования геофизических методов (электроразведка, сейсмометрия), методу вибропенетрации, представлению технических характеристик используемой аппаратуры и сделана попытка комплексирования этих методов в виде разработки блок-схемы.

Остановимся на некоторых моментах, касающихся методической и измерительной части работы. В частности, метод сейсмометрии представлен весьма размыто, автор описывает разные типы волн, но так и не поясняет с какой целью и какой тип волны (может быть все?) будет анализироваться в диссертационной работе. По этой причине не

ясен смысл представления информации о значениях скоростей поперечных и продольных волн в грунтах г. Сыктывкара (таблица 5 на стр. 48) именно в этом разделе, в дальнейшем эти сведения нигде не применяются. Далее, из всего объема составляющих микросейсмического волнового поля рассматриваются только техногенные вибрации, которые, по сути, являются совокупностью разных типов волн. В качестве методической основы автором использован ГОСТ Р 52892-2007 «Вибрация и удар. Вибрация зданий. Измерение вибрации и оценка ее воздействия на конструкцию», где основным параметром для оценки вибрации зданий, является пиковое значение скорости. Может быть, следовало при описании метода сейсмометрии, который включает в себя и метод микросейсмического зондирования, и сейсмическую интерферометрию, и сейсмоакустику, и сейсморазведку, и инженерно-сейсмометрический метод, и метод виброндирования, остановиться как раз на описании последнего?

При анализе микросейсм рассматриваются их динамические характеристики в определенном частотном диапазоне. Здесь решающим моментом является тип измерительной аппаратуры и ее технические параметры. При определении амплитуд вибраций в диапазоне до 20 Гц, используемые датчики должны быть с линейной «столообразной» зависимостью сигнала на выходе от сигнала на входе, например, для таких задач подходят форс-балансные акселерометры, но лучше использовать велосиметры. В диссертационной работе используется пьезоакселерометр ВС 1313 с сейсμοстанцией ZET 048-С, что, вообще говоря, требует обоснования, хотя бы в виде: «что было в наличии, тем и наблюдали, но понимаем, как искажается результат». На стр. 48 автор пишет: «Неблагоприятное воздействие вибрационного поля на физико-механические свойства горных пород и основание фундамента здания зависит от расстояния до источника вибрации, продолжительности действия, частотного спектра и уровня виброскорости колебаний». Забегая вперед, отметим, что в диссертационной работе из всех перечисленных факторов для данной территории анализировался только уровень виброскорости/виброускорения/виброперемещения колебаний. Согласно ГОСТ Р 52892-2007, в качестве измерительного прибора допускается использовать акселерометры, но при этом «поскольку пиковое значение сигнала чувствительно к фазовой характеристике измерительной цепи, следует убедиться, что инструментальная реализация процедуры интегрирования не вносит существенных фазовых искажений в сигнал скорости». Отсутствие АЧХ датчика и технических характеристик на весь комплект сейсмического оборудования затрудняет определить правильность подбора аппаратуры, а с этим оценить качество регистрируемого и анализируемого сигнала. Данный момент необходимо было бы рассмотреть более подробно, что дало бы уверенное обоснование полученным результатам. Это является замечанием, т.к. подбор аппаратуры является одним из важнейших этапов эксперимента.

Включение метода вибропенетрации в оценку несущей способности грунтов является выигрышным элементом диссертационной работы. Для его выполнения потребовалось создать вибропенетрационную установку. Результаты лабораторных испытаний показали, что грунты, слагающие верхнюю часть геологического разреза, являются особо уязвимыми на сдвиговые процессы от воздействия техногенных нагрузок.

**В третьей главе** автор диссертационной работы раскрывает первое и второе защищаемые положения.

Автор выделяет различные типы оползней, выявленные им в ходе маршрутных исследований долин рек Сысолы и Вычегды. Проводится инженерно-геологическое описание оползней, построены геоэлектрические разрезы с использованием литологической и геологической информации, которые также детально описаны. В результате выполненных полевых исследований, Анна Николаевна на изучаемой территории выделяет потенциально возможные зоны оползневого смещения в четвертичных отложениях, слагающих оползневые тела блокового типа. Здесь следует отметить грамотность представленных геоэлектрических разрезов, рисунки хорошо

читаются, вся необходимая информация указана. Столь подробное описание отвечает соискательству автора на кандидата геолого-минералогических наук.

Спорным моментом является утверждение, что на формирование оползнеобразования влияет повышенная вибрационная нагрузка от ЛЭП. В результате оползень характеризуется как природно-техногенный, при этом не приводятся соответствующие доказательства и спектральный анализ микросейсмического фона в районе размещения ЛЭП. Возможно, подобные исследования были сделаны ранее, тогда логично было бы указать ссылки на предыдущие работы. Хотелось бы увидеть объяснение этому, а также ответ: почему профиль ВЭЗ в долине р. Сысолы, с. Выльгорт было принято расположить перпендикулярно реке (рис. 15 на стр. 69), когда как все остальные профили проходили вдоль?

Второе защищаемое положение основано на результатах вибропенетрационных испытаний грунтов и на том факте, что зоны ослабления на сдвиг должны подтверждаться данными о низкой степени устойчивости грунтов по отношению к фоновым динамическим воздействиям природного и природно-техногенного происхождения. Для каждого характерного слоя грунта были составлены графики и диаграммы зависимости уплотнения от интенсивности колебаний (вибрационной нагрузки), получены предельные значения ускорений устойчивости грунта. Результаты испытаний представлены в сводной таблице 16 (стр. 111), которая позволяет сделать важный вывод, что грунты, слагающие оползневые склоны левобережья рек г. Сыктывкара нельзя отнести к устойчивым и велик риск дальнейшего развития оползневых процессов. В таблице 16 желательно было бы привести соответствующие частоты колебаний для полученных значений предельных ускорений, что позволило бы в дальнейшем обоснованно доказывать связь влияния внешних вибраций (например, от транспорта) на изменение прочности грунта.

**В четвертой главе** приводятся доказательства третьего защищаемого положения на основании выполненных микросейсмических исследований по распределению уровня техногенных вибраций (в первую очередь, создаваемых автотранспортом). Отметим большой объем полевых работ, выполненных автором диссертации лично. Измерения выполнены в 163 пунктах, захватывающие г. Сыктывкар и ряд микрорайонов. Построены схемы распределения максимальных среднеквадратичных значений ускорений, скоростей и смещений, анализ которых позволил составить схему зон ослабленных грунтов. Отмечается повышенная износостойкость сооружений по внешним признакам в выделенных ослабленных зонах, по отношению к районам с устойчивыми грунтами.

Данный вывод носит дискуссионный характер, тогда как в ГОСТ Р 52892-2007 сказано: «... хотя вибрация способна значительно ускорить естественный рост трещин, связать повреждения конструкции с воздействием вибрации можно только в том случае, если обследование этой конструкции было проведено непосредственно до и сразу после воздействия. При этом следует принимать во внимание только существенные изменения длиной раскрытия трещин, поскольку незначительные изменения могут быть обусловлены воздействием факторов естественной природы (например, сменой дня и ночи)».

Тем не менее, несмотря на усердность автора в раскрытии данного защищаемого положения, чувствуется недостаточный опыт работы с микросейсмами. Не понятно как была определена длительность рабочего цикла 3 минуты. Не обосновано решение принятия вибраций от транспорта для всего г. Сыктывкара и его окрестностей за постоянное воздействие.

В дальнейшем при выполнении аналогичных исследований мы рекомендуем выполнять следующие действия:

- приводить характерные записи волновых форм при движении автотранспорта, выявить пиковую нагрузку, ее длительность и представить характерный спектр мощности, из которого выделить частотный диапазон и максимальные амплитуды рассматриваемого воздействия. Данная процедура позволяет читателю оценить правильность закладываемых параметров для дальнейшего анализа;

- в соответствии с ГОСТ Р 52892-2007 минимальным периодом контроля измерений является день. Исходя из выделенного временного интервала максимальной транспортной нагрузки, его повторяемости (например, часы «пик»), необходимо оценить максимальную амплитуду виброскорости для каждого временного интервала, а затем получить среднее значение. При этом необходимо внести поправки относительно опорной точки, как это принято в геофизике, для получения истинного значения сигнала. В данном случае для учета вклада вибраций, создаваемых именно транспортными средствами;

- необходимо выполнить оценку погрешности получаемых значений виброскорости, для чего целесообразно повторить замеры в какой-то одной точке в течение нескольких дней.

**В заключение** диссертационной работы дан перечень основных результатов.

Автореферат и опубликованные статьи достаточно полно отражают содержание диссертационной работы. Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на различных семинарах и конференциях.

**К общим недостаткам диссертационной работы следует отнести следующее:**

1. Отсутствие выводов после каждой главы.
2. Отсутствие волновых форм, спектрального состава и статистических оценок анализируемого вибросигнала. Это замечание может служить пожеланием на будущее при внедрении и совершенствовании предложенного подхода выделения потенциально возможных зон оползневого смещения.

В целом, диссертационная работа А.Н. Вихоть является законченной научно-исследовательской работой. Она посвящена важной в научном и практическом отношении проблеме – геоэкологическому мониторингу урбанизированных территорий, планированию городской застройки и продлению сроков эксплуатации зданий и сооружений.

**Научная новизна работы** заключается, во-первых, в разработке алгоритма картирования зон в грунтах четвертичных отложений, подверженных негативному воздействию техногенного характера, на основе комплексирования геофизических методов (электротомии и сейсмометрии) с привлечением геотехнического метода – вибропенетрации. Во-вторых, составлена типизация обнаруженных оползней в долинах рек Сысолы и Вычегды. В-третьих, выявлена техногенная составляющая механизма протекания современных оползневых процессов на примере долин рек Сысолы и Вычегды. В-четвертых, установлено, что территория плотной городской застройки г. Сыктывкара находится в условиях повышенной вибронагрузки. В-пятых, построена схема зон распространения грунтов-оснований зданий и сооружений, наиболее подверженных негативному воздействию вибродинамических колебаний.

Несмотря на высказанные замечания, все защищенные положения можно считать доказанными, работу следует признать законченной и выполненной на достаточном научном уровне, диссертация написана хорошим научным языком. Личный вклад автора охарактеризован на всех этапах исследований, обеспечивающих решение важных задач геоэкологического мониторинга.

Диссертация построена на большом фактическом материале, содержит четкие пояснения, рисунки, графики, примеры, аккуратно оформлена.

Основные этапы исследований, выводы и результаты представлены в автореферате, содержание которого в полной мере отражает материалы диссертации. Актуальность темы диссертации и научная ценность полученных в ней результатов несомненны. Все три защищаемых положения подтверждены достаточными выводами.

Диссертация соответствует критериям, установленным в пп. 9, 10, 11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) для ученой степени кандидата наук,

а ее автор Вихоть Анна Николаевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле).

Кандидат технических наук,  
заведующая лабораторией сейсмологии  
Института геодинамики и геологии  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Федерального исследовательского центра  
комплексного изучения Арктики Российской академии наук,  
Адрес: 163000, г. Архангельск, ул. Садовая, д. 3  
Тел.: 8-8182-215617  
<http://www.arhsc.ru/>  
E-mail: [essm.ras@gmail.com](mailto:essm.ras@gmail.com)

Антоновская Галина Николаевна

«Я, Антоновская Галина Николаевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку».

Отзыв и диссертация рассмотрены и обсуждены на заседании лаборатории сейсмологии Института геодинамики и геоэкологии ФГБУН ФИЦКИА РАН (протокол №1 от 20 февраля 2017 года), направление научно-исследовательской деятельности которой соответствует тематике представленной диссертации. Отзыв одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации.

Отзыв рассмотрен и утвержден в качестве официального отзыва ведущей организации на заседании Ученого совета ФГБУН ФИЦКИА РАН (протокол № 2 от 21 февраля 2017 года).

Подпись Антоновской Галины Николаевны удостоверяю:

Помощник директора



А.И. Плахтиенко