

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Зебилилы Мохаммеда Диин-Халиса на тему: «Расчет и оценка эффективности систем виброизоляции с линейными и нелинейными характеристиками», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 - «Строительная механика»

Среди многочисленных работ по системам виброизоляции и их расчету относительно мало, посвященных исследованию уровней и характера колебаний систем в переходных режимах. Как правило, в этих работах исследуются зоны перехода через резонанс и во многих случаях они являются приближенными. Между тем, в нормативных документах расчет виброизоляции в таких режимах является обязательным. В том числе, это связано с тем, что при высоких уровнях колебаний при переходе через резонанс могут разрушаться связи с дополнительным оборудованием, а иногда и сами виброизоляторы.

Одним из наиболее эффективных способов снижения уровня колебаний в переходных режимах является введение дополнительных элементов, включающихся в работу только в резонансных зонах. В этом случае, уравнения движения становятся нелинейными, и их решения представляют заметные трудности.

Метод расчета систем виброизоляции с использованием передаточных и импульсных переходных функций линейных систем, позволил автору записать в замкнутом виде решения для расчета в эксплуатационных режимах при периодических и импульсных воздействиях.

Используя импульсные переходные функции, и перенося нелинейные члены в правую часть, нелинейные уравнения колебаний систем с одной и двумя степенями свободы приводят к нелинейным интегральным уравнениям второго рода, для решения, которых был применен удачный, достаточно

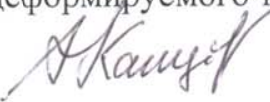
простой и хорошо сходящейся алгоритм, основанный на пошаговом по времени вычислении интегралов типа интеграла Дюамеля. Решен ряд достаточно сложных и практически важных задач.


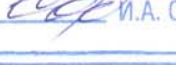
Как пожелание можно посоветовать автору распространить этот метод на расчет систем с большим числом степеней свободы и сравнить по эффективности алгоритмов с традиционным методом «нормальных форм». Работа выполнена на высоком научном уровне и, несомненно, представляет практический интерес.

Полагаю, что диссертационная работа «Расчет и оценка эффективности систем виброизоляции с линейными и нелинейными характеристиками» удовлетворяет требованиям ВАК, а её автор Зебилила Мохаммед Диин-Халис достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 - «Строительная механика».

Институт проблем механики имени А.Ю.Ишлинского РАН

Секретарь Научного Совета РАН по механике деформируемого твердого тела

Старший научный сотрудник, к.ф.-м.н., доцент  Капцов А.В.

подпись 	ЗАВЕРЯЮ:
Зав. Канцелярией 	И.А. Сафронов
19 11	2018 г.



## Отзыв

на автореферат диссертационной работы Зебилилы Мохаммеда Диин-Халиса на тему: **«Расчет и оценка эффективности систем виброизоляции с линейными и нелинейными характеристиками»**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 - «Строительная механика»

Виброактивное оборудование зачастую подвергает несущие конструкции зданий и сооружений повышенным уровням вибрации. Наиболее опасные состояния при указанных воздействиях наблюдаются при пуске и остановке оборудования. Для обеспечения нормативных уровней используют системы виброизоляции, среди которых различают линейные и нелинейные с включением дополнительных элементов.

Автор работы, используя передаточные и импульсные переходные функции, получил надёжные зависимости для расчета таких систем виброизоляции, что упрощает работу специалистов при расчете систем виброизоляции.

Полученные автором формулы для систем с одной и двумя степенями свободы при действии гармонической и импульсной нагрузок были использованы для расчета грохота и машины с ударной нагрузкой (молот).

Также были построены амплитудно-частотные характеристики систем с двумя степенями свободы с нелинейным гасителем.

Работа автора заполняет пробел в технической литературе по работе систем виброизоляции в переходных режимах (пуск и остановка).

Полученные формулы и алгоритмы расчета имеют большую теоретическую значимость, а также могут быть приняты на практике для расчета и оценки эффективности систем виброизоляции.

Результаты исследований соискателя апробированы на научных конференциях. Материал диссертации опубликован в русскоязычных, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, и англоязычных научных изданиях, индексируемых в реферативной базе Scopus.

В качестве замечаний следует выделить следующие:

- недостаточно внимания уделено расчету рассматриваемых систем с использованием программных комплексов на основе МКЭ;



- в автореферате не представлены исходные данные по расчетным примерам, что затрудняет проверку полученных результатов.

Данные замечания не снижают ценности диссертационной работы, представляющей законченное исследование.

Учитывая вышесказанное, считаю что диссертант Зебилила Мохаммед Диин-Халис выполнил все требования ВАК, предъявляемые к кандидатской диссертации, и достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 - «Строительная механика».

Петренко Филипп Игоревич,  
кандидат технических наук,  
Директор ООО «ФиП. Проект».

Адрес места работы:

390005, Рязанская обл., г. Рязань, ул. Семашко, д.14

Тел.: +7 (4912) 51-08-15

E-mail: director@fir-project.com

Специальность ВАК, по которой защищена диссертация,

05.23.17 – Строительная механика

  
Ф.И. Петренко  
2018 г.



## ОТЗЫВ

**на автореферат диссертационной работы Зебилилы Мохаммеда Динн-Халиса на тему: «Расчет и оценка эффективности систем виброизоляции с линейными и нелинейными характеристиками», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 - «Строительная механика»**

Снижения уровней вибраций на элементах конструкций требуют на фабриках, промышленных зданиях и т.п., где установлено виброактивное оборудование.

Виброизоляция - один из возможных и распространенных методов снижения уровней вибрации. В резонансных зонах (пуске и остановке оборудования) требуются дополнительные меры снижения вибрации - включение дополнительных элементов, таких как связи, демпферы вязкого трения и т.п. Расчет систем виброизоляции тогда становится нелинейным и сложным.

Данная работа посвящена методикам расчета таких систем виброизоляции (с дополнительными элементами), что упрощает работу специалистов. Рассмотрена также оценка эффективности таких систем виброизоляции.

Были построены амплитудно-частотные характеристики систем с тремя степенями свободы с нелинейным гасителем. Оценивалась эффективность нелинейного гасителя по сравнению с линейным гасителем.

Научная новизна работы и, одновременно, её практическая значимость состоят в исследовании поведения ряда систем виброизоляции. Полученные автором алгоритмы и формулы расчета позволяют оценить эффективность виброзащитных систем с нелинейными характеристикам.

Представленный в автореферате список работ, опубликованных автором по теме диссертации, позволяет говорить о том, что результаты диссертационного исследования достаточно полно представлены как в российских, так и зарубежных научных изданиях. Перечисленные в автореферате конференции, на которых автором диссертации докладывались основные результаты работы, позволяют сделать вывод о многократной апробации результатов диссертационного исследования.

В качестве замечаний к автореферату можно отметить следующее: в автореферате отсутствуют исходные данные примеров расчета, что не дает возможность проверить правильность результатов.

Отмеченный недостаток не носит принципиального характера и не влияет на общую положительную оценку автореферата диссертации Зебилилы Мохаммеда Диин-Халиса.

В целом диссертация на тему: «Расчет и оценка эффективности систем виброизоляции с линейными и нелинейными характеристиками» соответствует всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» №842, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Зебилила Мохаммед Диин-Халис заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 - «Строительная механика».

Кандидат технических наук,  
начальник отдела расчета строительных конструкций,

Демина Елена Александровна  
«21» 11 2018г

Акционерное общество «Институт «Оргэнергострой»  
Адрес: 115114, г. Москва, Дербеневская наб., д. 7, стр. 10  
Тел.: +7 (495) 287-88-72, доб. 146  
E-mail: deminaea@ioes.ru

**Подпись заверяю.**

НАЧАЛЬНИК  
ОТДЕЛА КАДРОВ  
Т.М. ДОРОНКИНА

21.11.2018 г.



## Отзыв

на автореферат диссертационной работы Зебилилы Мохаммеда Диин-Халиса на тему: **«Расчет и оценка эффективности систем виброизоляции с линейными и нелинейными характеристиками»**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 - «Строительная механика»

В рамках представленной работы, судя по автореферату, диссертантом проведены исследования в области оценки виброизоляции с линейными и нелинейными характеристиками в переходных режимах (пуска и остановки).

Повышенные уровни вибрации отрицательно влияют на здоровье людей и могут приводить к появлению и развитию трещин конструкций зданий. Специалисты обычно используют виброизоляцию для уменьшения уровней вибрации. При применении виброизоляции с дополнительными элементами расчет виброизоляции становится нелинейным и усложняется.

Заметно меньше работ по оценке уровней колебаний в переходных режимах. В значительной степени этот пробел восполняет представленная работа, что несомненно свидетельствует о ее актуальности.

В работе передаточные и импульсные переходные функции системы записаны в виде разложения по формам собственных колебаний сразу относительно обобщенных координат, что значительно сокращает объем вычислений по сравнению с традиционным методом "нормальных форм".

Полученные автором расчетные формулы и алгоритмы расчета систем виброизоляции могут являться основой расчета виброзащитных систем и обладают высокой теоретической значимостью.



С точки зрения практической значимости, результаты исследования представляют интерес для специалистов, участвующих в оценке и выборе оптимальных параметров виброзащитных систем.

В качестве замечания следует отметить, что некоторые обозначения формул в тексте автореферата не определены.

Тем не менее, указанное замечание не носит принципиального характера и ни в коей мере не снижает ценности проведенного автором исследования.

Таким образом, диссертация Зебилиллы Мохаммеда Диин-Халиса на тему «Расчет и оценка эффективности систем виброизоляции с линейными и нелинейными характеристиками» является завершенной научно-квалификационной работой, обладающей научной новизной, теоретической и практической значимостью.

Выполненное исследование соответствует всем критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013, а ее автор, Зебилила Мохаммед Диин-Халис, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 - «Строительная механика».

Русин Алексей Вячеславович  
Инженер-строитель, ведущий инженер-конструктор,  
служба технического заказчика дирекции №4,  
ООО "Бухта Лэнд"  
(ГК Самолет Девелопмент),  
Тел.: +79266046319  
E-mail: Rusin.A.V@mail.ru  
Адрес организации: г. Москва,  
ул. Ивана Франка, Д. 8  
Бизнес центр Kutuzoff Tower.





## Отзыв

на автореферат диссертационной работы Зебилиллы Мохаммеда Диин-Халиса  
на тему: «Расчет и оценка эффективности систем виброизоляции с линейными и  
нелинейными характеристиками»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 05.23.17 - «Строительная механика»

Виброизоляция - один из наиболее распространенных и эффективных способов снижения уровней вибраций.

При всем разнообразии систем виброизоляции методы их расчета и проблемы, связанные с колебаниями систем в переходных режимах (при пуске и остановке), исследованы мало.

В зонах, близких к резонансу, уровни колебаний значительно превышают уровни колебаний в рабочих режимах, что во многих случаях приводит к нарушению технологических процессов: отключению контактов с вспомогательным оборудованием, разрушению элементов и т.п. В нормативных документах расчет систем виброизоляции при работе машин с периодическими воздействиями является обязательным.

Снижение максимальных уровней колебаний, как правило, приводит к необходимости введения дополнительных элементов (связей, демпферов и т.п.). Характеристики виброизоляции становятся нелинейными и их расчет существенно усложняется. Поэтому актуальность работы не вызывает сомнения.

Автору удалось, применив метод, основанный на использовании передаточных и импульсных переходных функций, получить замкнутые решения для расчета систем в рабочих режимах и построить методы и алгоритмы расчета систем виброизоляции с линейными (гл. 2) и нелинейными характеристиками (гл. 3) с дополнительными элементами - связями и демпфером вязкого трения.

Результаты приведенных примеров расчета систем в переходных режимах проиллюстрировали хорошую сходимость и высокую точность построенных алгоритмов.

Принятый и развитый в работе метод, построенные алгоритмы и результаты расчета систем виброизоляции с линейными и нелинейными характеристиками определяют новизну результатов работы.

Дан расчет и анализ некоторых систем виброизоляции с дополнительными элементами. Использование таких систем позволяет избежать некоторых неблагоприятных

ситуаций, связанных с осадками фундаментов, которые могут спровоцировать высокие уровни вибрации даже за короткое время.

Результаты анализа влияния некоторых факторов (момента включения в работу дополнительных элементов, времени пуска и остановки) будут полезны для проектирования систем виброизоляции.

Работа выполнена на высоком научном уровне, и результаты можно рекомендовать при проектировании систем виброизоляции.

В качестве пожелания можно рекомендовать автору использовать разработанные в работе подходы для снижения уровней колебаний при плоских колебаниях массивных тел (оборудования).

Полагаем, что диссертационная работа «Расчет и оценка эффективности систем виброизоляции с линейными и нелинейными характеристиками» удовлетворяет требованиям ВАК для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук. Автор работы Зебилила Мохаммед Диин-Халис заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 - «Строительная механика».

Лауреат Государственной премии СССР, Заслуженный строитель России,  
профессор, доктор технических наук,  
Центр инновационной техники в строительстве  
" ДПО ГАСИС" НИУ ВШЭ




Абелев Марк Юревич

Адрес: 117418, г. Москва, ул. Профсоюзная д. 33, корп. 4, каб. 114

Тел.: +7 (495) 684-47-40;

Email: mabelev@hse.ru

**ВЕРНО**

СПЕЦИАЛИСТ ПО  
КАДРОВОМУ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВУ  
ОТДЕЛА ПО КАДРОВОМУ АДМИНИСТРИРОВАНИЮ  
УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛА  
БЕРСЕНЁВА Д. С. 



23.11.2018

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Зебилилы Мохаммеда Диин-Халиса на тему: «Расчет и оценка эффективности систем виброизоляции с линейными и нелинейными характеристиками», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 - «Строительная механика»

Исследования в рецензируемой работе посвящены разработке методов и алгоритмов расчета и оценке эффективности линейных и нелинейных систем виброизоляции. Расчет, главным образом, проводился с использованием передаточных и импульсных переходных функций. Как можно судить по автореферату, использование этих функций упрощает ход решения по сравнению с традиционным методом нормальных форм и позволяет получать решения сразу в обобщенных координатах.

В работе для линейных систем виброзащиты в эксплуатационных и переходных режимах виброактивного оборудования были получены в замкнутом виде решения в форме разложения по собственным формам, эти решения позволили построить удобные для вычисления алгоритмы. На их основе в работе были построены решения и алгоритмы расчета для нелинейных систем виброзащиты, исследование которых представляет особый как научный так и практический интерес. Применение нелинейных систем виброзащиты эффективно в зонах с повышенным уровнем вибрации: например, при пуске и остановке оборудования. Такая эффективность, в частности, следует из приведенных в работе амплитудно-частотных характеристик.

В качестве примеров применения разработанных в работе методов и алгоритмов были рассмотрены линейные системы (системы с одной и двумя степенями свободы при действиях импульсных и периодических нагрузок, расчет массивных виброизолированных тел при произвольном смещении оснований) и нелинейные системы (с одной степенью свободы с ограничителем колебаний и демпфером вязкого трения, с двумя степенями свободы с ограничителем колебаний нижней массы и демпфером вязкого трения, с тремя степенями свободы с нелинейной верхней связью).



Полученные решения и анализ эффективности систем виброизоляции на примерах грохота, штамповочного молота и т.п. полезны для специалистов в области проектирований и установки подобных систем.

Следует отметить, что основные результаты и выводы диссертации изложены в 4 работах, опубликованных в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук. Кроме того, 2 работы опубликованы в журналах, индексируемых в международной реферативной базе Scopus. Также результаты работы докладывались на трех научно-практических конференциях.

Диссертационная работа «Расчет и оценка эффективности систем виброизоляции с линейными и нелинейными характеристиками» выполнена по всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Зебилила Мохаммед Диин-Халис заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 - «Строительная механика».

Кандидат технических наук,  
ведущий инженер,



Петров Иван Александрович  
06 декабря 2018г.

Общество с ограниченной ответственностью  
"ЦЕНТР ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ФОРМА"

Адрес: 115114, г. Москва, 1-й Кожевнический пер., дом 10, 3 этаж.

Телефон/факс: 8(499) 519 - 13 - 45.

Электронная почта: mail@cpr-forma.ru, ivpetrov87@yandex.ru.

Генеральный директор ООО «ЦПР ФОРМА»



В.В. Безкопильный



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы  
Зебилиллы Мохаммеда Диин-Халиса  
на тему: «**Расчет и оценка эффективности систем виброизоляции с  
линейными и нелинейными характеристиками**», представленной на  
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
05.23.17 - «Строительная механика»

Расчет систем виброизоляций выполняют специалисты по проектированию конструкций и динамике сооружений.

Повышенное внимание уделяют расчету и анализу в переходных режимах, когда при переходе через резонанс возбуждаются значительные колебания, которые не только превышают санитарные нормы, но и могут приводить к нарушению связей с дополнительным оборудованием.

В работе рассматриваются системы виброизоляции с нелинейными характеристиками (с дополнительными элементами), которые позволяют снижать уровни колебаний в переходных режимах.

Методы расчета систем виброизоляции с нелинейными характеристиками в литературе практически не рассмотрены. Работа в большой степени заполняет этот пробел.

Используя передаточные и импульсные переходные функции, автор получил для расчета систем в рабочих режимах в замкнутом виде формулы и устойчивые алгоритмы расчета при произвольных воздействиях.

Приведена оценка четырех видов систем виброизоляции при периодических и импульсных нагрузках: системы с одной степенью свободы - при традиционной схеме виброизоляции и с включающейся связью; системы с двумя степенями свободы - с дополнительной массой и с ограничителем перемещения нижней массы.

Рассмотрен расчет систем с демпфером вязкого трения. Были приняты два условных коэффициента, которые определяли нелинейность.

Научная новизна работы заключается в развитии метода расчета виброизолированных систем с нелинейными элементами с использованием передаточных и импульсных переходных функций.

По тексту автореферата имеется замечание: отсутствует сравнение полученных результатов с результатами других исследователей и/или данными экспериментов.

Отмеченный недостаток не снижает положительного впечатления от работы. Рассматриваемая работа представляет собой законченное научное исследование, в котором решена актуальная задача расчета систем виброизоляции с нелинейными характеристиками.

Представленная научная работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» №842, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Зебилила Мохаммед Диин-Халис заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 - «Строительная механика».

Кандидат технических наук,  
Исполнительный директор  
ООО «ЦНИИ ПроектСтальКонструкция»  
Адрес: 119607, г. Москва, Мичуринский  
проспект, д. 37  
Телефон: +7 (495) 932-70-11  
E-mail: cniiprk.info@gmail.com

Павлов Станислав  
Андреевич

«05» 12 2018 г.

**Подпись исполнительного директора Павлова С.А. заверяю:**

Директор

ООО «ЦНИИ ПроектСтальКонструкция»



Ларионов В.В.