

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИСЗФ СО РАН  
чл.-корр. Медведев А.В.  
“10” декабря 2019г.



### ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Ордена Трудового Красного Знамени Института солнечно – земной физики Сибирского  
отделения Российской академии наук (ИСЗФ СО РАН)  
на диссертационную работу Омпокова Вячеслава Дамдиновича  
“Частотно – временной анализ пульсовых сигналов с помощью  
преобразования Гильберта – Хуанга”,  
представленную на соискание ученой степени  
кандидата физико – математических наук  
по специальности 01.04.03 - радиофизика.

Диссертация посвящена разработке и развитию методов анализа сигналов, используемых для мониторинга и диагностики естественных сред и систем, в частности пульсовых сигналов. Для случая стационарных систем основные задачи анализа решаются с помощью преобразования Фурье, дающего спектр сигналов. Однако чисто стационарных систем в природе, видимо, не существует. Динамика или эволюция системы связаны с теми или иными временными вариациями спектральных характеристик. Таким образом, давно стала актуальной задача частотно временного анализа сигналов. Несмотря на большое количество работ, результатов и разработанных в этом направлении методов, все методы имеют ограниченную область применимости и в каждой конкретной области требуют совершенствования или модификации. С расширением круга задач, решаемых путем зондирования или диагностики с помощью естественных сигналов, увеличивается и количество проблем обработки и анализа этих сигналов. В связи с этим, актуальность диссертационной работы Омпокова Вячеслава Дамдиновича не вызывает сомнения.

**Новизна исследования и полученных результатов** обусловлена не только применением известных методов в новой предметной области, но и развитием этих методов и разработкой новых подходов.

Так, впервые предложено использование преобразования Гильберта — Хуанга в задаче обработки и анализа пульсовых сигналов.

Предложена модификация метода декомпозиции сигналов для преобразования Гильберта — Хуанга с использованием данных о Фурье спектре пульсовых сигналов. Способ применим и для других типов сигналов.

Выделены параметры преобразования, несущие диагностическую информацию о системе (человеке).

Выделены статистические закономерности параметров преобразования, позволяющие классифицировать пульсовые сигналы по отношению к определенным группам населения, что повышает диагностические возможности.

Полученные в диссертации результаты, хотя и требуют дальнейших исследований, безусловно, могут быть использованы на практике.

**Достоверность результатов** и обоснованность выводов и положений диссертации обусловлена корректным использованием современных методов математического анализа и обработки массивов данных. Соответствием и согласованностью с результатами, полученными другими методами и исследователями. Основные положения, выносимые на защиту, докладывались на конференциях и опубликованы в открытой печати.

**Диссертационная работа соответствует** требованиям, предъявляемым к диссертациям.

Диссертация состоит из Введения, трех глав, Заключения и списка литературы, включающего 132 наименования. По материалам диссертации опубликовано 16 работ, из них 8 в журналах из перечня ВАК. Объем диссертации составляет 106 страниц и 53 рисунка.

**Во введении** на основе обзора литературных источников обоснована актуальность, исследования, указаны цели и задачи работы, сформулирована научная новизна и практическая значимость. Перечислены основные результаты и положения, выносимые на защиту. Приведено краткое содержание глав диссертации.

**Первая глава** посвящена анализу литературных источников, рассмотрены радиофизические методы исследования биомедицинских сигналов. Рассмотрен спектральный анализ, методы частотно-временного анализа сигналов различной природы, описано преобразование Гильберта — Хуанга.

**Вторая глава** подробно описывает алгоритм преобразования Гильберта — Хуанга, состоящий из двух этапов: декомпозиция сигнала на эмпирические моды, определение мгновенного спектра мод с помощью преобразования Гильберта. На примере модельных сигналов рассматриваются особенности методов декомпозиции, предлагается модификация метода на основе свойств Фурье спектра сигнала. Приводится зависимость погрешности декомпозиции от уровня белого шума.

**Третья глава** содержит анализ частотно - временной структуры пульсовых сигналов с помощью предложенного модифицированного преобразования Гильберта — Хуанга.

Рассмотрены частотно — временные характеристики в различных группах людей, выделенных методами функциональной диагностики. Проанализированы статистические характеристики параметров частотно — временных показателей для этих групп. Показано, что рассмотренные характеристики могут служить диагностическими параметрами для отнесения людей к какой-либо из групп. То есть, позволяют диагностировать физическое состояние человека.

**Замечания** по содержанию диссертации.

Наряду с некоторыми стилистическими замечаниями, следует отметить, что когда речь идет об экспериментальных данных, нигде не фигурируют характеристики прибора, с помощью которого эти данные получены. Аппаратная функция прибора, или что то же самое, его передаточная функция, влияет на форму регистрируемого сигнала. Как это влияет на частотно — временные спектры, получаемые в работе, неизвестно.

К стилистическим замечаниям можно отнести следующие: на стр. 6 преобразование Фурье называется методом исследования. Метод Фурье, конечно, существует, но в контексте следовало бы написать метод математического анализа. На стр. 16 написано: «следующие друг за другом синусоиды», под которым подразумевается - «отрезки синусоид». На 42 стр. в формуле для квадратурных компонент сигнала вместо  $\varphi(t)$  написано  $\omega t$ . На 62 стр. написано: «с ростом номера гармоники растет ее ширина», правильнее — «растет ширина пика, соответствующего моде». Однако эти замечания фактически относятся не к содержанию, а к оформлению и совершенно не умаляют достоинств работы.

Диссертация Омпокова Вячеслава Дамдиновича “Частотно – временной анализ импульсных сигналов с помощью преобразования Гильберта – Хуанга” является законченной работой, выполнена на высоконаучном уровне и отвечает требованиям ВАК, автореферат в полной мере отражает содержание диссертации, а соискатель заслуживает присвоения научной степени кандидата физико – математических наук по специальности 01.04.03 - радиофизика.

Отзыв составлен ведущим научным сотрудником отдела физики околоземного космического пространства ИСЗФ СО РАН к.ф.-м.н. Ильиным Николаем Викторовичем. Отзыв обсужден на семинаре отдела 1.00 ИСЗФ СО РАН.

Ведущий научный сотрудник отдела физики околоземного  
космического пространства ИСЗФ СО РАН

к.ф.-м.н. , *доцент*

Телефон (3952) 564524

Email: [ilyin@iszf.irk.ru](mailto:ilyin@iszf.irk.ru)

*(01.04.03 - радиофизика)*

Н.В.Ильин

**Сведения о ведущей организации:**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт солнечно – земной физики Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЗФ СО РАН).

Почтовый адрес: Россия, 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 126А, а/я 291

Телефон: (3952) 428265, (3952) 564531

Факс: (3952) 511675, (3952) 425557

Адрес узла связи: [uzel@iszf.irk.ru](mailto:uzel@iszf.irk.ru)