

разномасштабность или **фрактальность** (матрешечность, иномерность), формируя **пространство**. Пространство создается фракталами (т.е. подобиями). Сдвиг по частоте создает изменчивость, т.е. **время** (в онтологическом смысле). Сдвиг по фазе создает **солитонность**, т.е. взаимопроникновение форм, что ведет к многомерности – возникновению на одном и том же гецене все возрастающего количества поливихревых систем, вложенных друг в друга, с одним и тем же объемом.

1. *Грин Б.* Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 288 с.
2. *Шаров А.С., Новиков И.Д.* Человек, открывший взрыв Вселенной: Жизнь и труд Эдвина Хаббла. – М.: Наука, 1989. – 208 с.
3. *Добровольский Л.Н.* Вакуум и гравитация. – М.: Петит, 1998. – 144 с.
4. *Голубев С.Н.* Биоструктуры как фрактальное отображение квазикристаллической геометрии // Сознание и физическая реальность, т.1, № 1-2, 1996, с. 85-92.
5. *Бугаев А.Ф.* Введение в Единую теорию Мира. – М.: Белые альвы, 1998. – 320 с.
6. Земля – большой кристалл? – М.: Захаров, 2005. – 224 с.
7. *Саннікова Л.П.* Свята Мова Творця у Звичаї Народу: Еніофеноменологія староукраїнської культури. – К.: Аратта, 2005 – 776 с., 236 іл., 29 схем.
8. *Клейн Ф.* Лекции об икосаэдре и решении уравнений пятой степени. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 344 с.
9. *Стахов А., Слученкова А., Щербаков И.* Код да Винчи и ряды Фибоначчи. – СПб.: Питер, 2007. – 320 с.
10. *Соколов Ю.Н.* Цикл как основа мироздания. – Ставрополь: ЮРКИТ, 1995. – 124с.
11. *Соколов Ю.Н.* Цикл как основа мироздания. – Ставрополь, 1998. – 92 с.
12. *Соколов Ю.Н.* Единая теория поля. – Ставрополь, 1998. – 34 с.
13. *Пирс Д. Р.* Почти все о волнах. - М.: Мир, 1976. - 176 с.

Поступила 9.02.2011г.

УДК 681

А.А.Владимирский

РАЗРАБОТКА ИНЕРЦИАЛЬНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛИФТОВ

Большая часть лифтового хозяйства Украины и других стран СНГ требует проверки, переаттестации, ремонта или замены. Экспертные, лифтостроительные и пусконаладочные организации остро нуждаются в соответствующих инструментальных средствах.

В ИПМЭ им. Г.Е.Пухова НАН Украины имеется положительный опыт работы в этой области – в последние годы разработаны и внедрены на

предприятиях Украины Измерители кинематических и динамических параметров лифтов ИКПЛ-М [1], ИКПЛ-М2 [2] и ИКПЛ-М3 [3]: ОАО “Укрлифтсервис”, г. Киев (2001г.), ГП “Ровенский ЭТЦ” (2003г.), ГП “Крымский ЭТЦ”, г. Симферополь (2004г.), ГП “Восточный ЭТЦ”, г. Харьков (2005г.), ГП “Луганский ЭТЦ” (2007г.), ГП “Волынский ЭТЦ”, г. Луцк (2007г.), ООО “Укртеплосервис”, г. Киев (2008г.), ООО “Карат-Лифт-комплект”, Вышгород (2009г.), ГП “Кировоградский ЭТЦ” (2010г.), ГП “Винницкий ЭТЦ” (2010г.). Измерительный преобразователь ИКПЛ-Мх построен на базе оптоэлектронного датчика угла поворота с высокой разрешающей способностью. Используется контактный метод измерения – с помощью обрезиненного ролика или самоцентрирующейся торцевой насадки. Приборы показали высокую надежность и функциональную завершенность. Большим преимуществом этих измерителей является возможность регистрации одновременно трех параметров (путь, скорость и ускорение) линейного или вращательного перемещения. В соответствие с разработанной методикой [4] и требованиями нормативных документов [5, 6, 7] с помощью Измерителей ИКПЛ-Мх проводится измерение динамических параметров движения кабин лифтов в различных рабочих режимах, при сбросе на ловители и при посадке на буфера, измерение параметров движения дверей кабины лифта и кинематические параметры различных узлов вращения. Есть опыт применения ИКПЛ-Мх при экспертизе лебедок и эскалаторов. Особо следует отметить, что это не испытательное оборудование, а средство измерения, применимое и во многих других областях техники.

Вместе с тем, имеются и существенные ограничения, связанные с необходимостью обеспечения надежного прижима ролика или самоцентрирующейся торцевой насадки к перемещающейся поверхности объекта. Измерительный преобразователь устанавливается на крыше кабины лифта, обслуживающий персонал должен иметь доступ (аттестован) к таким опасным работам. Необходима подготовка направляющих – удаление смазки по всей длине, временный демонтаж масленок и т.п. Это приводит к существенному увеличению сроков выполнения измерений, увеличению их стоимости. В ряде случаев имеются конструктивные ограничения на возможность установки Измерительного преобразователя.

Особо следует выделить проблемы, связанные с необходимостью проверки “Качества движения” лифтов в соответствии с недавно введенными на Украине ДСТУ “Оцінка впливу загальної вібрації на людину. Вібрація та удар механічні [8] Вібрація в будівлях (від 1 Гц до 80 Гц)” [9], “Ліфти (елеватори). Вимірювання параметрів якості руху ліфта” [10]. Требуется проведение измерений уровня вибрации кабин лифтов в низкочастотной области и ударных воздействий одновременно по трем координатам.

Для массовой проверки качества лифтов перспективным представляется применение инерциальных методов измерений, на основе обработки данных акселерометров. В таблице 1 приведены некоторые из известных приборов

для проверки “Качества движения” на базе интегральных инерциальных элементов (MEMS), которые применяются в США и Европе для проверки лифтов.

Таблица 1. Приборы для проверки “Качества движения” лифтов на базе интегральных инерциальных элементов (MEMS).

№	Название	Изготовитель	Характеристики
1	VMS200E	Thomas Instruments, США	Частотный диапазон: от 1 до 100 Гц; два варианта диапазона по ускорению: от -1,9 g до +2 g или от -1,9 g до 10 g; разрешение по ускорению: 0,001 g.
2	Lift PC Mobile Diagnosis	Henning, Германия	Трехосевой акселерометр. Частотный диапазон: до 400 Гц, диапазон по ускорению от -1,7 g до +1,7 g, разрешение по ускорению – 64 μ g;
3	EVA-625 Elevator Vibration Analysis system	PMT, США	Частотный диапазон от 0 до 160 Гц; разрешение по ускорению – 0,6 mg. Практически в России сертифицирован для ускорений от 0,1 до 14,7 м/сек ² с точностью 12% (от 1,25 до 50 Гц) и 25 % (от 1 до 80 Гц).

Приборы на базе интегральных инерциальных элементов (MEMS) имеют ярко выраженные преимущества и ограничения.

Положительные показатели:

- прекрасные весогабаритные характеристики,
 - частотная характеристика от 0 Гц, удобство калибровки по ускорению свободного падения (+g, -g),
 - относительно невысокая стоимость,
 - развитие этой технологии – интегральные гироскопы.
- “Слабые” характеристики:
- ограниченный динамический диапазон,
 - в настоящее время ограниченная разрядность, 12...14 бит (возникают проблемы при дальнейшей обработке данных).

В соответствие с действующими нормами для пассажирских лифтов допускается ускорение разгона и торможения до 2 м/сек². При сбросе на ловители и при посадке на буфера допустимы ускорения торможения до 25 м/сек². Для перспективного измерительного устройства целесообразно иметь запас по диапазону измеряемых величин ускорения.

С учетом имеющегося опыта создания аппаратуры вибродиагностики, принято решение о создании экспериментального образца измерительного

преобразователя с использованием пьезоэлектрических акселерометров. Эти датчики имеют достаточно широкий динамический диапазон по ускорению и приемлемую стоимость. Завал чувствительности в низкочастотной области можно существенно снизить применяя усовершенствованную схемотехнику и новейшую элементную базу. Следует максимально корректно подойти к оценке требуемой величины нижней границы рабочего диапазона по частоте. Анализ многочисленных записей параметров движения лифтов показывает, что процессы ускорения и торможения кабины лифта длятся не более нескольких секунд.

Структурная схема разработанного измерительного преобразователя приведена на рис.1. Она включает в себя три измерительных канала (по осям “Z”, “X” и “Y”) преобразователь интерфейса UART-RS232 и блок питания.

В Измерительном преобразователе применены стандартные пьезоэлектрические акселерометры ДН-3, производства Таганрогского завода “Виброприбор”. Чувствительность акселерометров – 10 мВ/м/сек^2 , частотный диапазон сверху ограничен 4800 Гц, снизу – параметрами применяемого усилителя. Акселерометры закреплены на доньшке измерительного преобразователя таким образом, чтобы обеспечить измерение ускорений по трем взаимноперпендикулярным направлениям.



Рис.1. Структурная схема Измерительного преобразователя.

При разработке входного усилителя для Измерительного преобразователя основными требованиями являются: линейность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) в диапазоне частот от 0,1 Гц до 80 Гц; предельно низкий уровень шумов; предельно низкое напряжение смещения; диапазон по ускорению: от $-7g$ до $+7g$ или от $-3g$ до $+3g$. Указанным требованиям удовлетворяет схема усилителя заряда, в упрощенном виде приведенная на рис.2. Генератор V2 и конденсатор C3 имитируют источник входного сигнала – пьезоэлектрический акселерометр. Амплитудно-частотная характеристика усилителя в низкочастотной области приведена на рис.3. Это достаточно уникальная характеристика. Для реализации такого усилителя на практике требуется выполнение ряда конструктивных решений.

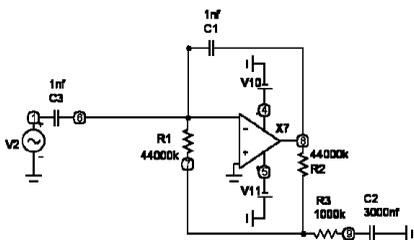


Рис.2. Входной усилитель заряда.

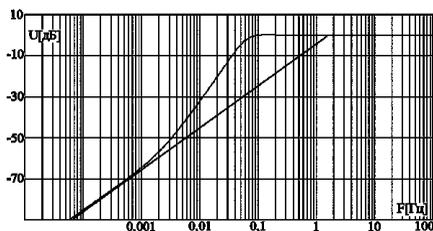


Рис.3. АЧХ входного усилителя.

В измерительном преобразователе используются особо прецизионные операционные усилители OP97 (Analog Devices, США) с входным сопротивлением до 10 ГОм и низким напряжением смещения (не более 25 мкВ), особостабильные конденсаторы с малыми утечками (полистирольные, МКТ). Во входных цепях применяются операционные усилители в корпусах типа DIP, выводные резисторы и конденсаторы, обеспечивающие возможность получения “объемного монтажа” с низкими токами утечек. В остальных каскадах применяются микросхемы в планарном исполнении и пассивные компоненты (резисторы и конденсаторы) в корпусах 0805 “чип”, обеспечивающие уменьшение весогабаритных параметров. Для уменьшения токов утечки между компонентами входных цепей предварительных усилителей по поверхности печатной платы дополнительно применен нестандартный метод – фрезеровка сквозных изоляционных канавок (рис.4).

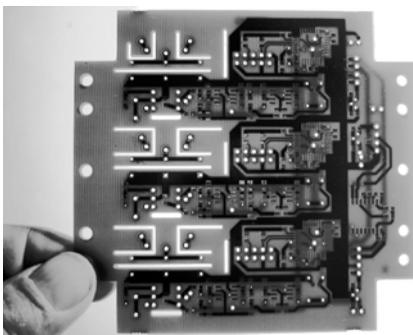


Рис.4. Печатная плата Измерительного преобразователя с прорезями для уменьшения токов утечек.

В измерительном преобразователе используются микроконтроллеры C8051F350 (Silabs, США) с встроенным 24-разрядным аналого-цифровым преобразователем. Применяется интерфейс RS-232 с изохронным принципом передачи данных. Темп передачи – 115 кбит/сек. Результаты измерений передаются по очереди тремя контроллерами. Результат измерения – 24 -

разрядные отсчеты трех аналого-цифровых преобразователей, дополняется контрольными битами и последовательно передаются в регистрирующее устройство, в качестве которого применяется РС-совместимый ноутбук.

Подготовка к проведению измерений параметров движения кабины лифта существенно упрощается. Достаточно установить измерительный преобразователь на пол кабины (рис.5), сориентировав его в соответствии с надписями на его корпусе.



Рис.5. Проведение измерений параметров движения кабины лифта.

1. *Владимирский А.А., Владимирский И.А., Дьяченко В.П., Гоян И.Н.* Измеритель параметров движения механизмов лифтов. / Подъемные сооружения. Специальная техника. -2002. № 3(7), с.26-27.
2. *Владимирский А.А.* Разработка измерителя кинематических и динамических параметров лифтов "ИКПЛ-М2". Моделювання та інформаційні технології. Збірник наукових праць. Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України. Вип. 21, Київ, 2003р.-с.62-65.
3. *Владимирский А.А.* Разработка измерителя кинематических и динамических параметров лифтов ИКПЛ-М3. Збірник наукових праць. Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України. Вип.46, Київ, 2008р.-с.73-75.
4. *Владимирский А.А.* Методы контроля динамических параметров лифтов. Моделювання та інформаційні технології. Збірник наукових праць. Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України. Вип.36, Київ, 2006р.-с.98-103.
5. ГОСТ 22011-95 "Лифты пассажирские и грузовые. Технические условия".
6. ДНАОП 0.00-1.02-99 "Правила устройства и безопасной эксплуатации лифтов".
7. НПАОП 0.00-1.2-08 "Правила устройства и безопасной эксплуатации лифтов".
8. ДСТУ ISO 2631-1:2004. Вібрація та удар механічні. Оцінка впливу загальної вібрації на людину. Частина 1. Загальні вимоги (ISO 2631-1:1997, IDT). Держстандарт України, 2006.
9. ДСТУ ISO 2631-2:2004. Вібрація та удар механічні. Оцінювання впливу загальної вібрації на людину. Частина 2. Вібрація в будівлях (від 1 Гц до 80 Гц) (ISO 2631-2:2003, IDT). Держстандарт України, 2006.
10. ДСТУ ISO 18738:2004. Ліфти (елеватори). Вимірювання параметрів якості руху ліфта (ISO 18738:2003, IDT). Держстандарт України, 2006.

Поступила 17.03.2011р.