



- ✓ Заложенная на данный момент производительность системы несколько сотен запросов в секунду.
- ✓ Технология WebGL позволяет размещать 3D объекты и организовать интерактивный доступ пользователя [2].

С помощью применения указанных программных средств платформа сможет функционировать в полном соответствии с требуемыми параметрами. Решающую роль для экономического роста страны имеют производственный и научно-технический потенциал и их размещение. Состояние производственного и в целом всего экономического потенциала страны в сильной степени зависит от научно-технического потенциала и его развития. На сегодняшний день 3D технологии в мире занимают одно из самых приоритетных направлений в сфере ИКТ.

Литература

1. Муминов Б.Б. Stages of designing data mining. “TATU xabarlari” журна-ли, Тошкент – 2014. 2 – сон., 72-75 бетлар
2. Обзор программных продуктов электронного САПР [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://pspicelib.narod.ru/01_modelirovanie/obzor_sapr
3. 3D-дизайн и гибридное параметрическое моделирование [Электрон-ный ресурс]: “САПР и графика”. – Режим доступа: <http://www.sapr.ru/> .

М.Н. Осипов, М.Д. Лимов, Н.С. Знаменьщикова, А.В. Линьков

ВЛИЯНИЕ ПОМЕХ НА ИЗМЕРЕНИЕ ВИБРАЦИЙ МЕТОДОМ СПЕКЛ-ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ ОДИНОЧНОГО СПЕКЛА

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

Обеспечение вибрационной прочности элементов конструкций, работающих при динамических нагрузках, является одной из ключевых задач при проектировании элементов механических конструкций. Для исследования динамических процессов элементов механических конструкций применяются различные экспериментальные методы как контактного, так и бесконтактного типа. Однако, контактные методы исследований динамических процессов приводят к изменению частотных характеристик исследуемых объектов, которые необходимо учитывать при дальнейших экспериментальных исследованиях и математическом моделировании. Поэтому в настоящее время широко используются бесконтактные методы, в том числе методы когерентной оптики – голографической и спекл-интерферометрии. Данные методы, как правило, не позволяют исследовать частотные характеристики элементов механических конструкций в реальном времени, так как при исследованиях в основном используются: метод усреднения во времени; метод двух экспозиций либо импульсный стробоскопический метод. Также из-за наличия собственных шумов (зерни-



мость интерференционных картин), возникают ограничения по измеряемому диапазону перемещений, а также по точности и чувствительности измерений. Кроме того, эти шумы затрудняют обработку голографических и спекл-интерферограмм [1-3].

В предыдущих работах авторов [4-6] представлен новый способ определения частотных характеристик механических конструкций в реальном времени с помощью спекл-интерферометрии одиночного спекла, позволяющим производить измерения в широком диапазоне амплитуд и частот. В данных работах показано, что изменение интенсивности света одиночного спекла, регистрируемое точечным быстродействующим фотодетектором, описывается следующим выражением:

$$u(t) = A + B \cos[\varphi(0) - \varphi(t)], \quad (1)$$

где $u(t)$ – выходное напряжение электрической схемы фотоприемника;

A – выходное напряжение смещения, которое связано со средней интенсивностью спекла;

B – амплитуда полезного выходного напряжения, которое определяется параметрами оптико-электронной схемы;

$\varphi(0)$ – начальное значение разности фаз между опорным и объектным пучками в плоскости регистрации, оно может меняться, но остается постоянным во время измерений;

$\varphi(t)$ – изменение фазы спекла, которое связано с изменением оптического пути при динамических смещениях исследуемой поверхности.

Но в этих работах не были учтены воздействия на исследуемую поверхность внешних (промышленных) низкочастотных шумов.

Будем считать, что колебания исследуемой поверхности совершаются по гармоническому закону, и колебания вызванные шумами также изменяются по гармоническому закону, в этом случае $\varphi(t)$ в выражении (1) запишется в следующем виде:

$$\varphi(t) = 2k(a \sin(\Omega t) + b \sin(\Omega_1 t)) \quad (2)$$

где a – амплитуда колебаний исследуемой поверхности, вызванных речевым акустическим сигналом;

Ω – частота колебаний исследуемой поверхности, вызванных речевым акустическим сигналом

b – амплитуда колебаний исследуемой поверхности, вызванная внешними помехами;

Ω_1 – частота колебаний исследуемой поверхности, вызванная внешними помехами.

Проведем теоретический анализ поведения выходного напряжения фотодетектора согласно уравнения (1) с учетом выражения (2) и в зависимости от соотношений между амплитудами и частотами полезного акустического сигнала и паразитными внешними шумами.

На рисунках (1-3) представлены графики теоретических расчетов выходного напряжения фотодетектора в зависимости от соотношений между ампли-



тудами и частотами полезного акустического сигнала и паразитными внешними шумами для значений: $\varphi(0) = 0$, $a = \lambda/12$, $a = \lambda$, $b = 5\lambda$, $\Omega = 600$ Гц, $\Omega_1 = 10$ Гц.

Из представленных графиков следует, что при амплитудах колебаний исследуемой поверхности меньше $\lambda/8$ возможно определить параметры колебаний исследуемого объекта на фоне шумов, а при амплитудах колебаний исследуемой поверхности более $\lambda/8$ выходное напряжение фотодетектора не будет соответствовать форме колебаний этой поверхности, так как сигнал превращается в осциллирующие пакеты. Однако частота следования пакетов определяет частоту колебаний объекта, а количество осцилляций в пакете определяет амплитуду колебаний исследуемой поверхности независимо от присутствия шумов.

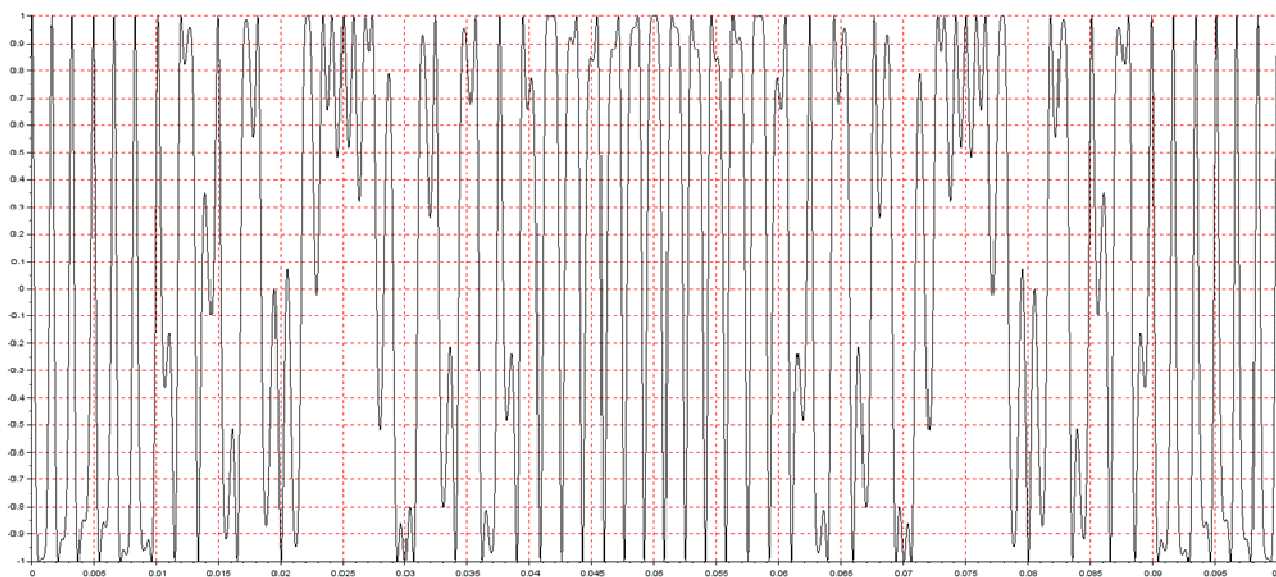


Рис.1. Вид выходного напряжения фотодетектора при $a = \lambda/12$

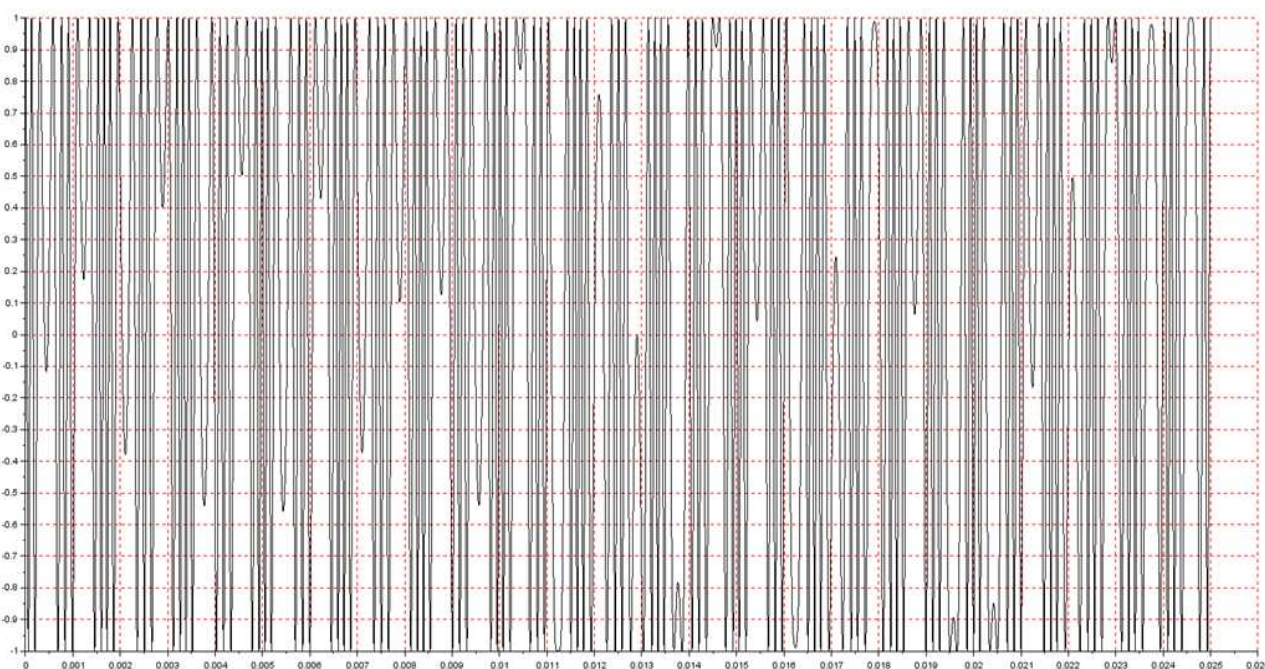


Рис. 2. Вид выходного напряжения фотодетектора при $a = \lambda$ (первая четверть периода колебаний шумового воздействия)

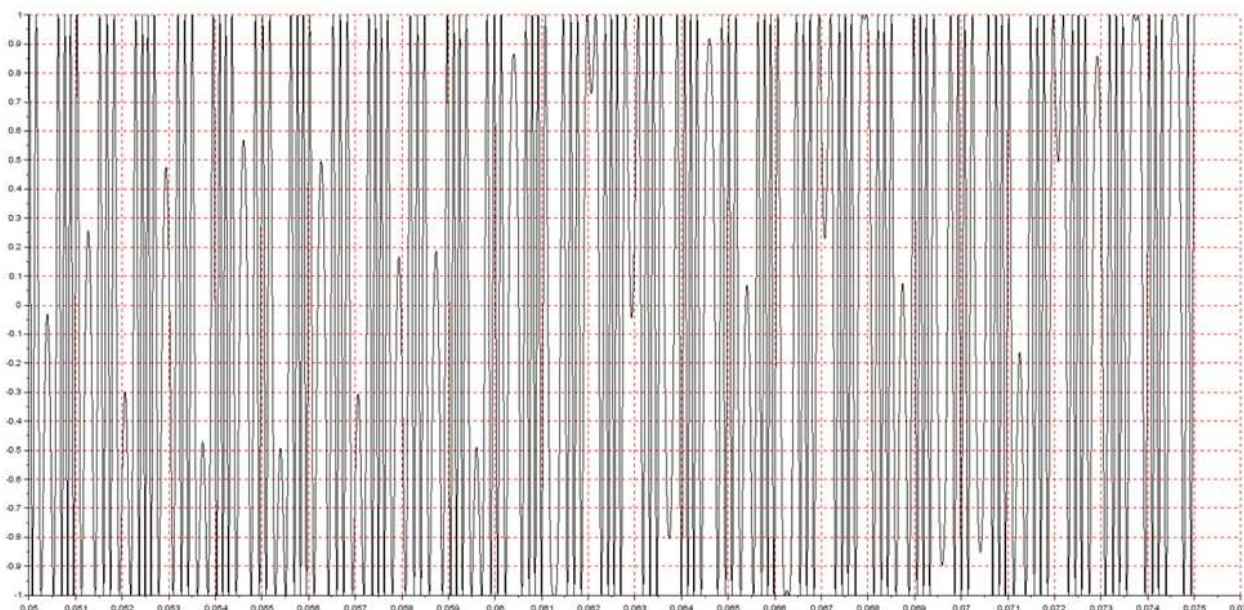


Рис. 3. Вид выходного напряжения фотодетектора при $a=\lambda$ (третья четверть периода колебаний шумового воздействия)

Заключение

Проведенные теоретические исследования показали, что предлагаемый оптический метод позволяет проводить экспериментальные исследования частотных характеристик механических конструкций в реальном времени и при наличии внешних шумов, то есть в условиях приближенных к промышленной эксплуатации.

Благодарности

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ № 15-08-06330-а и № 16-08-00571-а.

Литература

1. Yasuhiko A., High-resolution dynamic measurement using electronic speckle pattern interferometry based on multi-camera technology. / A. Yasuhiko, H. Hiroyuki, Y. Shunsuke // J. Optics and Lasers in Engineering. 2008, Vol. 46, pp. 733-738.
2. Trillol C., Multimode vibration analysis with high-speed TV holography and a spatiotemporal 3D Fourier transform method. / C. Trillol, Ángel F. Doval, F. Mendoza-Santoyo, Pérez-López C., Luis Deán J. // Optics express. 2009, Vol. 17(20), pp. 18014-18025.
3. Nistea Ioana Th., Borza Dan N., High speed speckle interferometry for experimental analysis of dynamic phenomena. / Ioana Th. Nistea, Dan N. Borza // J. Optics and Lasers in Engineering. 2013, Vol. 51, pp. 453-459.
4. Осипов М.Н., Определение частотных характеристик механических конструкций в реальном времени с помощью спекл-интерферометрии. / М.Н. Осипов, А.Н. Чекменев, Ю.Д. Щеглов, И.Н. Фалилеев, Н.А. Шарафутдинов. // Труды II Международной конференции «Динамика и виброакустика машин», 2014, 15-17 сентября 2014, Самара, СГАУ, С. 498-505.



5. Осипов М.Н., Автоматизированный комплекс определения форм и частотных характеристик собственных колебаний. / М.Н. Осипов, Н.А. Шарафутдинов, Ю.Д. Щеглов, И.Н. Фалилеев, М.Е. Федина // Известия Самарского центра РАН. 2015. т.17, № 2(5). С. 1072-1075.

6. Шарафутдинов Н.А., Оценка помехозащищенности спеклинтерферометрии на основе анализа изменения интенсивности одиночного спекла. / Н.А. Шарафутдинов, М.Н. Осипов, Ю.Д. Щеглов, Н.С. Знаменьщикова, М.Д. Лимов // Труды III Международной конференции «Динамика и виброакустика машин», 2016. 29 июня - 01 июля 2016, Самара, Самарский Университет, С. 179-180.

С.П.Орлов, Е.А. Ахполова, О.Ю. Уютова

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ИИС КОНРОЛЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

(АО «РКЦ «Прогресс», Самарский государственный технический университет)

Система дистанционного зондирования Земли с искусственных спутников содержит основной прибор – оптико-электронный преобразователь (ОЭП), характеристики которого в наибольшей степени влияют на точность и качество получаемого изображения. В свою очередь, главный элемент ОЭП – это фоточувствительная матрица на приборах с зарядовой связью (ФМПЗС). Исследование и контроль ФМПЗС при наземных испытаниях проводятся с помощью информационно-измерительной системы, структура и принципы функционирования изложены в работах [1,2,3]. Они основаны на получении с помощью тепловизора термограмм поверхности микросхемы и контроля значений двумерного распределения температур.

Для оценки достоверности измерения температурного поля в настоящем докладе представлена метрологическая модель измерительных каналов ИИС. Задача температурного контроля ФМПЗС состоит в том, чтобы сформировать цифровой массив температурных значений на поверхности ФМПЗС для дальнейшей обработки с целью выявления дефектов микросхемы. Подсистема измерения содержит два основных измерительных канала. Первый канал измеряет двумерную тепловую картину нагрева микросхемы под действием питающих напряжений и входных сигналов. Второй канал измеряет температуры окружающей среды ОЭП для определения температур перегрева поверхности микросхемы.

Для исследования и расчета погрешностей разработана метрологическая модель системы (рис. 1).

В метрологической модели используются следующие обозначения:

S_w – функция преобразования электрической мощности P , поступающей на входы ФМПЗС в двумерное температурное поле $\Theta(x,y)$ на поверхности микросхемы; δ_w – мультипликативная погрешность, вызванная изменением тепло-