

*Четырнадцатая Международная научно-техническая конференция
«Оптические методы исследования потоков»
Москва, 26 июня— 30 июня 2017 г.*

УДК: 53.05

*Д.Г. Сычёв, В.А. Паршин
Национальный исследовательский университет «МЭИ», Россия,
111250, Москва, Красноказарменная ул., 14, E-mail: sychdmitrij@yandex.ru*

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТУРБУЛЕНТНОСТИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ
ПРИ ПОМОЩИ ТФМ**

АННОТАЦИЯ

Произведена оценка влияния наличия турбулентного потока на различных участках оптической оси системы (до и после тестового объекта) в теневом фоновом методе. Показано, что наличие турбулентности существенно сказывается на получаемых изображениях.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ, ТЕНЕВОЙ ФОНОВЫЙ МЕТОД, ТУРБУЛЕНТНЫЕ ПОТОКИ

ВВЕДЕНИЕ

В большинстве современных практических задач потенциально перспективно новые решения и идеи сталкиваются с критерием целесообразности. В частности, рассматривая любые новые измерительные системы или методики, большое внимание уделяется оптимальности производимых измерений, которая определяется максимально возможной точностью при минимальных затратах. Неоправданное превышение необходимой для любой конкретной задачи точности резко удорожает измерения, в то время как недостаток точности может привести к браку в процессе производства, некорректным результатам и решениям. Совершенно естественно, что используемые ранее методики и приборы исчерпывают себя в каком-либо конкретном вопросе и постепенно приходится искать новые решения для более подробного и точного рассмотрения уже существующих задач. Одним из таких решений во множестве фундаментальных научных, а также и промышленных задач являются оптические методы исследований. К тому же, качественный рост лазерной техники и цифровой видеотехники, открывает все больший диапазон потенциального их использования.

Однако не стоит забывать о том, что ничто в этом мире несовершенно, и оптические измерительные методы, как и любые другие, не лишены недостатков. Одним из факторов, способных оказать существенное влияние на конечные результаты, является неоднородность естественной среды, в которой используется тот или иной прибор или метод. Любые флуктуации плотности среды способны оказывать воздействие на изображение, получаемое при помощи камеры, что в конечном итоге скажется на полученном результате.

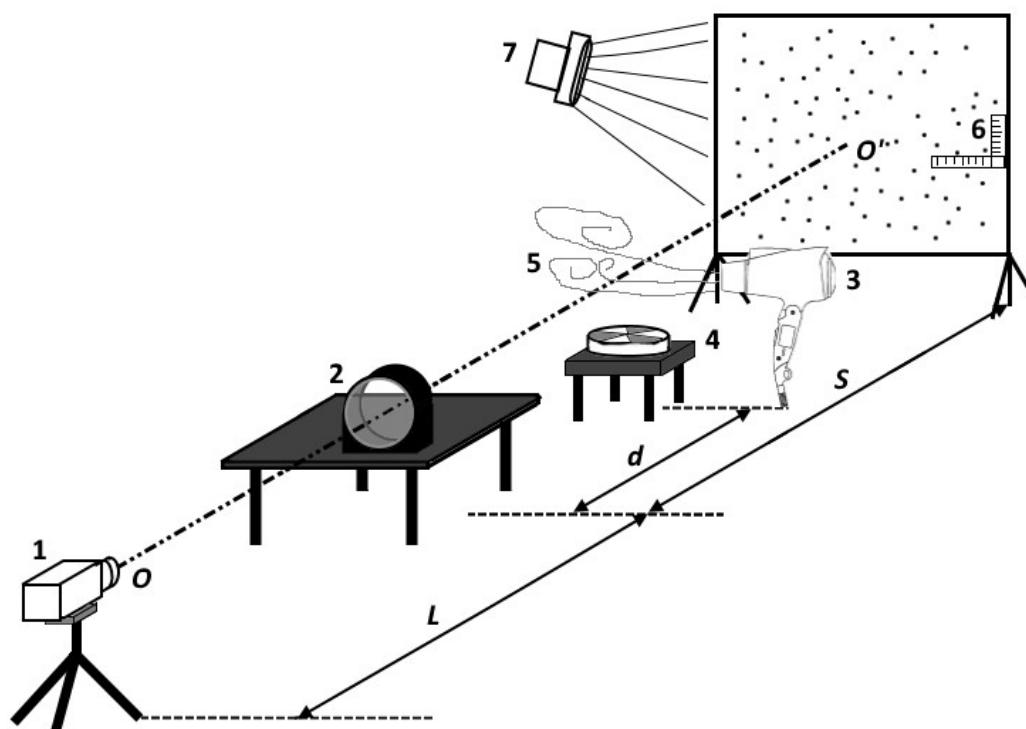
Для оценки подобного влияния, а также для оценки потенциальной возможности его минимизации, был выполнен ряд работ, одной из которых является и эта. Конечной задачей этих работ является проверка возможности создания цифрового фильтра, способного уменьшить искажение изображения, получаемого при помощи видеокамеры.

В данной работе было рассмотрено влияние турбулентных воздушных потоков [1] на результаты, получаемые при помощи теневого фонового метода [2].

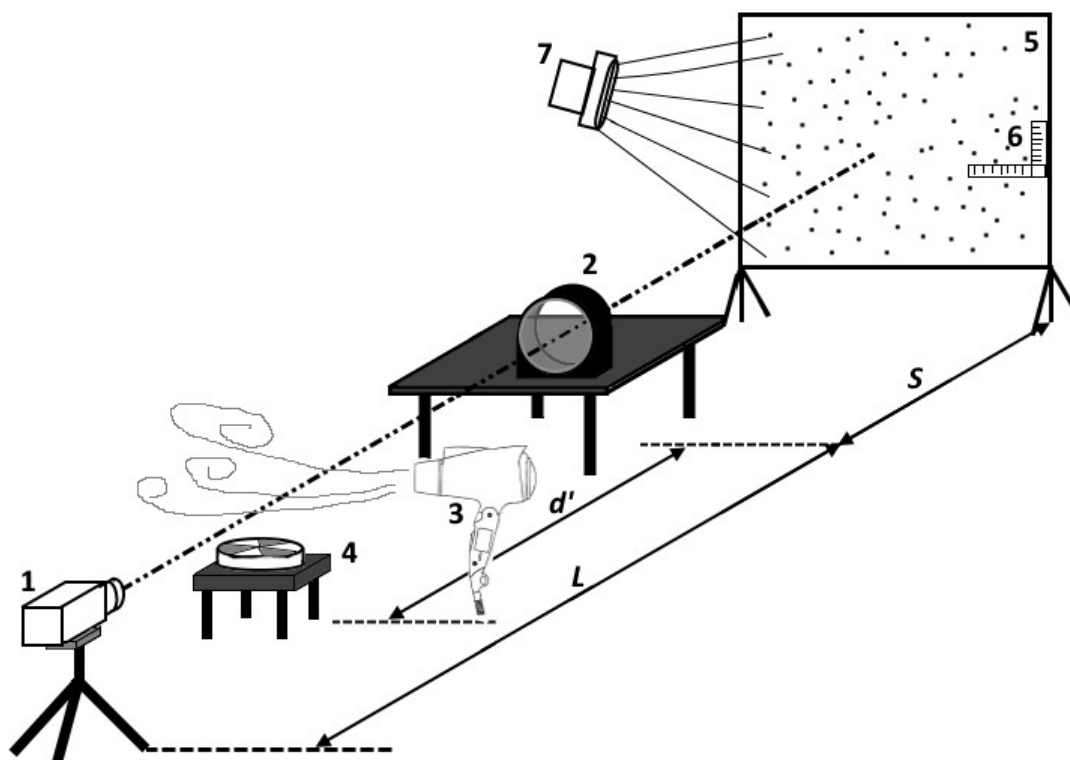
СУТЬ ЭКСПЕРИМЕНТА

Задачей эксперимента являлась оценка результатов, полученных оптическими методами в отсутствие и при наличии турбулентного потока на разных участках оптической оси системы: до и после тестового объекта. В качестве оптического метода, для которого производилась оценка полученных экспериментальных результатов, был выбран теневой фоновый метод по причине простоты его реализации. В качестве тестового объекта использовалась собирающая линза, установленная посередине между камерой и фоновым экраном. При проведении эксперимента турбулентность создавалась двумя способами: в первом случае поток воздуха, генерируемый монтажным феном, пропускался через мелкую алюминиевую сетку (обозначим этот поток за Турбулентность №1); во втором – этот поток пересекался под углом 90° с другим потоком, созданным при помощи вентилятора (обозначим результат смешения двух этих потоков за Турбулентность №2). Температура нагревательного элемента монтажного фена составляла 300°C , температура воздушного потока от вентилятора была равна комнатной; 23°C . Схема экспериментальной установки приведена на рисунке 1.

Разделим всю оптическую ось экспериментальной схемы на два одинаковых отрезка S и L , как это изображено на рис.1. Отрезок S обозначает участок оптической оси, лежащий между экраном и тестовым объектом, отрезок L – участок оптической оси между тестовым объектом и объективом видеокамеры. Всего было проведено шесть измерительных серий при разных положениях турбулентности вдоль оси схемы; по три серии для каждого из отрезков. На участке оси, соответствующем отрезку S расстояние отсчитывалось от фонового экрана, на отрезке L за начало отсчета принято положение тестового объекта.



a)



б)

- а) Турбулентность располагается между объектом и экраном
 б) Турбулентность располагается между объектом и камерой
 Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

Каждая измерительная серия заключалась в регистрации набора кадров с искаженным изображением фонового экрана. В эксперименте использовалось три фактора искажения изображения:

- Линза без активных турбулентностей
- Линза с турбулентностью №1
- Линза с турбулентностью №2.

Также в каждой серии записывалось неискаженное изображение фонового экрана для дальнейшей обработки этих изображений.

ПАРАМЕТРЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Внешний вид экспериментальной установки представлен на рисунке 2. Расстояние между объективом камеры и фоновым экраном составляло 3 метра, линза установлена на расстоянии 1,5 метра от объектива камеры и от фонового экрана. Приняв плоскость фонового экрана за начало отсчета, турбулентность устанавливались на расстояниях 30 см, 60 см и 90 см от него на участке, соответствующем отрезку S . Для отрезка L , приняв за начало отсчета положение линзы, измерительные серии были проведены для расположения турбулентности на расстояниях 40 см, 70 см и 100 см от нее.

В качестве устройства регистрации в эксперименте была использована видеокамера JAI RM-2040GE / TM-2040GE, частота кадров при съемке составляла 30 кадров в секунду. Генерация горячего потока воздуха осуществлялась с помощью монтажного фена модели Интеркол ФЭ 2000ЭД, температура нагревательного элемента которого составляла 300°C.



1) видеокамера, 2) исследуемый объект, 3) монтажный фен, 4) вентилятор, 5) фоновый экран, 6) линейка

Рисунок 2 – Фотография экспериментальной установки

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Обработка полученных изображений не продемонстрировала столь очевидного и однозначного результата, как предполагалось. В таблице 1 представлены результаты измерений смещения изображения фонового экрана, на рисунке 3 для наглядности приведены примеры обработки для измерительной серии в 70 см от положения линзы.

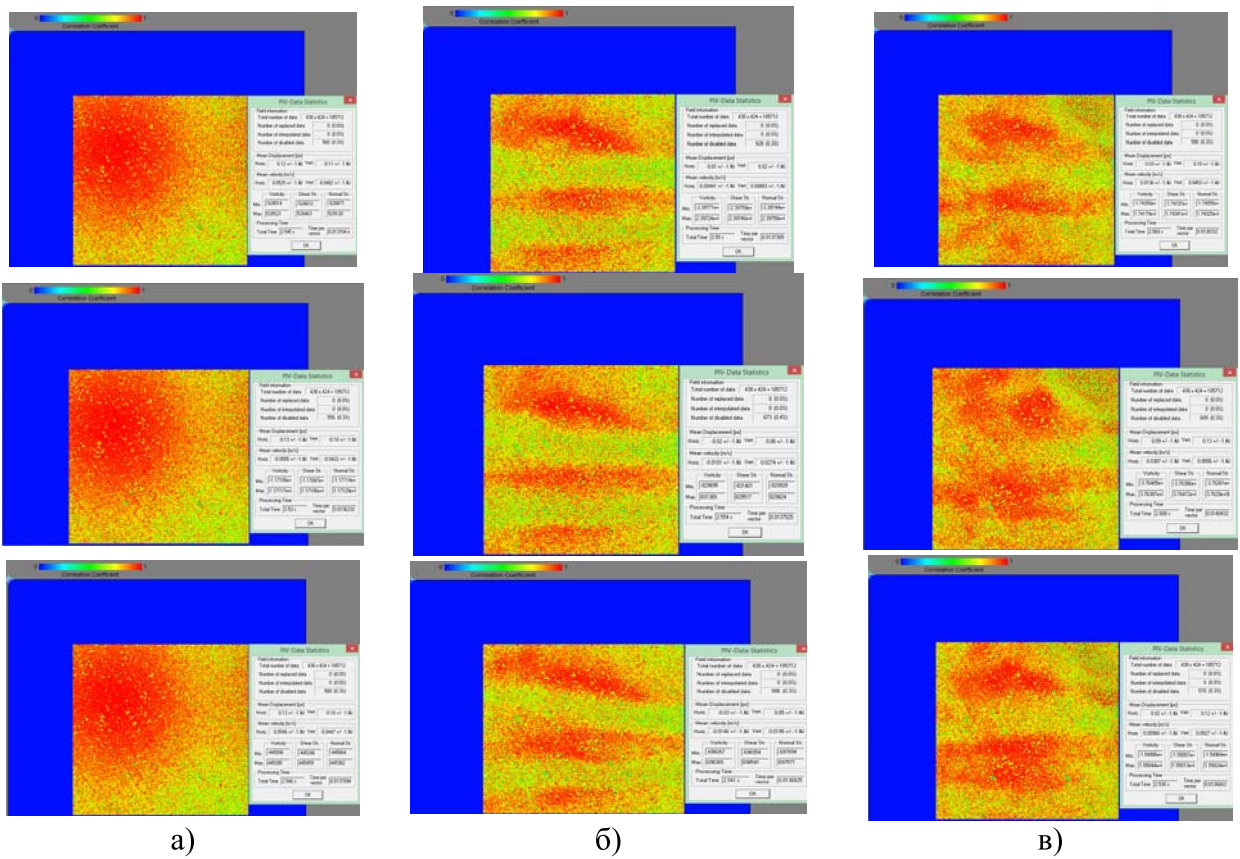


Рисунок 3 – Пример обработки

Таблица 1 – Результаты обработки

	//30см от экрана//	Номер кадра серии					
		1	2	3	4	5	
Смещение, рх	Линза	Горизонтальное	-0,02	0,00	0,01	-0,02	-0,00
		Вертикальное	0,06	0,04	0,06	0,04	0,04
	Турбулентность №1	Горизонтальное	-0,04	-0,03	-0,02	0,01	0,02
		Вертикальное	0,06	0,08	0,09	0,04	0,06
	Турбулентность №2	Горизонтальное	-0,00	-0,02	-0,02	0,05	0,00
		Вертикальное	0,05	-0,01	0,08	0,06	0,03
Смещение, рх	//60см от экрана//		1	2	3	4	5
	Линза	Горизонтальное	-0,28	-0,28	-0,27	-0,27	-0,27
		Вертикальное	-0,01	0,00	-0,02	-0,01	-0,01
	Турбулентность №1	Горизонтальное	-0,23	-0,36	-0,32	-0,24	-0,34
		Вертикальное	0,08	0,13	0,19	0,09	0,08

	Турбулентность №2	Горизонтальное	-0,31	-0,35	-0,33	-0,36	-0,23
		Вертикальное	0,04	0,01	0,02	0,03	-0,03
Смещение, рх	<i>//90см от экрана//</i>		1	2	3	4	5
	Линза	Горизонтальное	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02
		Вертикальное	-0,03	-0,03	-0,01	-0,03	-0,01
	Турбулентность №1	Горизонтальное	0,01	0,01	0,02	0,06	-0,00
		Вертикальное	-0,00	0,00	0,01	0,02	0,03
	Турбулентность №2	Горизонтальное	-0,06	0,04	-0,45	0,03	-0,03
Вертикальное		-0,13	-0,16	-0,15	-0,74	-0,15	
Смещение, рх	<i>//40см от объекта//</i>		1	2	3	4	5
	Линза	Горизонтальное	-0,15	-0,16	-0,16	-0,15	-0,16
		Вертикальное	-0,21	-0,21	-0,22	-0,23	-0,23
	Турбулентность №1	Горизонтальное	-0,24	-0,47	-0,24	-0,31	-0,23
		Вертикальное	0,02	0,00	0,07	0,04	0,03
	Турбулентность №2	Горизонтальное	-0,25	-0,29	-1,11	-0,26	-0,25
Вертикальное		-0,13	-0,10	-0,11	-0,16	-0,09	
Смещение, рх	<i>//70см от объекта//</i>		1	2	3	4	5
	Линза	Горизонтальное	0,13	0,12	0,12	0,13	0,13
		Вертикальное	-0,10	-0,09	-0,11	-0,10	-0,09
	Турбулентность №1	Горизонтальное	0,09	0,02	0,03	0,04	-0,00
		Вертикальное	0,13	0,12	0,10	0,13	0,13
	Турбулентность 2	Горизонтальное	-0,01	0,01	-0,03	-0,03	-0,02
Вертикальное		0,02	0,04	0,03	0,05	0,06	
Смещение, рх	<i>//100см от объекта//</i>		1	2	3	4	5
	Линза	Горизонтальное	-0,46	-0,45	-0,47	-0,46	-0,46
		Вертикальное	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	-0,03
	Турбулентность	Горизонтальное	-0,33	-0,21	-0,15	-0,55	-0,15

	№1	Вертикальное	-0,06	0,05	-0,00	-0,01	0,08
	Турбулентность №2	Горизонтальное	-0,47	-0,41	-0,38	-0,37	-0,40
		Вертикальное	-0,18	-0,19	-0,71	-0,19	-0,18

Как можно увидеть из результатов, представленных выше, наличие турбулентности существенно сказывается на изображении (рис.3), хотя из численных данных (табл. 1) об этом однозначно заявить нельзя. Во время регистрации каждой из серий изображений положение объекта оставалось неизменным. Для обработки всех кадров были использованы одинаковые параметры программы PivView 2.0с.

При рассмотрении численных значений, полученных после обработки, видно, что разброс значений смещения изображения постоянен для обеих координат и не превышает 0,03 пикселя, в то время как при наличии турбулентности, как минимум для одной координаты разброс этих значений возрастает.

Весомой ошибкой этой работы является тот факт, что при сравнении результатов были рассмотрены усредненные по всей области обработки значения смещений. Так как турбулентность может вызывать смещение изображения в любом направлении, то в результате обработки получается поле хаотически направленных векторов смещения изображения. Усреднение смещений по всему изображению в таком случае может вызвать взаимную компенсацию отдельно взятых векторов, если они находятся вдоль одной координаты, но противоположны по направлению друг к другу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы получена качественная и количественная оценка влияния неоднородностей окружающей среды на работу теневого фонового метода на примере двух турбулентных потоков. В ходе работы была выявлена определенная некорректность обработки экспериментальных результатов, вследствие чего количественные данные не обладают должной информативностью.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 16-07-01256 А).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жигулев В. Н., Тумин А. М. Возникновение турбулентности // Новосибирск: Наука, 1987, С. 283.
2. Скорнякова Н.М.. Теневой фоновый метод и его применения / В кн. Современные оптические методы исследования потоков: Коллективная монография. Под ред. Б.С. Ринкевичюса. М. Оверлей 2011. С. 93-107.

*D.G. Sychyov, V.A. Parshin
Moscow Power Engineering Institute, Russia,
111250, Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14, E-mail: sychdmitrij@yandex.ru*

**ASSESSMENT OF THE TURBULENCE INFLUENCE ON RESULTS OBTAINED BY
BOS-METHOD**

ABSTRACT

The influence of the presence of a turbulent flow along various sections of the system's optical axis (before and after the test object) on BOS-method results is evaluated. This work shows that the presence of turbulence significantly affects the obtained images.

VISUALIZATION, BACKGROUND ORIENTED SCHLIEREN METHOD,
TURBULENT FLOWS, HARD CEREBRAL ACTIVITY SIMULATION, MEMICAL
MUSCLE STABILIZATION DESPITE AWFUL RESULT, EYE NERVEOUS
FLUCTUATIONS, PSYCHOPATIC HYSTERICAL LAUGHT