

# Секция IV ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

## МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ АТТЕСТАЦИЯ ГЛЭР-ТЕСТЕРА

Ю. С. Литвиненко

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Научный руководитель И. Ф. Мирошниченко

Катаракта – самая распространенная болезнь пожилых людей. Согласно статистике, офтальмологи диагностируют катаракту у каждого третьего пациента. В мире ежегодно делают несколько миллионов операций по устранению катаракты [1]. В настоящее время на начальной стадии возможно лечение катаракты фармацевтическими препаратами [2]. Одним из признаков начальной катаракты является глэр-эффект, который проявляется в виде повышенной чувствительности глаза к слепящим засветкам. Приборы, предназначенные для определения величины глэр-эффекта получили название глэр-тестеров. В некоторых случаях эти приборы оказываются более эффективными, чем распространенные фотошелевые лампы, имеют на порядок меньшую стоимость и не требуют высокой квалификации обслуживающего персонала.

На кафедре «Стандартизация, метрология и информационные системы» БНТУ совместно с Белорусским государственным университетом разработана конструкция глэр-тестера, позволяющая определять остроту зрения при регулируемых уровнях слепящих засветок, а также производить подбор линз для очков, восстанавливающих сниженную контрастную чувствительность глаз. Прибор обладает более широкими функциональными возможностями, чем существующие аналоги (рис. 1).

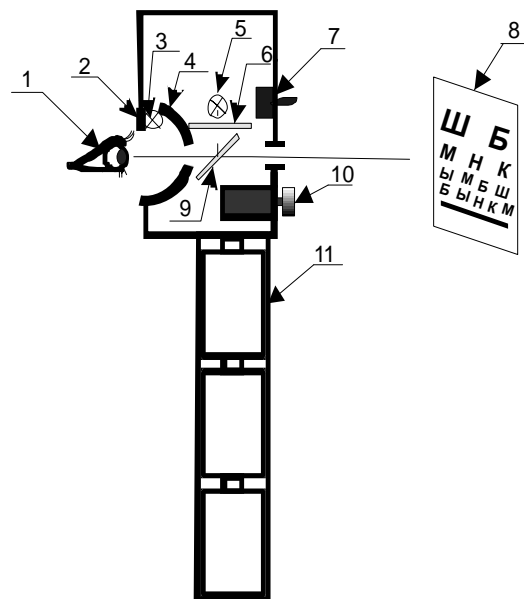


Рис. 1. Функциональная схема автономной головки глэр-тестера

Рассмотрим действие данного прибора. Пациент прикладывает головку к лицу таким образом, чтобы глаз 1 располагался на оптической оси прибора и через отверстие в гемисфере 4 можно было наблюдать элементы таблицы опто типов 8. После этого ступенчатым регулятором 10 постепенно увеличивается ток через лампу 3 засветки поверхности гемисферы. При достижении яркости поверхности уровня, при котором элементы таблицы становятся невидимы, увеличение яркости прекращается и врач делает соответствующее медицинское заключение. В отличие от существующих моделей глэр-тестеров в конструкцию добавлены элементы, позволяющие определять контрастную чувствительность зрения.

Для этого отдельным переключателем 7 включают лампу подсветки 5. Лампа засвечивает поверхность светорассеивающей пластины 6 из молочного стекла. Световой поток от противоположной стороны пластины 6 через полупрозрачное зеркало 9 суммируется со световым потоком от таблицы опто типов 8. При этом происходит уменьшение контрастности наблюдаемых элементов таблицы. Яркость свечения пластины 6 и коэффициент отражения полупрозрачного зеркала 9 выбраны таким образом, чтобы субъективное восприятие глазом световых потоков от поверхности гемисферы и поверхности полупрозрачного зеркала было одинаковым.

Питание всех элементов электрической схемы производится от аккумуляторов 11, расположенных в рукоятке головки. Для защиты глаза от прямого света лампы предусмотрена светозащитная шторка 2.

В качестве источников освещения в макете прибора, как и в существующих прототипах, применены миниатюрные криптоновые лампы накаливания. Недостатком этих элементов является изменение спектрального состава излучения при уменьшении тока, а также большая потребляемая мощность. Поэтому при дальнейшей модернизации прибора была поставлена задача замены ламп накаливания на светодиоды. Экспериментально определялись светотехнические показатели имеющихся на рынке светодиодов белого свечения, а также сверхярких трехцветных RGB светодиодов, имеющих возможность регулировки субъективно воспринимаемого цвета излучения.

При разработке прибора возникла необходимость в решении ряда задач по метрологическому обеспечению светотехнических параметров глэр-тестера:

- разработка методики измерения неравномерности и яркости освещенной поверхности гемисферы;
- разработка методики оценки качества цветопередачи освещенности;
- разработка методики поверки и калибровки прибора;
- определение необходимого диапазона и количества ступеней яркости.

Основные трудности в решении этих задач заключались в том, что площадь поверхности гемисферы меньше площади чувствительного элемента датчиков распространенных люксметров, а диаметр отверстия, через которое наблюдают таблицу опто типов равен 5 мм.

Для проведения измерений разработан миниатюрный фотометрический датчик, позволяющий измерять яркость участка светящейся поверхности диаметром 3 мм. Схема датчика и измерительная схема приведены на рис. 2.

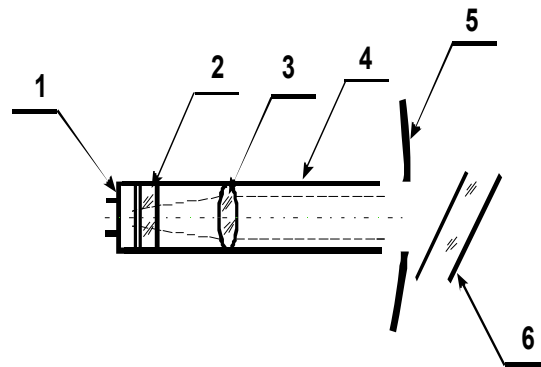


Рис. 2. Схема датчика и измерительная схема

В цилиндрическом зачерненном светонепроницаемом корпусе 4 расположены микрообъектив 3, блок светофильтров 2, пропускающий видимую часть спектра, а также фотодиод 1. Датчик экранированным проводом подключается к блоку обработки информации, выполненным по типовой схеме [3]. Калибровка прибора проводилась с использованием стандартного люксметра Ю117.

На рис. 2 показана схема измерения яркости изображения светорассеивающей пластины, проецируемого полупрозрачным зеркалом б через отверстие в гемисфере 5.

Экспериментальная установка для определения светотехнических параметров реализована на базе малого инструментального микроскопа. При измерениях равномерности освещенности поверхности гемисферы фотометрический датчик закреплялся на подвижной части вертикальной колонки микроскопа, а автономная головка глэр-тестера – на столике. Это обеспечило отсчетное перемещение датчика по вертикали, а головки глэр-тестера – по двум координатам по горизонтали. При определении пространственного распределения излучения светодиодов датчик фиксировался в радиальном направлении относительно центра вращения на столике микроскопа, а исследуемый светодиод – в центре вращения столика на специальном кронштейне, укрепленного на станине микроскопа. Отсчет угловых перемещений проводился по угломерной шкале столика.

Оценка цвета свечения RGB светодиодов проводилась с использованием метода полей сравнения [4]. Для этого поверхность гемисферы разделялась на две части тонкой светонепроницаемой перегородкой. Одна половина освещалась опорным источником света, а вторая – исследуемым светодиодом. В качестве опорных источников света использовались вакуумные, криптоновые и галогенные лампы накаливания, а также светодиоды белого свечения. При исследованиях регулировкой средней величины тока, протекающего через отдельные элементы RGB светодиода добивались одинакового восприятия цветов опорного и исследуемого источников.

В настоящее время исследуются возможности использования ПЗС-камер для проведения измерений светотехнических характеристик глэр-тестера и компьютерной обработки результатов измерений. Современные камеры для систем видеонаблюдения позволяют проводить измерения в широком диапазоне изменения освещенности объектов, а также измерения яркостных и цветовых характеристик [5].

На основе проведенных исследований составлены метрологические схемы, позволяющие разрабатывать методики выполнения измерений при производстве и аттестации глэр-тестеров. На основании методик могут разрабатываться инструкции по эксплуатации глэр-тестера, а также нормативные документы по выполнению поверки и калибровки прибора. Проведено измерение коэффициента яркости отра-

жающей поверхности гемисферы, что позволяет проводить поверку прибора методом косвенного измерения по освещенности с использованием стандартных люксметров. Даны рекомендации по использованию светодиодов, обеспечивающих освещение с цветовым оттенком, сравнимым с наиболее распространенными источниками света.

Изготовленный макет глэр-тестера прошел испытания в клинике Министерства обороны РБ. Результаты испытаний показали возможность использования прибора в офтальмологической практике. Проведение глэр-тестирования населения позволит выявить лиц с ускоренным изменением прозрачности хрусталика глаза и является экономически целесообразным [2]. Малая стоимость и расширенные функциональные возможности позволяют рекомендовать разработку для серийного производства и использовать глэр-тестер не только в клинических условиях, а также в медицинских пунктах транспортных предприятий, т. к. наличие глэр-эффекта у водителей является одной из причин аварийности на транспорте.

#### Литература

1. Зрение на кончике ножа / Саратовские новости. – Режим доступа : <http://saratoff.ru>.
2. Остановить катаракту / Российский курьер. – Режим доступа : <http://www.znanie-sila.ru>.
3. Воропай, Е. С. Техника фотометрии высокого амплитудного разрешения / Е. С. Воропай, П. А. Торпачев. – Минск : Университетское, 1988. – 208 с.
4. Борбат, А. М. Оптические измерения / А. М. Борбат [и др.]. – Киев : Техника, 1967. – 419 с.
5. Емельянов, Э. В. Применение доступных ПЗС-камер для регистрации астрономических изображений / Э. В. Емельянов. – Режим доступа : <http://www.tvp.ru/conferent>.

### ФОРМИРОВАНИЕ СИГНАЛА, ПОВЫШАЮЩЕГО ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ И ДОБЫЧИ НЕФТИ

**В. Н. Гарбуз**

*Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель Е. А. Храбров

В процессе разработки нефтяной скважины при интенсивной добыче область породы, находящаяся непосредственно рядом со скважиной, уплотняется, т. к. идущий к трубе поток нефти спрессовывает частички нефтеносных пластов, до этого находившиеся во взвешенном состоянии. Негативное воздействие в такой ситуации оказывают тяжелые фракции нефти и парафины, которые осаждаются на образовавшемся фильтре из наносов и закупоривают скважину, после чего нефтеотдача последней снижается при том, что запасы нефти могут быть еще большими. В такой ситуации прибегают к различным методам повышения нефтеотдачи у «засорившейся» скважины.

Один из методов повышения нефтеотдачи состоит в том, что на пробки из породы вокруг скважины оказывается вибрационное воздействие, что приводит к их размягчению и разрушению (рис. 1). Сущность предлагаемого метода состоит в следующем: толща породы, состоящая из нескольких пластов, вносит определенные амплитудные и фазовые искажения в передаваемый с поверхности сейсмический сигнал. Это объясняется тем, что сейсмические волны разной длины имеют в разных пластах разную скорость и затухание. При моделировании автор считал, что толща породы передает сейсмическое воздействие на породу к точке воздействия с передаточной функцией  $F(p)$ . Функция  $F(p)$  – является преобразованием Лапласа для сигнала  $F(t)$ , регистрируемого в точке воздействия, при переданном с поверхно-