

Офтальмологічний рефрактометр для трансплантації штучних абераційних кришталіків та підбору абераційних контактних лінз

Офтальмологический рефрактометр для трансплантации искусственных аберрационных хрусталиков и подбора аберрационных контактных линз

The ophthalmological refractometer for the aberrational intraocular lens transplantation and aberrational contact lens selection

1. **Номер державної реєстрації.** НДР 01090000432.

2. Науковий керівник.

Чиж Ігор Генріхович, доктор технічних наук, доцент, професор кафедри оптичних та оптико електронних приладів

Чиж Игорь Генрихович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры оптических и оптикоэлектронных приборов

Igor H. Chyzh, Doctor of Science, Professor of the Optical and optoelectronic devices department.

3. Суть розробки, основні результати.

Для здійснення корекції абераційних вад зору спеціальними контактними лінзами чи імплантованими кришталіками необхідна інформація про абераційну складову рефракції ока. Потребу в такій інформації можна задовольнити за допомогою пристрою, який функціонує за модифікованим тіньовим методом Фуко. Для цього пропонується використовувати оптико-електронну систему, яка дозволяє виявляти та фіксувати ізодіоптрийні зони на зіниці ока – зони, в яких абераційна рефракція має однакову величину.

Важливою властивістю пристрою є його швидкодія. Використання сучасних швидкісних цифрових відеокамер дозволяє отримати за секунду десятки і навіть сотні відеокадрів із записом ізодіоптрийних зон в площині зіниці.

Абераційні спотворення хвильового фронту в оптичній системі ока та карта розподілу абераційної складової рефракції ока в координатах зіниці ока формується за результатами відповідної математичної обробки зафіксованих на відеокадрах зображень ізодіоптрийних зон. Інформація про просторовий розподіл абераційної складової рефракції в зоні зіниці використовується офтальмологами для корекції форми передньої поверхні рогівки, або визначення форми передньої поверхні контактної лінзи, чи поверхонь штучного кришталіка, якими виправляють абераційні вади оптичної системи ока і підвищують гостроту зору.

За результатами виконання НДР створено діючий макет офтальмологічного абераційного рефрактометра з просторовою роздільною здатністю для виявлення аметропії, первинного астигматизму, сферичної аберації та первинної коми, розроблена конструкторська документація та математичне і програмне забезпечення до макета.

(русс.)

Для осуществления коррекции аберрационных недостатков зрения специальными контактными линзами или имплантированными хрусталиками, необходимо иметь информацию об аберрационной составляющей рефракции глаза. Эта информация может быть получена при помощи устройства, принцип работы которого основан на модифицированном теневом методе Фуко. Для этого предлагается использовать оптико-электронную систему, которая позволяет определять и фиксировать изодиоптрийные зоны на зрачке глаза – зоны, в которых аберрационная рефракция имеет одинаковую величину.

Важной особенностью прибора является его быстродействие. Использование современных скоростных цифровых видеокамер позволяет получать за секунду десятки и даже сотни видеокadres с записью изодиоптрийных зон в плоскости зрачка.

Аберрационные искажения волнового фронта в оптической системе глаза и карта распределения аберрационной составляющей рефракции глаза в координатах зрачка формируется по результатам соответствующей математической обработки зафиксированных на видеокadres изображений изодиоптрийных зон. Информация о пространственном распределении аберрационной составляющей рефракции в зоне зрачка используется офтальмологами для коррекции формы передней поверхности роговицы, или определения формы передней поверхности контактной линзы, или поверхностей искусственного хрусталика, которыми исправляют аберрационные недостатки оптической системы глаза и повышают остроту зрения.

В результате выполнения НИР был создан действующий макет офтальмологического аберрационного рефрактометра с пространственным разрешением для определения аметропии, первичного астигматизма, сферической аберрации и первичной комы, разработана конструкторская документация и математическое и программное обеспечение к макету.

(англ.)

For the purpose of eye aberration correction with the special contact lens or intraocular lens it is necessary to be informed about eye refraction aberrational component. This information can be acquired by using of device based on modified Foucault knife method. For this purpose we propose to use the optical-electronic system which allows to detect and fix the pupil plane isodioter zones.

High speed is a significant feature of this device. It is possible to obtain ten or a hundred of isodioter zones pictures videorecording in eye pupil plane by using of the modern high-speed video camera.

The wave aberration function recovery and eye refraction map in pupillary coordinates is formed by the results of mathematical treatment of isodioter zones pictures videorecording in eye pupil plane. The information about refraction aberrational component space distribution in the pupil plane is used by ophthalmologists for the correction the front surface of the cornea or intraocular lens surfaces to correct eye optical system aberration and to improve the visual acuity.

The working model of ophthalmological aberrational refractometer with spatial resolution was create consequently. The design documentation of the model, mathematical and software was developed. The developed model makes it possible to detect the lower-order aberrational modes and to determine ametropy (defocusing), primary astigmatism and primary coma parameters. This aberrational modes, essentially, has an effect on visual acuity, so the information about its values is the most useful for ophthalmologists.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

Аберометр з аналізатором ізодіоптрийних зон ока. Заявка на патент (корисну модель) №201006788 від 01.06.2010р.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Абераційний рефрактометр, що діє за методом виявлення і аналізу ізодіоптрийних зон зіниці ока, світових аналогів не має.

6. Економічна привабливість для просування на ринок (вартість реалізації проекту, терміни впровадження та окупності, показники).

Собівартість розробленого приладу в рази менша за собівартість існуючих на ринку офтальмологічних приладів з аналогічними функціями, що дозволяє при значно менших

фінансових витратах оснастити офтальмологічні кабінети рядових лікувальних закладів сучасною діагностичною рефрактометричною апаратурою.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, відомства, підприємства, організації).

МОЗ України, офтальмологічні клініки, центри мікрохірургії ока, офтальмологічні кабінети. Можливим є впровадження результатів роботи в ЦКБ «Арсенал», м.Київ, НВК «Фотоприлад», м. Черкаси. та НВК «Прогрес», м.Ніжин.

8. Стан готовності розробки (лабораторний або промисловий зразок, технічна документація, бізнес-план, готова до впровадження).

Створено діючий макет офтальмологічного абераційного рефрактометра з просторовою роздільною здатністю для виявлення аметропії, первинного астигматизму, сферичної аберації та первинної коми, розроблена конструкторська документація та математичне і програмне забезпечення до макета.

9. Існуючі результати впровадження.

З використанням матеріалів виконаної роботи видано навчальний посібник «Око людини та офтальмологічні прилади», призначений для студентів технічних ВУЗів. Матеріали роботи використовуються в учбовому процесі як окремі розділи навчальних дисциплін „Медичні оптичні та оптико-електронні прилади”, „Проектування оптичних систем”.

10. Назва підрозділу, телефон, e-mail.

Кафедра оптичних та оптико електронних приладів, НДІ ОЕС, тел.454-94-78, e-mail: thecrack@mail.ru

11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання: (монографії, підручники, посібники, наукові статті, дисертації, інші публікації).

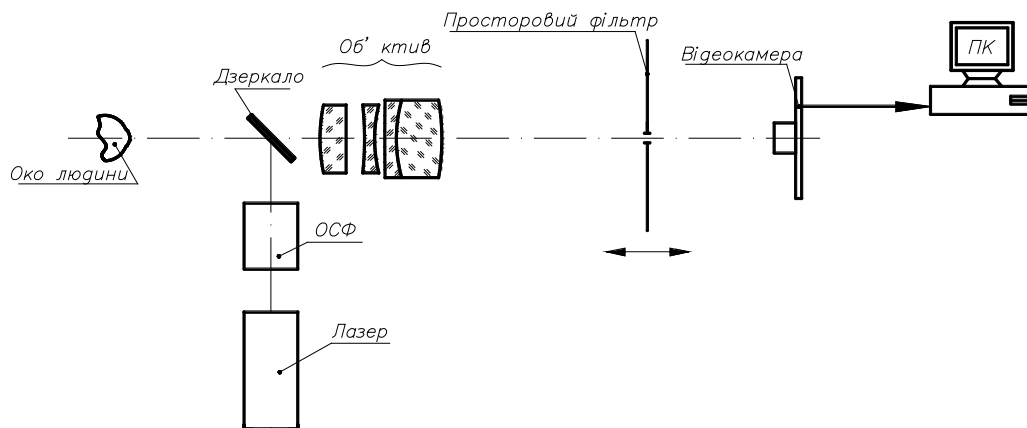
1. Сокурєнко В.М., Тимчик Г.С., Чиж І.Г. Око людини та офтальмологічні прилади. Навч.посібник // Київ НТУУ«КПІ» . – 2009. – 264 с.
2. V.M.Sokurenko, V.V.Molebny Damped least-squares approach for point-source corneal topography // Ophthalmic and Physiological Optics. – 2009. – Vol.29, No3.
3. V.V.Molebny, V.M.Sokurenko, S.V.Molebny, Y.S. Wakil, V.V. Popelnukh. New approach for ray tracing aberrometry and corneal topography // Электроника и связь. Тематический выпуск «Электроника и нанотехнологии», ч.1. – 2009. – с.232-237.
4. Шиша Т.О., Чиж І.Г. Моделювання аберацій оптичної системи ока. Частина 1. Огляд і порівняльний аналіз фізичних абераційних моделей ока. Технологічні похибки дволінзової абераційної фізичної моделі ока // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2009. – № 6. – С. 116 – 124.
5. Шиша Т.О., Чиж І.Г. Моделювання аберацій оптичної системи ока. Частина 2. Технологічні похибки дволінзової абераційної фізичної моделі ока // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2009. – № 5. – С. 104 – 112.
6. Чиж І.Г., Афончина Н.Б., Якименко Т.М. До обґрунтування діапазонів вимірювання аметропії та астигматизму ока офтальмологічними аберометрами // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2010. – № 1. – С. 151 – 157.

7. **Чиж І.Г., Афончина Н.Б., Якименко Т.М.** Статистичне дослідження аметропії та астигматизма ока людини // Вісник національного технічного університету України «КПІ», Приладобудування –2009.– № 38.– С. 149 – 155.
8. **Шиша Т.О., Чиж І.Г.** Експлуатаційні похибки абераційної моделі оптичної системи ока // Вісник національного технічного університету України «КПІ», Приладобудування, 2009, № 38, С. 143-149.
9. **Чиж І.Г., Афончина Н.Б., Якименко Т.М.** Метод відтворення функції хвильової аберації за картинами ізодіоптрійних зон на зіниці ока // Вісник національного технічного університету України «КПІ», Приладобудування –2010.– № 40.
10. **Шиша Т.О., Чиж І.Г.** Вплив асферичності оптичних поверхонь абераційної моделі ока на хвильову аберацію, що моделюється // Вісник національного технічного університету України «КПІ», Приладобудування –2010.– № 39. – С. 130 – 136.
11. **Шиша Т.А., Чиж І.Г.** Двухлинзовая аберрационная модель оптической системы глаза // Сборник научных трудов II Международной научной конференции «Электронная компонентная база, состояние и перспективы развития» Харьков-Казивели, 2009, стр.208-211.
12. **Чиж І.Г., Афончина Н.Б., Якименко Т.Н.** Анализ принципиальной возможности использования теневого метода Фуко в офтальмологической аберрометрии // Сборник трудов VIII Международной научно-практической конференции по высоким технологиям и фундаментальным исследованиям, Санкт-Петербург – Издательство Политехнического университета – 2009 – с.137-140.
13. **Шиша Т.А., Чиж І.Г.** О точности физического моделирования волновой аберрации глаза // Сборник трудов VIII Международной научно-практической конференции по высоким технологиям и фундаментальным исследованиям, Санкт-Петербург – Издательство Политехнического университета – 2009 – с.135-137.
14. **Чиж І.Г., Афончина Н.Б., Якименко Т.Н.** Анализ диапазонов аберрационной рефракции нормальных и патологических глаз для уточнения рабочего диапазона аберрометрии // Сборник трудов I Международной научно-практической конференции "Наука и общество на грани тысячелетий" – 2009. – С.29-32
15. **Чиж І.Г., Афончина Н.Б., Якименко Т.М.** Статистика абераційних вад оптичної системи ока людини // Сбірник тез доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів та аспірантів «Погляд у майбутнє приладобудування» – 2009. – Вып.1. – С.38
16. **Чиж І.Г., Афончина Н.Б., Якименко Т.М.** Визначення необхідного для клінічної практики діапазону вимірювань абераційних вад ока людини // Сбірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції "Приладобудування: стан і перспективи" – 2009. – С.175
17. **Шиша Т.А., Чиж І.Г.** // Про точність фізичного моделювання хвильової аберації ока людини // Сбірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції "Приладобудування: стан і перспективи" – 2009. – С.176
18. **Фролова Т.С., Сокурєнко В.М.** Рефрактометр з просторовим розділенням по зіниці // Матеріали Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції / В 2 т. – Тернопіль:Тернопільський державний технічний університет ім. І.Пулюя. – Т.1 – 2009. – с.249.
19. **Сокурєнко В.М., Сокурєнко О.М.** Програма автоматизованого проектування оптичних систем «Абер» // Сбірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції "Приладобудування: стан і перспективи" – 2009. – С.47-49
20. **Чиж І.Г., Афончина Н.Б., Якименко Т.М.** Метод відтворення функції хвильової аберації за картинами ізодіоптрійних зон на зіниці ока. IX Міжнародна науково-технічна конференція «Приладобудування 2010: стан і перспективи», Київ 2010, С. 184-185

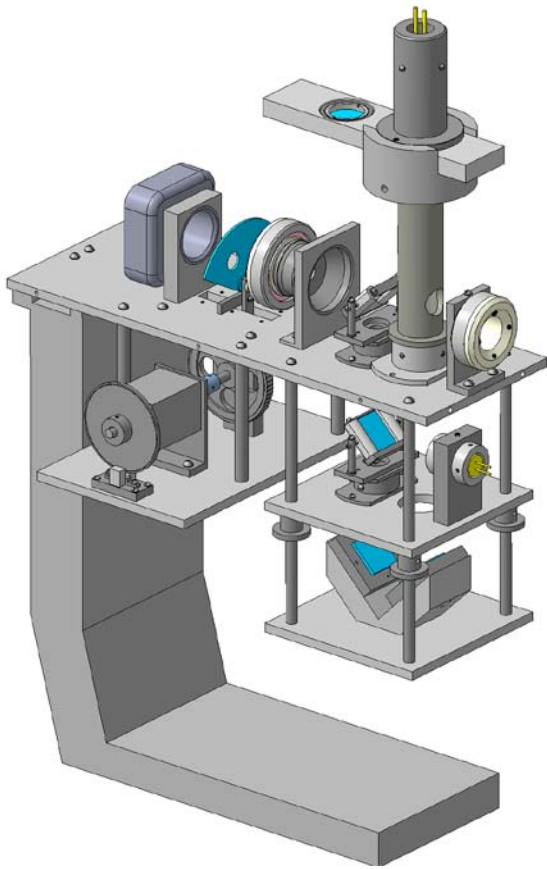
21. **Т.М. Якименко, Н.Б. Афончина.** Метод відновлення функції хвильової аберації і карти рефракції по контурам ізодіоптрійних зон. // Сбірник тез доповідей III науково-практична конференція студентів та аспірантів „Погляд у майбутнє приладобудування”, 27-29 квітня 2010 р. м.Київ, Україна, с. 95
22. **Семенюк В.В.** Измерение деформации волнового фронта с использованием точечного пространственного фильтра. // Сбірник тез доповідей III науково-практична конференція студентів та аспірантів „Погляд у майбутнє приладобудування”, 27-29 квітня 2010 р. м.Київ, Україна, с. 95.
23. **І.Н.Сhyzh, N.В. Afonchyna, Т.М.Yakimenko.** The algorithm of the wave aberration function recovery from images of pupil isodioter zones // 5th European Meeting on Visual and Physiological Optics (EMVPO) 22-24 August 2010, Royal Institute of Technology, KHT, AlbaNova, Stockholm, Sweden
24. **І.Н.Сhyzh, Т.О. Shysha.** Simulation of aberrations of an optical system of the human eye // 5th European Meeting on Visual and Physiological Optics (EMVPO) 22-24 August 2010, Royal Institute of Technology, KHT, AlbaNova, Stockholm, Sweden

Результати НДР використані при написанні 2 кандидатських дисертацій.

12. Фото / схема, слайди презентації розробки в електронному вигляді



Функціональна схема вимірювача абераційної рефракції ока з аналізатором ізодіоптрійних зон зіниці: ОСФ – оптична система формувача лазерного пучка



Макет вимірювача аберційної рефракції ока: ліворуч - 3D-модель конструкції макету, праворуч – загальний вигляд установки