

АНОТОВАНИЙ ЗВІТ

1. Назва роботи, номер державної реєстрації роботи та заключного звіту:

Д/б № 2940 "Розробка офтальмологічного аберометра з кератотопографією для діагностики вад зору та експериментальне дослідження макетного зразка".
НДР 0106U002189

2. Назва вищого навчального закладу, факультету, кафедри, НДЛ:

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
Приладобудівний факультет, кафедра оптичних та оптико-електронних приладів, НДЛ ОЕС

3. Категорія роботи: прикладна (код 2201040).

4. Пріоритетний напрям відповідно до Закону України "Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки":

4 Новітні біотехнології, діагностика і методи лікування найпоширеніших захворювань

5. Термін виконання

Початок : 1. 2006

Кінець: 12. 2008

Обсяг фактично отриманих коштів на виконання роботи: **281 тис.грн.**

6. Керівник роботи: ПБ, вчений ступінь, звання, посада.

ЧИЖ Ігор Генріхович, доктор технічних наук, професор кафедри оптичних та оптико-електронних приладів

7. Виконавці:

Штатних (всього)	4 чол.	Сумісників (всього)	2 чол.
кандидатів наук, доцентів	2 чол.	кандидатів наук, доцентів	2 чол.

8. Об'єкт розробки – аберометрія оптичної системи ока методом рейтресингу. Предмет розробки – офтальмологічний аберометр за типом однопроменевого сканування оптичних середовищ ока.

9. Суть розробки – вдосконалення апаратної частини аберометра та математичного забезпечення для обробки результатів аберометрії та обчислення параметрів аберацийних вад ока.

10. Основні науково-технічні результати роботи. Розроблено систему та конструкцію макетного зразка офтальмологічного аберометра-кератотопографера. Вдосконалено конструкцію офтальмологічного аберометра-кератотопографера. Вдосконалено метод відтворення параметрів геометричної форми поверхні рогівки. Автоматизовано процес керування аберометром. Розроблено абератор (фізичну модель аберацийної оптичної системи ока) для тестування офтальмологічних аберометрів.

11. Ефект від результатів роботи полягає в створенні передумов для виробництва офтальмологічного аберометра та впровадження його в офтальмологічних медичних закладах України, і, як наслідок, в покращенні точності та якості діагностування та лікування аберацийних недоліків зорового апарату, що збільшує працездатний вік людини.

12. Кількість нагород, премій, робіт. Одержано почесний диплом Президії київської Торгово-промислової палати за роботу «Багаторакурсний офтальмологічний аберометр». Рішення №6/7 від 15.05.2007р. Захищена 1 докторська дисертація. Повністю підготовлено до друку навчальний посібник «Око людини та офтальмологічні прилади». Студентами кафедри ООЕП ПБФ НТУУ «КПІ» виконано, 9 дипломних проектів спеціалістів та 3 магістерські роботи. Отримано 1 патент. Опубліковано 4 статті у фахових виданнях та 10 тез доповідей на міжнародних конференціях.

13. Студентів, аспірантів, докторантів, які виконували роботу з оплатою не менше ніж 8 місяців на рік, немає.

14. Мета та предмет роботи

В останній час значного розвитку і поширення в усьому світі здобули фоторефрактивні ексимер-лазерні технології корекції вад зору людини. Від інших технологій вони відрізняються тим, що здатні виправляти не тільки первинні аберації оптичної системи ока, такі як дефокусування (дальнозорість, короткозорість), астигматизм, але й більш складні аберації, які раніш ніякими методами не коригувалися.

В зв'язку з вищевикладеним, актуальною є задача здобуття більшого обсягу передопераційної та післяопераційної інформації про недосконалість оптичної системи ока та якість оптичних зображень на сітківці. Це обумовлено не лише потребами фоторефрактивної хірургії, але й зростанням інтересу в медицині до більш глибоких і досконалих знань щодо здійснення функцій зору. Нагальною також є потреба в більш об'єктивній оцінці дійсного стану зору людини при визначенні її працездатності та професійної придатності. В зв'язку з цим, метою даної роботи є доведення теоретичної розробки рейтресінгового методу аберометрії і рогівкової топографії ока до стану його впровадження в НДКР на підприємствах України, та сприяння підготовці серійного випуску офтальмологічних аберометрів підприємствами України, які виробляють медичну апаратуру.

15. Перелік основних завдань

- 1) Розробка системи та конструкції макетного зразка аберометру.
- 2) Розробка методики оцінки точності аберометрії оптичної системи ока за допомогою експериментального зразка аберометру.
- 3) Розробка абераційних еталонів оптичної системи ока.
- 4) Розробка комп'ютерних програм, що керують дією функціональних вузлів аберометру та проведенням фізичних вимірювань аберацій і форми рогівки, обчислюють по результатам фізичних вимірювань офтальмологічні характеристики та параметри аберацій оптичної системи ока і окремо рогівки.
- 5) Експериментальні дослідження точностних та інших функціональних параметрів рейтресінгового аберометру, перевірка коректності алгоритмів і математичного апарату відновлення головних офтальмологічних параметрів та характеристик аберацій оптичної системи ока.
- 6) Розробка технічної документації експериментального зразка аберометру.

16. Реалізація завдань роботи

- 1) Розроблені система та конструкція макетного зразка аберометру.
- 2) Створена методика оцінки точності здійснення аберометрії оптичної системи ока.
- 3) Розроблено абераційний еталон оптичної системи ока - абератор, який моделює реальний абераційний стан нормального ока людини та з абераційними вадами.
- 4) Розроблено комп'ютерну програму, яка:
 - здійснює керування роботою функціональних вузлів аберометру та вузлів кератотопографера;
 - створює базу даних результатів аберометрії та кератотопографії пацієнтів;
 - здійснює попередню обробку результатів вимірювань та обчислення параметрів абераційних вад та геометричних параметрів передньої поверхні рогівки;
 - формує протоколи результатів аберометрії та кератотопографії зі збереженням їх в базі даних пацієнтів.

- 5) Здійснено перевірку методики оцінки точності aberометрії ока на aberометрі Tracey VFA-Base з використанням розробленого aberатора.
- 6) Розроблено конструкторську документацію макетного зразка aberометра-кератотопографера.

17. Основні наукові результати

- 1) На основі наукового обґрунтування принципу дії та використанню сучасної елементної бази розроблено функціональну схему, оптичну схему та робочу конструкторську документацію макетного зразка офтальмологічного aberометра-кератотопографера, який забезпечує точність aberаційних вимірювань, та надає обсяг інформації про aberаційний стан оптичної системи ока, достатні для потреб сучасної офтальмологічної практики.
- 2) Доведено, що заміна акусто-оптичних дефлекторів на оптично-механічні з комп'ютерним керуванням використаних в них крокових двигунів, та використання у вимірювачі поперечних aberацій променя рейтресингу на сітківці швидкісної телевізійної телекамери замість системи фотодіодних лінійок, а також введення оптично-механічного дефлектора для забезпечення багаторакурсної aberометрії дозволяють створити рейтресинговий aberометр, який за своїми функціональними можливостями і параметрами не поступається існуючим прототипам, але має істотно меншу собівартість, що створює економічні передумови для широкого використання приладу в офтальмологічних відділеннях лікувальних закладів України.
- 3) Вдосконалено принцип дії та створено високопродуктивний і високоточний алгоритм відтворення параметрів геометричної форми поверхні рогівки, що за своїми параметрами і функціональними можливостями істотно перевищують існуючі на цей час аналогічні вимірювачі.
- 4) Розроблено комп'ютерну програму, яка реалізує можливість керування дією функціональних вузлів aberометру, а також проведення фізичних вимірювань aberацій і форми рогівки та обчислення по результатах фізичних вимірювань офтальмологічних характеристик та параметрів aberацій оптичної системи ока і окремо рогівки. Представлено результати тестування розробленої програми.
- 5) Обґрунтовано принцип дії та розроблено конструкцію експериментального зразка aberатора для тестування офтальмологічних aberометрів, який у порівнянні з прототипами та аналогами більш точно моделює оптичну систему ока людини, що дозволяє істотно розширити склад та збільшити діапазон амплітуд відтворених aberацій та сприяє покращенню якості тестування інструментальних похибок вказаних aberометрів.
- 6) Виготовлено та апробовано експериментальний зразок aberатора для тестування точності aberометрів, експериментально підтверджено ефективність застосування aberатора при контролі точності aberометрії.
- 7) Розроблено макетний зразок aberометра, який за своїми функціональними можливостями та параметрами відповідає світовому рівню, а за технічною реалізацією не має аналогів.

18. Практична цінність

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що за рахунок оптимізації структури aberометра-кератотопографера та використанню сучасної елементної бази досягнуто істотне зменшення собівартості приладу при збереженні функціональних можливостей прототипів.

Використання розробленої методики тестування точності aberометрії сприяє істотному підвищенню точності aberометрії ока та достовірності отриманих за результатами aberометрії параметрів aberаційних вад ока.

Підприємством, яке впроваджує результати роботи, є НВК «Фотоприлад», м. Черкаси. Можливим є впровадження результатів роботи в ЦКБ «Арсенал», м.Київ, та НВК «Прогрес», м.Ніжин.

19. Цінність результатів для навчально-наукової роботи

Цінність результатів для навчально-наукової роботи.

За результатами виконаної роботи підготовлено до друку навчальний посібник «Око людини та офтальмологічні прилади», призначений для студентів технічних ВУЗів. Матеріали роботи використовуються в учбовому процесі кафедри оптичних та оптико-електронних приладів і кафедри виробництва приладів як окремі розділи навчальних дисциплін „Медичні оптичні та оптико-електронні прилади”, „Проектування оптичних систем”.

За темою ПДР захищена докторська дисертація «Аберометрія ока людини методом рейтресінга»

Перелік дипломних робіт студентів кафедри ООЕП, які захищені на базі даної роботи.

1. Зелікова Н.С. Інфрачервоний сканер. Дипломна робота спеціаліста, 2006 р., керівник д.т.н., проф.Чиж І.Г.
2. Куциба О.С. Установа для вимірювання спектральних коефіцієнтів відбиття. Дипломна робота спеціаліста, 2006 р., керівник к.т.н., доц.Сокуренко В.М.
3. Власюк Д.А. Багатоканальний сканер. Дипломна робота спеціаліста, 2006 р., керівник д.т.н., проф.Чиж І.Г.
4. Бараненко І.В. Кератометрія ока. Магістерська дисертація, 2006 р., керівник к.т.н., доц.Сокуренко В.М.
5. Кондратенко Р.В. Рефрактометр. Дипломна робота спеціаліста, 2007 р., керівник к.т.н., доц.Сокуренко В.М.
6. Кравцова Г.В. Фотоелектричний колориметр. Дипломна робота спеціаліста, 2007 р., керівник д.т.н., проф.Чиж І.Г.
7. Короленко В.Г. Експериментальна установка для визначення розташування візуальної вісі ока в площині зіниці. Дипломна робота спеціаліста, 2007 р., керівник д.т.н., проф.Чиж І.Г.
8. Німенко О.С. Стенд для лазерних досліджень. Дипломна робота спеціаліста, 2007 р., керівник д.т.н., проф.Чиж І.Г.
9. Вовк І.В. Об'єктив інфрачервоний. Магістерська дисертація, 2007 р., керівник д.т.н., проф.Чиж І.Г.
10. Куценко О.В. Оптико-механічний блок системи слідкування. Дипломна робота спеціаліста, 2008 р., керівник к.т.н., доц.Сокуренко В.М.
11. Орлова Н.Ю. Імітатор абераційної оптичної системи ока. Дипломна робота спеціаліста, 2008 р., керівник д.т.н., проф.Чиж І.Г.
12. Неділюк Д.С. Методи точкової топографії рогівки ока. Магістерська дисертація, 2008 р., керівник к.т.н., доц.Сокуренко В.М.

20. Перелік розробленої документації та зразків

1. Конструкторська документація до виготовлення макетного зразка аберометра-кератотопографера.

2. Чиж І.Г., Шиша Т.О. Абератор оптичної системи ока для тестування офтальмологічних аберометрів // Рішення від 03.09.2007р про видачу деклараційного патента на корисну модель за заявкою u200708629

21. **Перелік основних наукових публікацій, доповідей на конференціях, семінарах**

1. **Чиж І.Г., Сокурєнко В.М., Фролова Т.С.** Офтальмологічний рефрактометр з просторовим розділенням // Збірник тез доповідей 1 студентської конференції «Приладобудування: Стан та перспективи», Київ, НТУУ «КПІ», 23 квітня - 2008., с. 68
2. **Сокурєнко В.М., Неділюк Д.С.** Відновлення складних рогівкових поверхонь в точковому топографі // Вісник НТУУ «КПІ» Серія Приладобудування, - 2008, вип..36, с.35-41
3. **Сокурєнко В.М., Неділюк Д.С.** Точність відновлення форми рогівки в рогівковому топографі // Збірник тез доповідей 1 студентської конференції «Приладобудування: Стан та перспективи», Київ, НТУУ «КПІ», 23 квітня - 2008., с. 80
4. **Чиж І.Г., Афончина Н.Б.** Вимірювання аберацийної рефракції ока методом Фуко // Збірник тез доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції «Приладобудування 2008: Стан та перспективи», Київ, НТУУ «КПІ», 22-23 квітня – Київ. - 2008., с. 196.
5. **Шиша Т.О., Чиж І.Г.** Вплив технологічних похибок на точність відтворення аберацийних мод двоохлінзовою моделлю ока // Збірник тез доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції «Приладобудування 2008: Стан та перспективи», Київ, НТУУ «КПІ», 22-23 квітня – Київ. - 2008., с. 196.
6. **Чиж І. Г., Сокурєнко В. М., Афончина Н. Б.** Дослідження макетного зразка багаторакурсного рейтресінгового аберометра // Збірник тез доповідей п'ятої науково-технічної конференції „Приладобудування 2006: стан і перспективи” – с. 225
7. **Чиж І. Г., Сокурєнко В. М., Бараненко І. В.** Удосконалення методу послідовної рогівкової топографії для роботи з поверхнями рогівки, представленими коефіцієнтами Церніке // Збірник тез доповідей п'ятої науково-технічної конференції „Приладобудування 2006: стан і перспективи” – с. 226
8. **Чиж І.Г., Сокурєнко В.М., Бараненко І.В.** Експериментальне дослідження методу послідовної рогівкової топографії // Вісник НТУУ”КПІ”. Серія „Приладобудування”. – 2006. – Вип.31. – С.138.
9. **Чиж І. Г., Сокурєнко В. М.** Безконтактне вимірювання несферичної форми передньої поверхні рогівки ока // Збірник тез доповідей шостої науково-технічної конференції „Приладобудування 2007: стан і перспективи” – с. 83
10. **Чиж І. Г., Афончина Н.Б., Шиша Т.О.** Модель оптичної системи ока для тестування і сертифікації офтальмологічних аберометрів // Збірник тез доповідей шостої науково-технічної конференції „Приладобудування 2007: стан і перспективи” – с. 216
11. **Чиж І. Г., Афончина Н.Б., Шиша Т.О.** Модель оптичної системи ока для тестування і сертифікації офтальмологічних аберометрів // Вісник НТУУ”КПІ”. Серія „Приладобудування”. – 2007. – Вип.33. – С.153-158.
12. **Чиж І.Г., Шиша Т.О.** О точности воспроизведения коэффициентов церниковского разложения волновой аберации при аберометрии глаза // Сборник тезисов V Международной конференции молодых ученых и специалистов „Оптика 2007”, Санкт-Петербург
13. **Чиж І.Г., Шиша Т.О.** Вплив конструктивних параметрів абератора на точність відтворення функції хвильової аберації // Вісник НТУУ”КПІ”. Серія „Приладобудування”. – 2007. – Вип.34.

14. **Чиж И.Г., Шиша Т.О. Моделирование волновых aberrаций глаза на основе данных клинических исследований** // 3-й Международный радиоэлектронный форум «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития» Том 4, Харьков. – 2008. – Вип.34.

22. Основні висновки

- 1) Створено та науково обґрунтовано принцип дії та систему офтальмологічного aberометра з інтегрованими функціями кератотопографера, який за своїми функціональними параметрами відповідає потребам сучасної офтальмологічної практики і фоторефрактивної хірургічної корекції aberаційних вад ока людини.
- 2) Сучасного рівня розробленого aberометра-кератотопографера досягнуто завдяки структурній та параметричній оптимізації системи приладу та використанню найсучасніших досягнень в елементній базі, а також завдяки модернізації математичного забезпечення і комп'ютерного керування роботою структурних елементів приладу.
- 3) Використання в процесі виробництва і експлуатації aberометрів-кератотопограферів aberатора для тестування інструментальних та методичних похибок вимірювання параметрів хвильової aberації і параметрів геометричної форми передньої поверхні рогівки сприяє істотному підвищенню точності визначення параметрів aberаційних вад оптичної системи ока людини.
- 4) Головним напрямком подальшого розвитку офтальмологічної aberометрії-кератотопографії слід вважати подальше вдосконалення системи приладу і підвищення ступеню автоматизації процедур попереднього позиціонування приладу відносно ока, обробки результатів вимірювання і визначення офтальмологічних параметрів aberаційних вад ока людини.

23. Рішення Вченої ради університету від "___" січня 2009року. (протокол № _____) про закінчення роботи.

Пропонується впровадження результатів виконаної роботи на підприємствах України, які виробляють офтальмологічне обладнання та вимірювальну апаратуру – НПК «Фотоприлад», м. Черкаси, ЦКБ Арсенал та завод Арсенал, м.Київ, НВК «Прогрес», м.Ніжин, і в медичних закладах, де здійснюється фоторефрактивна корекція aberаційних вад зору людини.

Керівник роботи

д.т.н., проф. Чиж І.Г.

_____ (підпис)

Проректор з наукової роботи

член-кор. НАН Ільченко М.Ю.

_____ (підпис)

