

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРООКУЛОГРАМИ

Мета роботи: Ознайомитися з електричними змінами у м'язах, які керують рухом очного яблука; виміряти електричну активність в шести з'єднаннях м'язів; провести спостереження поведінки різних м'язів ока при русі очного яблука в горизонтальному або вертикальному напрямках.

Обладнання та матеріали: головний модуль KL72001, модуль електроокулограми ЕОГ KL75003, п'яти-провідниковий електродний кабель KL-79101, натільні електроди, спиртові тампони, вивідні електроди, DB9 кабель, BNC кабелі, RS-232 кабель, з'єднувальні дроти, 10-мм перемички.

3.1. Теоретичні відомості

3.1.1. Основні принципи електроокулографії

Електроокулографія (ЕОГ) – метод реєстрації руху очей, потенціалу сітківки та очних м'язів. За електроміограмою оцінюють швидкісну і лінійну характеристики макросакад та плавного рух очей.

Макросакади відображають стрибкоподібне переміщення зору з однієї точки на іншу (рис.3.1). Їх амплітуда коливається в межах від 40 до 60 кутових хвилин.

Плавний рух очей – це переміщення очей при відслідковуванні об'єкту в полі зору. Амплітуда даного руху обмежується межами поля зору ока ($\pm 60^\circ$ по горизонталі та $\pm 40^\circ$ по вертикалі). Плавний рух очей

починається самовільно через 150-200 мс після початку переміщення об'єкту та триває протягом 300 мс після його зупинки.

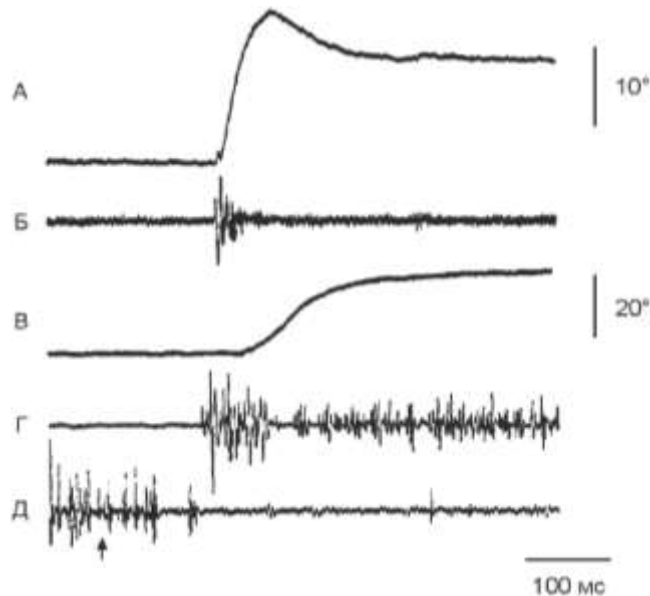


Рис. 3.1 Координований рух очей і голови в сторону об'єкту, що з'явився в боковому полі зору: електроміографічна активність, що зареєстрована з лівого латерального прямого м'язу голови (Б), з правого (Г) і з лівого (Д) ременних м'язів голови при горизонтальному повороті очей (А) і голови (В); калібрівка часу – 100 мс; калібрівка руху очей – 10°; калібрівка руху голови – 20°

В основі методу електроокулографії лежить **дипольна властивість очного яблука**: рогівка має позитивний заряд, а сітківка – негативний. Таким чином, очі є джерелами потенційного електричного поля, яке можна вловити навіть в абсолютній темряві або при закритих повіках. Електрична і оптична осі очного яблука практично збігаються, тому електроокулограма може служити показником напрямку погляду.

Рух очей реєструється за допомогою електродів, які встановлюються хрестоподібно навколо очної впадини. Електроди, що розташовані зі сторони виска та носа – реєструють горизонтальну складову; електроди, розташовані над і під очною впадиною – вертикальну складову руху.

Лінія на електроокулограмі (рис.3.2) при нерухомому положенні ока приймається за нульову. Коли око рухається від центру до периферії, сітківка наближається до одного електрода, а рогівка – до іншого, що означає зміну орієнтації диполя. Цей феномен спостерігається при стрибкоподібних рухах ока (сакадах або мікросакадах), при повільному зміщенні погляду у процесі візуального спостереження, а також під час моргання. Наявність стрибку потенціалу при морганні пояснюється тим, що при опусканні повіки очне яблуко інстинктивно обертається в напрямку, протилежному руху повіки, щоб найбільш ефективно зволожувати і очищати очну склеру. Знак стрибка визначається напрямом руху очей і місцем розташування електроду, а амплітуда – кутом повороту.

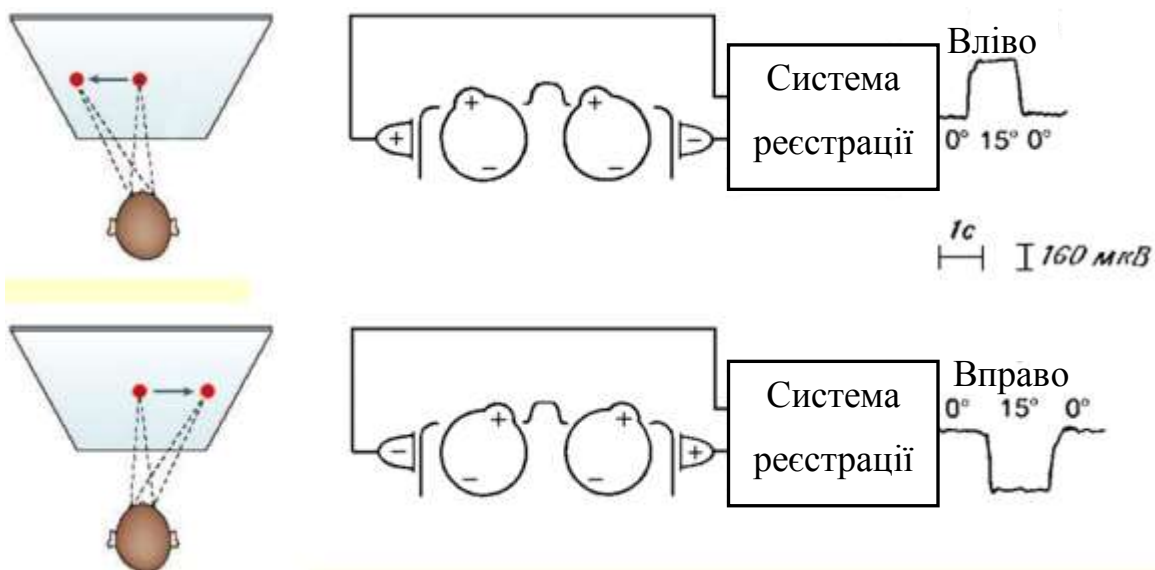


Рис. 3.2 Орієнтація диполя в залежності від повороту очей

Кожній людині притаманний власний шаблон проходження сакад, який визначається трьома параметрами: інтервалом між сакадами, їх амплітудою і орієнтацією.

3.1.2. Фізіологічні принципи рухового апарату ока

Рух очей керується трьома окремими парами м'язів, що містять медіальні та латеральні прямі м'язи, косі верхні й нижні, а також прямі верхні й нижні (рис.3.3).

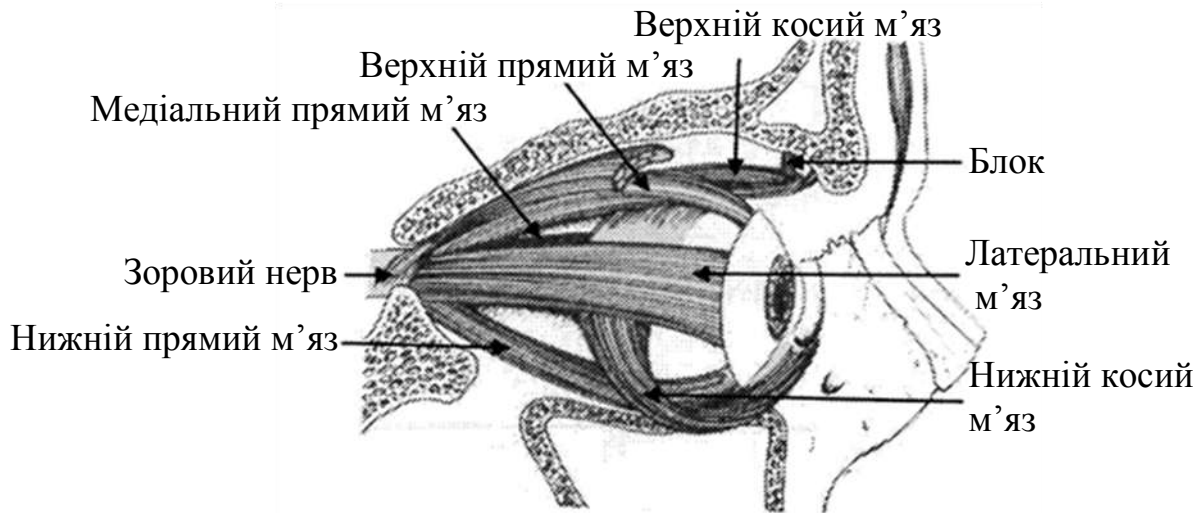


Рис. 3.3 Три пари м'язів очного яблука та їх положення

Медіальні й латеральні прямі м'язи скорочуються взаємопов'язано, що дає можливість очним яблукам рухатися з боку в бік, верхні й нижні прямі – вгору і вниз. Косі м'язи використовуються в основному для обертання очних яблук, дозволяючи утримувати поле зору у вертикальному положенні. Розподіл м'язів, що керують обома очима, симетричний. На рис.3.4 показано чотирьох-направлений рух очей і відповідні очні м'язи. Три пари очних м'язів керуються третім, четвертим і шостим черепними нервами. Кожен з трьох наборів м'язів до кожного з очей збуджується взаємопов'язано за допомогою медіальних поздовжніх нервових пучків або іншими тісно пов'язаними шляхами так, що один м'яз з пари розслаблений під час скорочення іншого.

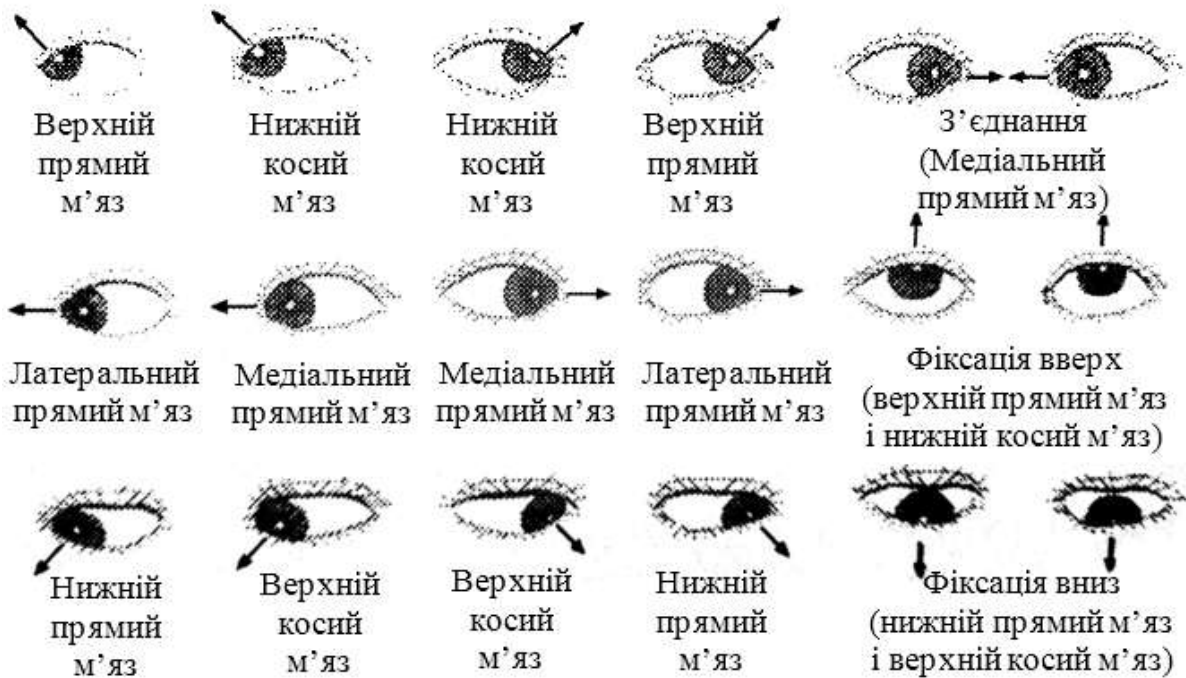


Рис. 3.4 Чотирьох-направлений рух очей і відповідні очні м'язи

Найважливіші рухи очей – це ті, які змушують очі «фіксуватися» на окремій частині поля зору. Механізм фіксації головним чином керується вторинними зоровими областями потиличної кори. Зорова фіксація може утримувати ціль на центральній області сітківки. При переміщенні об'єкта з центру западини до її межі, рефлекторний відгук через механізм негативного зворотного зв'язку регулює три пари очних м'язів, щоб перемістити зображення об'єкта назад в центр западини. Так, якщо зображення рухається вгору, то очні яблука будуть рухатися вниз; якщо зображення рухається наліво, то очні яблука будуть рухатися направо. Далі процес повторюється. Таким чином для отримання найбільш ясного зображення, зафіксований об'єкт завжди буде утримуватися в центрі западини рухами очей.

3.2. Блок-схема вимірювального контуру блоку ЕОГ

Рухи ока в основному керуються трьома парами очних м'язів. Стимуляція черепними нервами призводить до зміни потенціалу очних м'язів. Як показано на рис.3.4, при русі очних яблук в різних напрямках відповідні очні м'язи стимулюються. Тому в ході експерименту можна одночасно спостерігати вертикальну і горизонтальну складові руху ока.

На рис.3.5 показана блок-схема вимірювального контуру ЕОГ. Для одночасного вимірювання горизонтальної та вертикальної складових руху очей передбачено два набори схем. При русі очей вправо або вліво (вгору або вниз) відповідні складові мускульної сили будуть змінюватися. Вимірювальний підсилювач з коефіцієнтом підсилення 5 додається до попереднього підсилювача для отримання уніполярної складової сигналу ЕОГ.

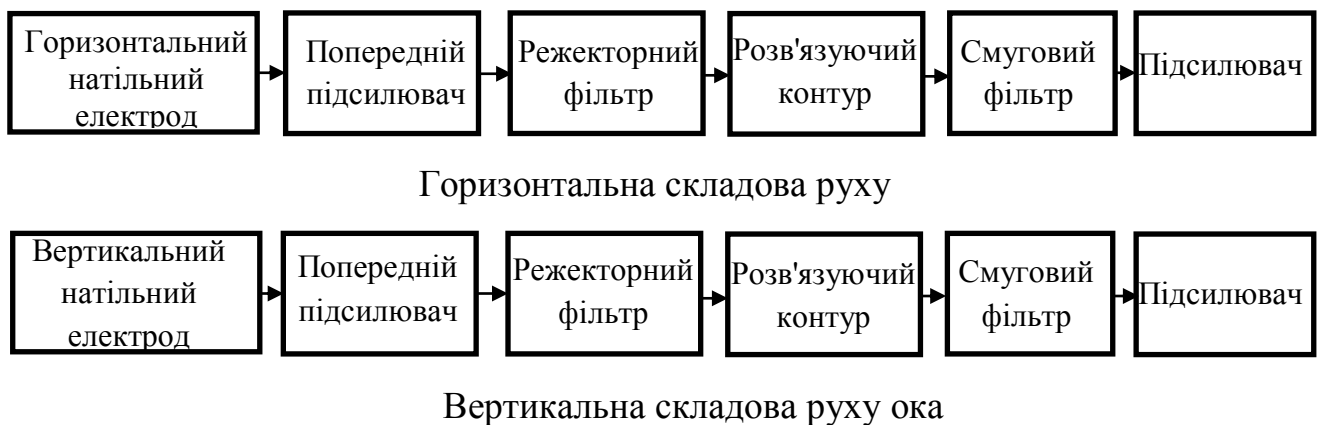


Рис. 3.5 Блок-схема вимірювального контуру ЕОГ

Розв'язуючий контур призначений для ізоляції сигналу і джерела живлення і може бути реалізований з використанням трансформатора напруги. Полоса пропускання смугового фільтру дорівнює 0.05 - 30 Гц, а підсилювач з коефіцієнтом підсилення 50 може посилити слабкий сигнал, що проходить через фільтр.

3.3. Порядок виконання роботи

1. Встановіть експериментальний модуль ЕОГ KL-75003 на головний модуль KL-72001 відповідно до п.п.1.2, лабораторної роботи 1.
2. На модулі ЕОГ KL-75003 встановіть перемички в положення 1 або 2 (відповідно до частоти місцевої лінії), 3, 4, 5, 7, 8 або 9 (відповідно до частоти місцевої лінії), 10, 11, 12, 14.

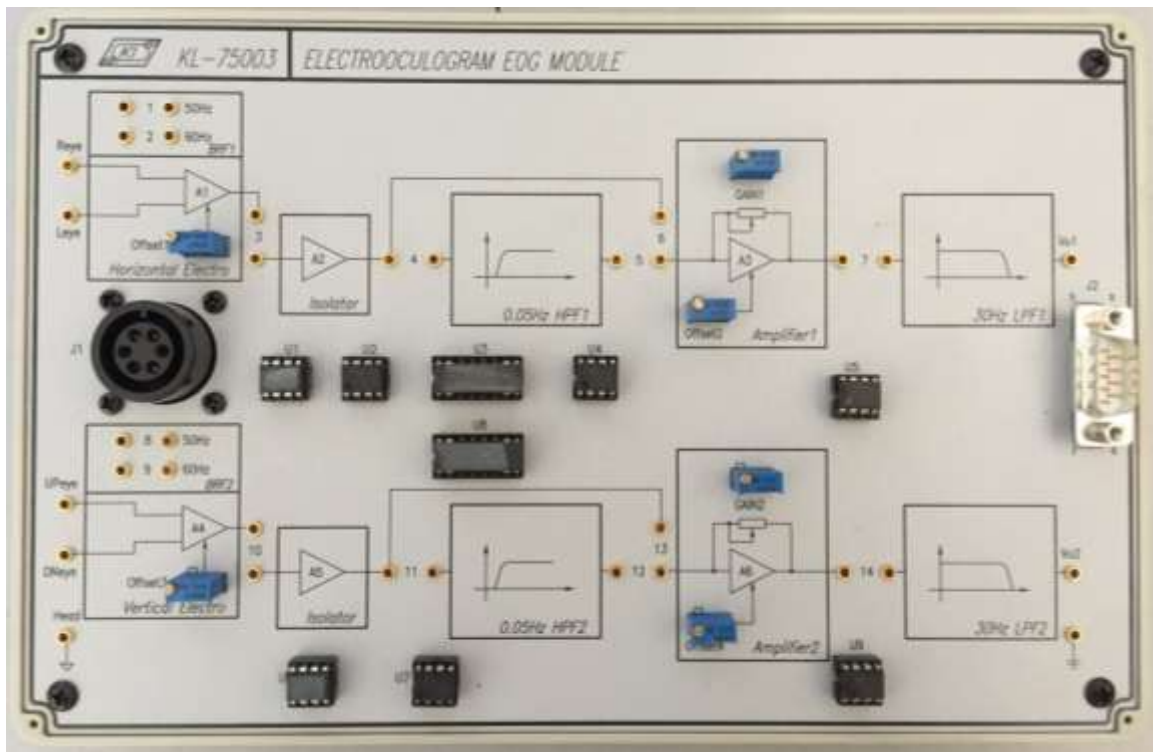


Рис. 3.6 Загальний вигляд модуля ЕОГ KL-75003

4. Підключіть електроди до вивідного кінця п'яти-провідникового електродного кабелю KL-79101, як показано на рис.3.7.
5. Протріть шкіру спиртовим тампоном в місцях розташування електродів (рис.3.7) та прикладіть чотири електроди зверху, знизу, праворуч і ліворуч від ока, а опорний електрод – над надлобною частиною.

6. Натисніть кнопку Acquire. Система почне реєструвати дані, вимірювані через порт RS-232 і відображати форму сигналу у Вікні форми сигналу електроокулограми (ЕОГ) KL-75003.
7. Налаштуйте регулятори VOLT/DIV і TIME/DIV для точного зчитування сигналу.
8. Пацієнт повинен кліпнути очима 5 разів з інтервалом в одну секунду. Записати форму сигналу тесту моргання.
9. Розмістити предмет (наприклад олівець) перед студентом на відстані 60 см від нього. Пацієнт повинен сконцентрувати погляд на предметі.

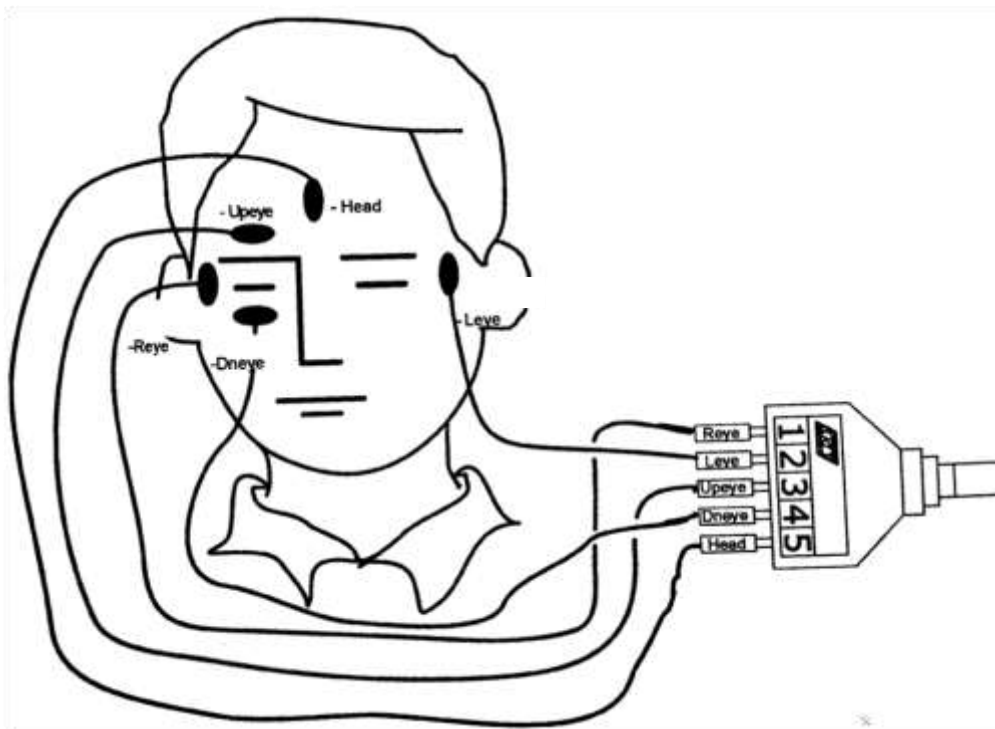


Рис. 3.7 Схема розташування електродів

10. Повільно перемісти предмет вліво від ока, а потім назад у вихідне положення. Записати форму сигналу ЕОГ.
11. Повільно перемісти предмет вправо від ока, а потім назад у вихідне положення. Записати форму сигналу ЕОГ.

12. Повільно перемісти предмет вгору від ока, а потім назад у вихідне положення. Записати форму сигналу ЕОГ.
13. Повільно перемісти предмет вниз від ока, а потім назад у вихідне положення. Записати форму сигналу ЕОГ.
14. Вийдіть з «Системи Біомедичних Вимірювань KL-720».
15. Вимкніть живлення і відключіть систему.

3.4. Вимоги до оформлення звіту

- 3.4.1. Побудуйте графіки в програмному пакеті «Microsoft Excel» за отриманими результатами (8, 10 – 13).
- 3.4.2. Зробіть оцінку графіків.
- 3.4.3. Зробіть висновки по роботі.

3.5. Контрольні запитання

1. Скільки пар м'язів очного яблука? Опишіть їх положення.
2. Опишіть рух очей та відповідні очні м'язи.
3. Що таке електроокулографія?
4. Опишіть методику проведення електроокулографії.
5. Намалуйте схему розташування електродів.
6. Як залежить орієнтація диполя від повороту очей?
7. Опишіть блок-схему вимірювального контуру ЕОГ.
8. Опишіть порядок виконання роботи.