

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЦИФАЛОГРАМИ

Мета: Ознайомитися з електричною активністю мозку людини; провести вимірювання електроенцефалограми у спокої та при активації мозку; визначити сигнали шуму.

Обладнання: головний модуль KL-72001, модуль електроенцефалограми ЕЕГ KL-75004, п'яти-провідниковий електродний кабель KL-79101, електроди, спиртові тампони, провідний гель, еластична головна пов'язка, медична стрічка, DB9 кабель, BNC кабелі, RS-232 кабель, з'єднуючі дроти, 10-мм перемикачі.

4.1. Теоретичні відомості

4.1.1. Основні принципи електроенцефалографії

Найбільш інформативним методом вивчення мозку людини з позицій його цілісної системної діяльності є метод електроенцефалографії. У першу чергу даний метод допомагає відрізнити епілептичні напади від неепілептичних і класифікувати їх. За допомогою електроенцефалографії можна виявити ділянки мозку, що беруть участь в провокуванні нападів, стежити за динамікою дії лікарських препаратів, а також ідентифікувати ступінь порушення роботи мозку в періоди між нападами епілепсії. За сучасними стандартами електроенцефалографічні дослідження можуть бути рекомендовані як скринінгові дослідження при підозрі на новоутворення.

У корі головного мозку людини існують нейрони, які активуються

синхронно, що призводить до ритмічного характеру їх поведінки. Зміну потенціалу, що відбувається в корі головного мозку, можна виміряти парними електродами, розташованими на черепі. Ці зміни потенціалу, що виникають через електричний ритм і короточасну розрядку, називають електроенцефалограмою (ЕЕГ). Сигнали ЕЕГ можна класифікувати з позицій вимірювань, частотних діапазонів, амплітуд, форм сигналу, періодів, а також дій, індукованих сигналом. При зовнішній стимуляції сигнали ЕЕГ в основному синхронні. Відокремлення періодів сну спричиняє різні характеристики сигналів ЕЕГ.

При записі сигналу ЕЕГ існує кілька технічних проблем, пов'язаних, в основному, з малою амплітудою сигналу. При проходженні сигналу ЕЕГ через тверду оболонку мозку, цереброспінальну рідину та череп до скальпу, його повна амплітуда становить всього близько 1 – 100 В, а частотний діапазон 0.5 – 100 Гц. Крім того, на запис також впливають матеріал електроду і стиснення контактів.

Активність, що представляє собою хвилі приблизно однієї постійної частоти, називається **ритмом**. Найбільш виражений в ЕЕГ ритм називають **домінуючим**. Якщо амплітуда хвиль ритмічної активності поступово наростає, а потім спадає, то ритмічна активність називають веретеноподібною.

Зменшення амплітуд коливань потенціалів без зміни їх частотної характеристики називають **депресією ритму**. Процес, що виражається у формуванні регулярної, упорядкованої ритмічної активності і наростаючої амплітуди коливань, називають **синхронізацією ритму**.

Порушення ритмічності протікання хвильових процесів ЕЕГ з заміщенням впорядкованої синхронної хвильової активності коливаннями, які є менш регулярними, різної частоти і меншої амплітуди, називають **десинхронізацією**.

Виділяють кілька ритмів ЕЕГ: δ -ритм, θ -ритм, α -ритм, μ -ритм, β -ритм і γ -ритм. Опис основних ритмів приведено в таблиці 4.1, а їх графічне зображення – на рис.4.1.

Таблиця 4.1 Основні ритми ЕЕГ

Назва / позначення	Частотний діапазон, Гц	Короткий опис
Бета / β	13 – 22	Амплітуда до 15 – 20 мкВ. Досить виражений у лобовій та скроневій ділянках. Як синхронізація, так і десинхронізація бета-активності пов'язані з різними типами емоцій і когнітивних процесів. Синхронізацію бета-ритму в лобових областях пов'язують з процесами уваги.
Альфа / α	8 – 13	Середня амплітуда складає 60–80 мкВ. Найкраще проявляється в стані спокійного неспання при закритих очах переважно в тім'яно-потиличних ділянках мозку. Відкривання очей або розумова активність супроводжуються депресією альфа-ритму, що свідчить про загальну активацію кори. Важливою особливістю альфа-активності є її функціональна асиметрія при різних когнітивних і емоційних навантаженнях.
Тета / θ	4 – 8	Амплітуда хвиль в нормі не перевищує 40 мкВ, однак може збільшуватися і до 100 мкВ. Збільшення індексу тета-ритму може свідчити як про патологію, так і відобразити певні функціональні стани, пов'язані або зі зниженням рівня активності мозку, або, навпаки, з концентрацією уваги, когнітивною та емоційною активацією.
Дельта / δ	0.5 – 4	Є основним ритмом повільного сну, коли його амплітуда досягає 300 мкВ і більше. Може спостерігатись у дорослої людини в стані неспання в дуже невеликій кількості – амплітуда не перевищує 40 мкВ (зазвичай близько 20 мкВ).

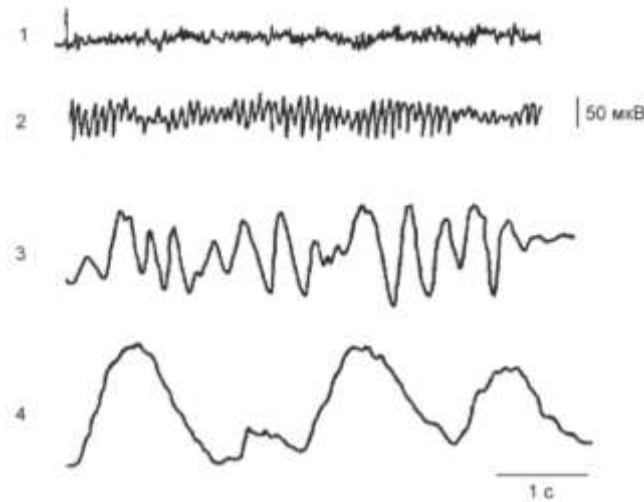


Рис. 4.1 Основні ритми електроенцефалограми:
1 – β -ритм; 2 – α -ритм; 3 – θ -ритм; 4 – δ -ритм

Під час запису сигнал ЕЕГ може знаходитись під впливом зовнішніх перешкод, які називають артефактами. За своєю природою артефакти бувають фізіологічні та технічні.

До фізіологічних відносяться наступні артефакти (рис.4.2): накладення кардіограми, рух очей, скорочення м'язів, рухи голови, ковтальні рухи і т.д.

До технічних артефактів відносять мережне наведення частотою 50 Гц, що виникає внаслідок наявності електромагнітних полів, що генеруються електричною мережею в приміщенні, а також артефакти, пов'язані з хитанням дротів і погано закріплених електродів. Всі технічні артефакти зазвичай легко переборні.

Для отримання безартефактного запису ЕЕГ необхідно, щоб пацієнт під час експерименту перебував у розслабленому положенні, сидячи в спеціалізованому зручному кріслі. Повинна бути мінімізована кількість зовнішніх світлових і звукових подразників. Дуже важливим фактором є правильне накладання електродів і дотримання невеликого опору «електрод-шкіра» (не більше 5 кОм).



Рис. 4.2 Зображення найбільш поширених фізіологічних артефактів:
 1 – накладення кардіограми; 2 – рух очей; 3 – скорочення м'язів;
 4 – рухи голови; 5 – ковтальні рухи

Артефакти, які виявили в електроенцефалограмі, видаляють за допомогою спеціальних опцій програмного забезпечення при подальшій обробці отриманого запису.

4.1.2. Методика накладання електродів

ЕЕГ реєструють за допомогою накладених на поверхню шкіри голови електродів, що мають низький перехідний опір (не більше 3-5 кОм), малу ступінь поляризації і високу стійкість до корозії. Найбільш часто використовують хлор-срібні електроди. Для закріплення електродів застосовують спеціальний шолом-сітку або використовують готові набори електродів, вмонтованих в шоломи.

Існують три режими запису сигналів ЕЕГ: монополярний (уніполярний), середній і біполярний (рис.4.3). При біполярному відведенні різницю потенціалів вимірюють між двома електрично-активними ділянками головного мозку (обидва електроди знаходяться на шкірі голови). При монополярному відведенні реєструють різницю

потенціалів між електрично-активною і електрично-нейтральною (мочка вуха) точками.

Відведення електродів можна накладати на різні ділянки поверхні голови з урахуванням проєкції на них областей головного мозку. Доступні для розташування електродів місця знаходяться на лобовій (F), тім'яній (P), скроневій (T), центральній (C) та потиличній (O) ділянках головного мозку.

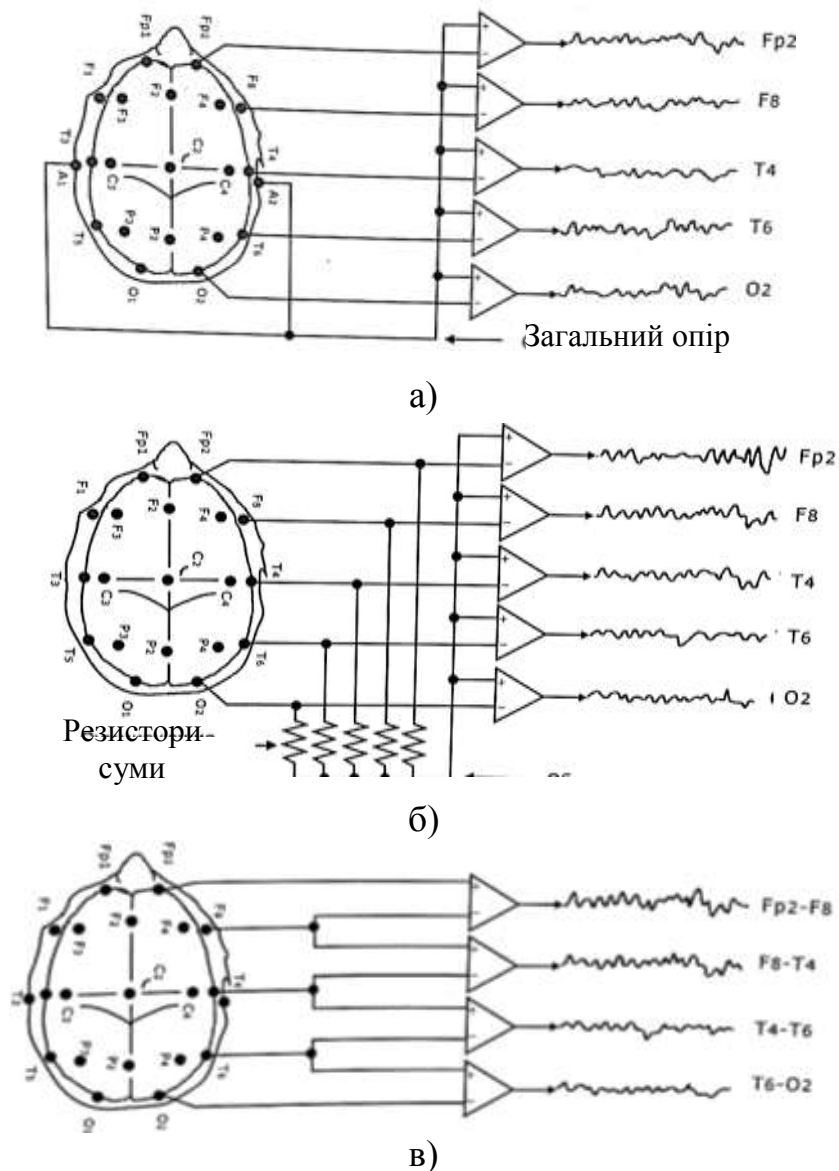


Рис. 4.3 Режими запису ЕЕГ: монопольний (а); середній (б); біполярний (в)

Однак існує єдина міжнародна система розташування електродів «10-20%» (рис.4.4).

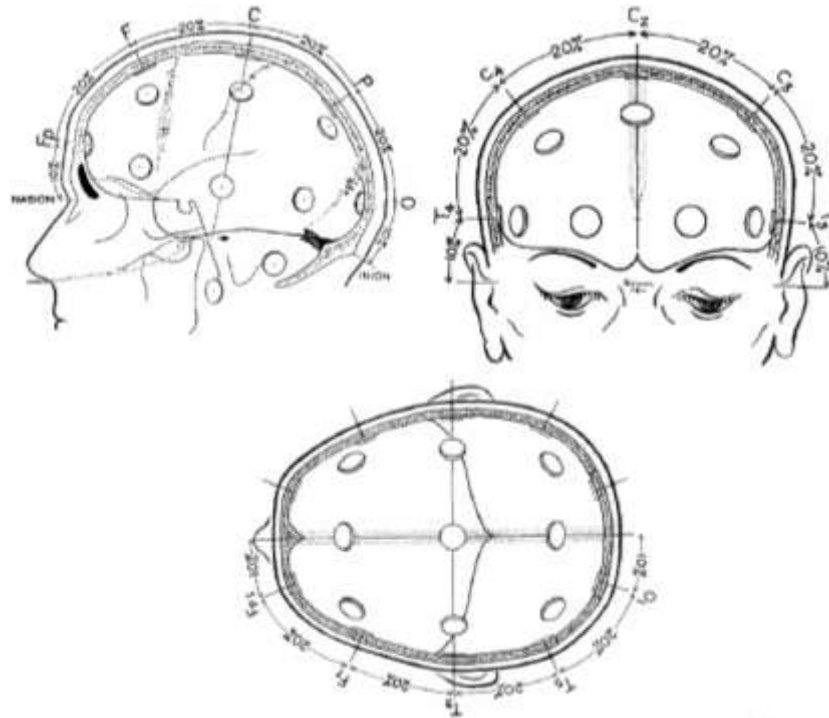


Рис. 4.4 Схема розташування електродів відповідно до системи «10-20%»

Відповідно до цієї системи знаходять три розміри черепа: а) поздовжній – відстань вздовж черепа між точкою переходу лобової кістки в перенісся (назіон) і потиличним бугром; б) поперечний – відстань вздовж черепа через верхівку (вертекс) між зовнішніми слуховими проходами обох вух; в) довжину окружності голови, вимірюної за цими ж точкам. Виміряні відстані поділяють на інтервали, причому довжина кожного інтервалу, що починається від точки вимірювання, складає 10%, а решта інтервалів становлять 20% від відповідного розміру черепа. Маючи ці основні розміри, поверхню черепа можна розмітити в вигляді сітки, на перетині ліній якої накладаються електроди. Електроди, розташовані вздовж середньої лінії, відзначаються індексом Z; відведення на лівій половині голови мають непарні індекси, а на правій - парні.

4.2. Блок-схема вимірювального контуру модулю ЕЕГ

Сигнали ЕЕГ, в основному, утворюються при зміні потенціалу в корі головного мозку і складаються з електричних ритмів та короткочасних розрядів. Різні частини кори головного мозку управляють різними фізіологічними функціями, тобто записана ЕЕГ з однієї області кори не буде такою ж, як на іншій області. У даному експерименті волосся на скальпі ускладнюють правильне розташування електродів і ускладнюють проведення вимірювань. Тому для проведення експерименту використовують два активних електроди, що накладаються в положення лобової і потиличної долі, та один електрод для заземлення.

На рис.4.5 показана блок-схема вимірювального контуру ЕЕГ.

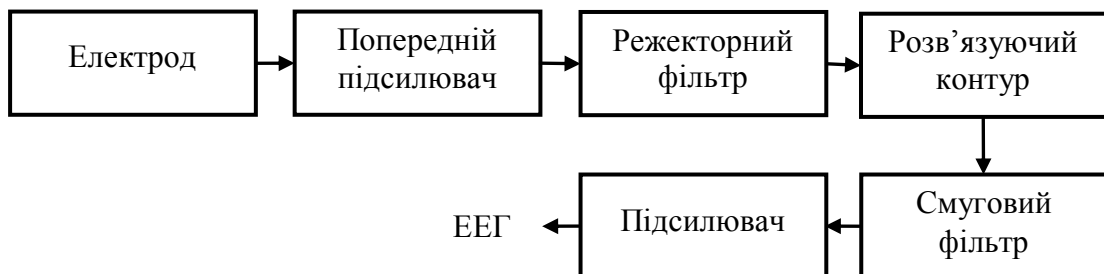


Рис. 4.5 Блок-схема вимірювального контуру ЕЕГ

Натільні електроди використовуються для вимірювання дуже слабкої хвилі, що індукується при світловому роздратуванні очей. Вимірювальний підсилювач з коефіцієнтом підсилення 50 використовується як попередній підсилювач для отримання уніполярної складової сигналу ЕЕГ. Функцією розв'язуючого контуру є ізоляція сигналу і джерела живлення, і його можна реалізувати з використанням оптичного методу або трансформатора напруги. Смуга пропускання смугового фільтра лежить в межах 1 – 20 Гц, а підсилювач з коефіцієнтом підсилення 1000 може посилити слабкий сигнал, що проходить через фільтр.

4.3. Порядок виконання роботи

1. Встановити експериментальний модуль ЕЕГ KL-75004 на головний модуль KL-72001 відповідно до п.п.1.2, лабораторної роботи 1.
2. На модулі ЕЕГ KL-75004 встановіть перемички в положення 1 або 2 (відповідно до частоти місцевої лінії), 3, 4, 5, і 6.

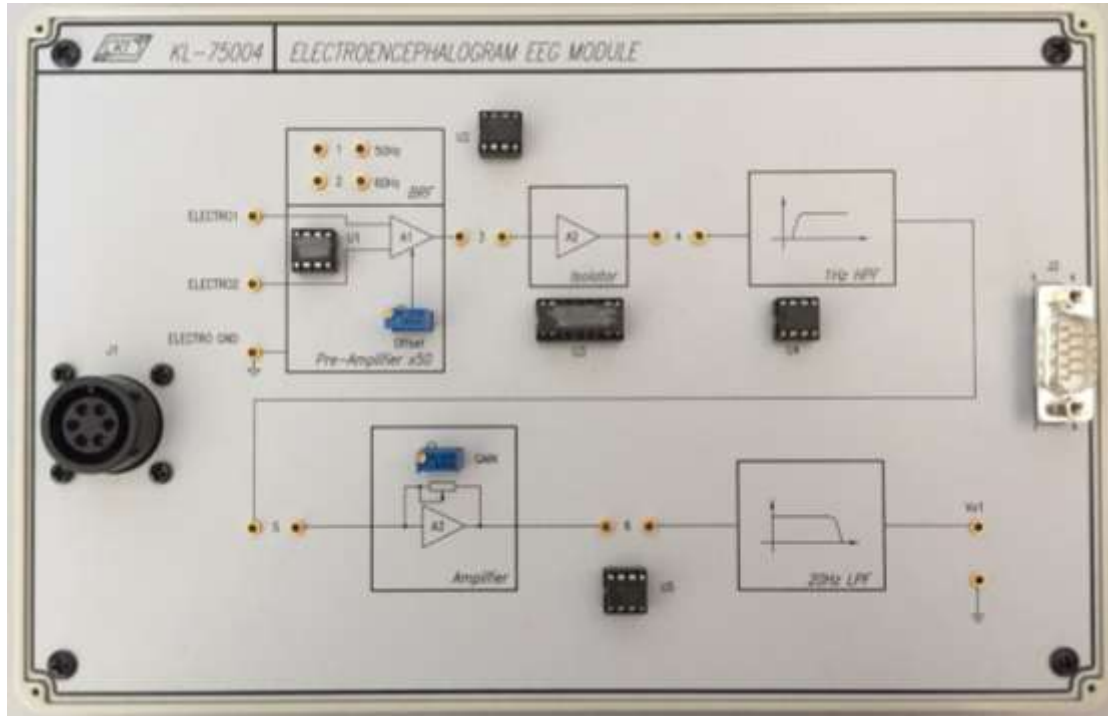


Рис. 4.6 Загальний вигляд експериментального модуля ЕЕГ KL-75004

3. Нанесіть кілька крапель провідного гелю до виїмок електродів ЕЕГ.
4. Протріть шкіру пацієнта спиртовим тампоном в місцях розміщення електродів (рис.4.7).

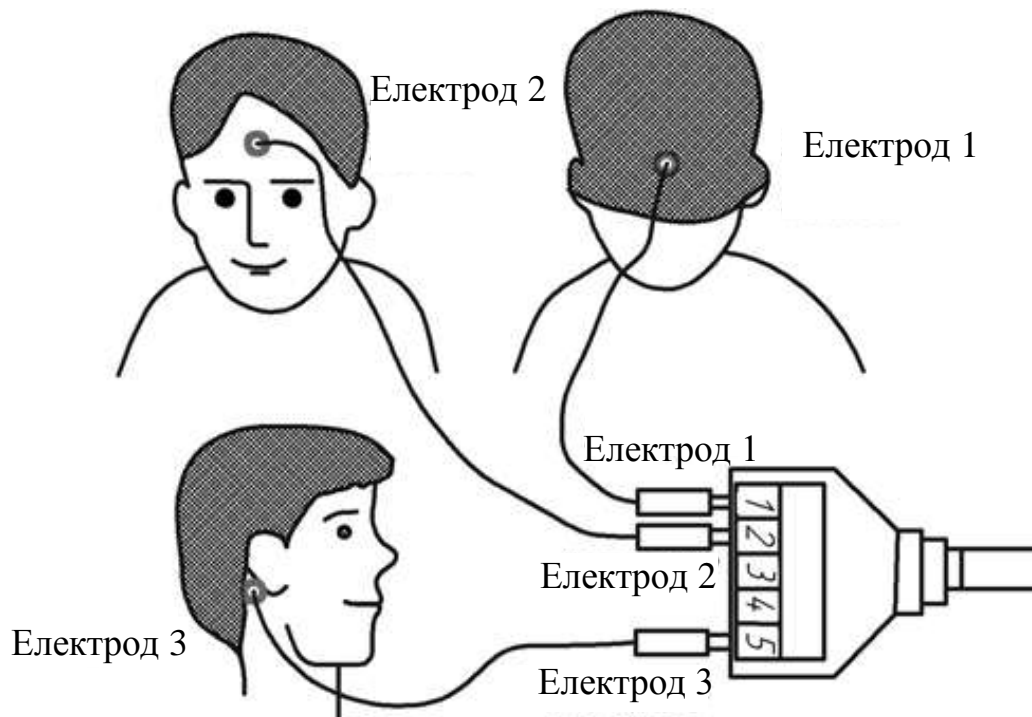


Рис. 4.7 Схема розташування електродів

5. Прикладіть електроди згідно схеми (рис.4.7) та зафіксуйте їх медичною стрічкою та еластичною головною пов'язкою.
6. Підключіть електроди до вивідного кінця п'яти-провідникового електродного кабелю KL-79101 (рис.4.7).
7. **Натисніть кнопку Acquire та налаштуйте регулятор VOLT/DIV і TIME/DIV для точного зчитування сигналу.**
8. Пацієнт повинен моргнути 5 разів з інтервалом в одну секунду.
Запишіть форму сигналу.
9. Пацієнт повинен відкрити очі на 5 секунд. Запишіть форму сигналу.
10. Пацієнт повинен закрити очі на 5 секунд. Запишіть форму сигналу.
11. Вийдіть з «Системи Біомедичних Вимірювань KL-720».
12. Вимкніть живлення і відключіть систему.

4.4. Вимоги до оформлення звіту

1. Побудуйте графіки в програмному пакеті «Microsoft Excel» за отриманими результатами (8-10)
2. Зробіть оцінку графіків.
3. Зробіть висновки по роботі.

4.5. Контрольні запитання

1. Що таке електроенцефалограма?
2. Як класифікують сигнали ЕЕГ?
3. Які існують технічні проблеми при запису сигналу ЕЕГ?
4. Які типи нормальної хвилі ЕЕГ?
5. Поясніть блок-схему вимірювального контуру ЕЕГ
6. Охарактеризуйте елементи блок-схеми ЕЕГ
7. Опишіть порядок виконання лабораторної роботи