

А.П. Кулаичев

ПРАКТИКУМ

Методы и средства компьютерной электрофизиологии

Москва — 2007

Данный практикум позволяет освоить основные режимы работы в комплексной электрофизиологической лаборатории CONAN с использованием учебной базы электрофизиологических записей. Практикум является приложением к учебному пособию, рекомендованному УМО по классическому университетскому образованию:

А.П. Кулаичев. Компьютерная электрофизиология и функциональная диагностика. М.: ФОРУМ — ИНФРА-М, 2007, 640 с.

Заказ учебного пособия в отделе продаж ИНФРА-М: (495)363-42-60

Тема 1. Планирование и выполнение эксперимента

Для режима реального времени в качестве имитационного используется файл записей MONIT из папки BASE\POLY, который надо предварительно считать. Файл содержит запись двух отведений ЭЭГ (затылочное и теменное), реограмму и ЭКГ.

Задание 1. Освоить методику планирования исследования и приемы формирования ее компонентов. Меню вызывается командой *Исследование* или быстрой клавишей **F9**.

1. Нажмите кнопку *Заголовок*. Сделайте несколько изменений содержимого полей заголовка исследования, вводя тексты вручную или выбирая из выпадающих списков. Выберите в поле из списка незанятую позицию и наберите новый текст, повторным вызовом списка убедитесь в запоминании текста на соответствующей позиции.
2. Установите число отведений = 2. Запустите эксперимент (кнопка *Старт*). Убедитесь в наличии двух каналов регистрации. Прервите эксперимент (быстрая клавиша **ESC** или кнопка *Смон*). Установите число каналов = 4. Запустите эксперимент. Убедитесь в наличии четырех каналов регистрации. Установите частоту дискретизации 50 Гц. Запустите эксперимент. Убедитесь в изменении скорости регистрации и разметки шкалы времени. Установите частоту 200 Гц. Выполните аналогичные действия.
3. Установите сжатие = 4. Запустите эксперимент. Убедитесь в сжатии временной развертки. Установите число визуализируемых каналов = 1. Запустите эксперимент. Убедитесь в визуализации одного канала. Отмените сжатие и восстановите четыре визуализируемых канала. Установите интервал наблюдения порядка 2—3 с. Запустите эксперимент. Убедитесь, что после завершения интервала запись возобновляется с начала монитора. Установите отложенный режим мониторинга. Запустите эксперимент. Убедитесь, что мониторинг производится после завершения интервала наблюдения. Установите режим отсутствия мониторинга.

Запустите эксперимент. Убедитесь, что мониторинг отсутствует.

4. Ознакомьтесь со средствами установки отведений в разд. 2.2 и 4.5.7 и отработайте приемы чтения и записи файлов из практикума разд. 3.6. Считайте файл записи EEG16 из папки BASE\EEG. Вызовите меню планирования. Нажмите кнопку *Обозначения* и отработайте следующие операции: а) изменение типа отведения, для этого: дважды щелкните по типу отведения в левой таблице и сделайте выбор нового типа двойным щелчком из выкидного меню; обратите внимание, что в случае не ЭЭГ отведения оно удаляется со схемы монтажа; б) изменение обозначения отведения, для этого: щелкните по обозначению отведения 2 раза с перерывом (оно становится черным), после чего произведите ввод нового наименования (не более трех символов); г) изменение монтажа: щелкните по кнопке отведения на схеме монтажа — надпись на ней изменится на курсив; захватите ее левой кнопкой мыши и переместите в другое место; д) выполнить перестановку каналов, для этого: щелкните правой кнопкой мыши по обозначениям отведений и выберите из контекстного меню *Изменить порядок*, после чего в таблице измените номера нескольких отведений и нажмите кнопку *Переставить*. Отмените бланк отведений и меню планирования и убедитесь, что порядок записей по каналам изменился. Помните, что если бы вы сохранили результат в новом плане исследования, то при проведении эксперимента порядок каналов соответствовал бы произведенным установкам, а не их электрическому подключению.
5. Изменение парных связей между отведениями. Вызовите бланк отведений и щелкните по кнопке *Пары*. На схеме монтажа видна схема парных связей, активная связь выделена красным цветом. Захватите ее конец мышью и переместите к кнопке другого отведения. Щелкните по другой паре в таблице пар — на схеме монтажа она стала активной. Вставьте новую пару отведений в таблице пар (клавишей **Ins** или из контекстного меню), измените ее положение на схеме монтажа. Удалите эту пару (клавишей **Del** или из контекстного меню).
6. Считайте несколько файлов планов из архива (кнопка *Читать* или быстрая клавиша **F3**). Ознакомьтесь с их параметрами, заголовками, схемами отведений. Внесите изменения в некоторые параметры и сохраните план в архиве под новым именем (кнопка *Сохранить* или быстрая клавиша **F4**). Повторно вызовите бланк чтения и удалите новый файл из архива.

Задание 2. Работа в режиме реального времени

1. Используйте демонстрационный файл MONIT, и интервал наблюдения 2—3 с. Введите имя файла записи биосигналов. Запустите эксперимент. Подождав несколько интервалов наблюдения, вклю-

чите запись (кнопкой *Вкл* или быстрой клавишей **[F4]**) — в заголовке окна монитора загорится надпись *Запись Вкл*. Подождите выполнения трех записей (см. счетчик записей в заголовке окна монитора), после чего отключите запись (кнопкой *Выкл* или быстрой клавишей **[F4]**). Через некоторое время повторите включение–выключение записи. Прервите эксперимент, отмените меню планирования (быстрая клавиша **[ESC]** или кнопка *Отменить*), считайте из архива файл произведенных записей, просмотрите его и убедитесь в наличии всех выполненных записей. Удалите файл записи из архива.

2. Запустите эксперимент. Попробуйте действие всех инструментальных кнопок (при нажатии на управляющие кнопки изменяется индикация входных–выходных дискретных сигналов в правом верхнем углу монитора). Попробуйте действие всех быстрых клавиш (цифровые клавиши управляют выходными дискретными сигналами).

Работа с протоколом автоматизации эксперимента и экспресс-анализом обрабатывается в разд. 10.6.

Тема 2. Работа с записями

Задание 1. Работа с архивами записей

1. Вызовите бланк чтения записей (команды *Файлы–Чтение*, или контекстное меню, вызываемое правой кнопкой мыши, или инструментальная кнопка, или быстрая клавиша **[F3]**). Нажмите кнопку *Архив*. Установите папку `BASE\ECG`. Считайте какой-нибудь файл. Ознакомьтесь с его заголовком (паспортными данными) выполнением команд *Установки–Заголовок* или из контекстного меню.
2. Вызовите бланк записи (команды *Файлы–Сохранить*, или контекстное выкидное меню, или инструментальная кнопка, или быстрая клавиша **[F4]**). Наберите в окне файла записи новое имя и нажать кнопку *Запись*.
3. Считайте другой файл, одинаковый по числу каналов с предыдущим и сохраните его в файле произведенной в п.2 записи с его дополнением. Считайте первый файл и убедитесь, что в нем содержатся две записи из двух файлов.
4. Повторите операцию записи, но в текстовый файл, для этого в бланке записи установите текстовый тип файлов. Найдите этот файл из *Мой Компьютер* и откройте его в текстовом редакторе, ознакомьтесь со структурой текстового файла. Считайте этот текстовый файл и проверьте соответствие его исходному.
5. В вызываемом меню бланка чтения: а) опробуйте режим *Выборка* по различным разделам заголовка файлов; б) опробуйте режим *Поиск* по различным контекстам заголовка файлов, добываясь при

этом, чтобы вновь вводимые контексты фиксировались на свободных местах выпадающего списка контекстов; в) выполните режим *Картотека*, перейдите к пациенту, имеющему более одной записи; перейдите к его записям и считайте одну из них. Отмените режим картотеки.

- Удалите кнопкой бланка чтения (или клавишей **Del**) все вновь созданные файлы.

Задание 2. Методы визуального изучения записей

- Устанавливая мышью на инструментальные кнопки, прочитайте их подсказки.
- Считайте файл EEG16 из BASE\EEG. Посмотрите его заголовок (*Установки–Заголовок*) и технические параметры регистрации (в названии окна монитора записей). Выполните плавное и быстрое движение записи в окне монитора (мышью по линейке горизонтальной прокрутки и клавишами **Home**, **PageUp**, **Shift** + **Home**, **Shift** + **PageUp**), изменение вертикальных и временных масштабов, временной и амплитудной разметок, изменения числа визуализируемых каналов (все операции выполняются инструментальными кнопками), переход к следующей и предыдущей группе каналов (вертикальная линейка прокрутки), развертку одного канала на несколько вертикальных полос монитора (когда при одном канале в мониторе еще раз выполняется уменьшение каналов), движения по эпохам (кнопки *Epo* и клавиши **<**, **>**). Используя визир, маркер и указатель канала, произведите ряд амплитудных и временных измерений с контролем результатов в табло.
- Считайте файл КНВГ из папки BASE\EP. Посмотрите его заголовок и технические параметры, выполните движение по записям (используя команды *Записи–Следующая/Предыдущая*, инструментальные кнопки *Res* и клавиши **]**, **[**). Перейдите к записи заданного номера (*Записи–Заданного_номера*). Слейте все записи (*Записи–Слить*). В слитой записи, используя визир на красных вертикальных штрихах внизу экрана, проследите изменения состояния входных–выходных дискретных сигналов в табло.

Задание 3. Методы редактирования записей.

- Считайте файл GROUP1 из папки BASE\ECG\STUDENT\2003. Посмотрите его заголовок и технические параметры. Сделайте 5–10 редакторских пометок в различных участках записи канала №1 (команды *Вычисления–Метки–Вставить* или клавиша **F6**). Выполните переходы к следующим и предыдущим меткам (используя последовательность команд *Вычисления–Метки–Следующая/Предыдущая* и клавиши **Ctrl** + **<**, **Ctrl** + **>**). Уберите текущую метку — посмотрите результат.

- Уберите все метки. Вставьте (сдублируйте) канал №1 (используя команды *Вычисления–Канал–Вставить* и клавиши **Ctrl** + **Ins**). Вставьте канал №2. Уберите дубли каналов 1 и 2.
- На том же файле отметьте участок маркером и визиром, осуществите ручное удаление, обнуление и спрямление выделенных участков (командой *Удалить* из контекстного меню, вызываемого правой кнопкой мыши, или клавишей **Del**), в появившемся меню выбора зажгите фонарик *Все каналы*). Затем оставьте только выделенный участок. Восстановите запись (*Запись–Восстановить*). Поставьте визир и маркер в другом месте, выполните команду удаления, в меню выбора погасите фонарик *Все каналы* — удалится участок только на текущем канале. Уберите маркер и повторите операцию удаления — удалится вся запись.
 - Амплитудная перекалибровка и коррекция нуля. На том же файле, устанавливая визир и маркер на различные участки записи канала №1, произведите коррекцию нуля (*Установки–Коррекция_нуля*). На канале №1 установите визир на *R*-зубец и осуществите перекалибровку на другое значение амплитуды (*Установки–Калибровка*). Убедитесь измерением других зубцов в произведенной перекалибровке. Произведите перекалибровку с коррекцией нуля по средним значениям и по максимуму–минимуму. Сделайте выводы о результатах.
 - Поиск и удаление артефактов. На том же файле, на канале №2, используя визир и маркер, определите временной интервал и амплитуду середины *R*-зубца. Выполните команды *Вычисления–Артефакты* и в бланке артефактов установите значения на 20–30% меньше измеренных параметров. Осуществите автоматический поиск и выборочное удаление таких квазиартефактов.
 - Считайте файл AR из папки BASE\POLY. В нем третий и четвертый каналы являются математической суммой второго канала с половиной амплитуды первого канала. Установите указатель канала на канал №3 и осуществите удаление из третьего канала влияния канала–индуктора №1 (*Вычисленное–Артефакты–Коррекция*). Визуально сравните полученный результат с исходным сигналом на канале №2 и с суммарным сигналом по каналу №4. Сделайте вывод об эффективности коррекции. Произведите коррекцию канала №4 по индуктору канала №2. Сравните результаты.

Тема 3. Методы анализа ЭЭГ

Учебные файлы выбираются из папки BASE\EEG. В архивах следует ориентироваться по комментариям файлов в нижней строке бланка чтения файлов, а также использовать режим картотеки.

Задание 1. Спектральный анализ

1. Считайте учебный файл PAL. Вызвав схему монтажа (команды *Установки–Отведения*), ознакомьтесь с расположением отведений по каналам (см. разд. 2.4). Отработать приемы изменения отведений и парных связей из разд. 2.4. На записи обратите внимание на сильный альфа–ритм в затылочных отведениях (первые два канала) и его постепенное уменьшение по направлению к лобным отведениям. Маркером и визиром измерьте период альфа–волн. На калькуляторе (команды *Вычисления–Калькулятор* или быстрая клавиша \boxed{C}) вычислите обратную величину — это будет частота альфа–ритма.
2. Вызовите меню анализа ЭЭГ (команда *Анализ–ЭЭГ* или клавиша $\boxed{1}$). Вычислите амплитудно–частотную характеристику (кнопка *Спектр* или быстрая клавиша $\boxed{1}$). Обратите внимание на пики в альфа–диапазоне (8–12 Гц). Измерьте визиром амплитуду и частоту максимальной гармоники, проследите изменение ее амплитуды по отведениям. Поставьте маркер и сдвиньте визир на одну позицию. Убедитесь по табло, что частотный интервал (разрешение по частоте) является величиной, обратной длине эпохи анализа. Несколько раз измените масштабы визуализации АЧХ (инструментальными кнопками или клавишами $\boxed{*}$, $\boxed{/}$, $\boxed{+}$, $\boxed{-}$). Здесь и далее для сравнения результатов анализа создавайте дополнительные окна командами *Конструктор–Создать_окно* и дополните в них через буфер обмена графические изображения.
3. Изучите динамику изменения АЧХ по эпохам (используя кнопки смены эпох клавиши $\boxed{>}$, $\boxed{<}$). Увеличьте длину эпохи анализа и повторите вычисление АЧХ. Обратите внимание на улучшение разрешения по частоте. Повторите вычисления для нескольких длин эпох. Для эпохи длиной 1 с вычислите АЧХ, затем повторите вычисления с использованием нескольких спектральных окон и выясните их влияние на утечку мощности из максимального спектрального пика АЧХ. Установите 4–6 эпох усреднения спектра и повторите вычисление АЧХ. Обратите внимание на отличие усредненного спектра от однократного. Измерьте максимальный пик.
4. Установите в поле *Характеристика* значение *мощность* и нажмите кнопку *Спектр*. Обратите внимание на присутствие только одиночных пиков. Измерением амплитуды максимального пика убедитесь, что спектр мощности равен квадрату АЧХ. Считайте из архива несколько других записей ЭЭГ для нормы и патологий. С учетом их заголовочной информации обратите внимание на различия в характере ЭЭГ и в вычисляемых АЧХ. Выполните для нескольких записей выдачу диагноза по Жирмунской и сопоставьте результаты.

5. Вернитесь к файлу PAL. Вызовите схему монтажа (команды *Установки–Отведения*) и нажмите кнопку *Пары*. Ознакомьтесь с установленной схемой пар отведений. В меню анализа установите характеристику *кросс–спектр* и нажмите кнопку *Спектр*. Обратите внимание на пары отведений, для которых наиболее мощно представлены пики кросс–спектра. Установите число усреднений 8, характеристику *когерентная мощность* и нажмите кнопку *Спектр*. В чем изменились пары высококогерентных отведений с аналогичными по кросс–спектру? Выделите маркером и визиром некоторый участок длиной 0,5 с. Установите характеристику *корреляция* и нажмите кнопку *Спектр*. Определите пары отведений с высокими корреляциями и измерьте интервалы их повторений. В чем изменились пары высококоррелированных отведений с ранее отмеченными?

Задание 2. Топографическое картирование

1. Считайте файл EEG13. Выполните пункт *Ампл.карты* меню анализа ЭЭГ. Поработайте клавишами амплитудного масштаба, проследите изменения карты. Поработайте клавишами движения визира, проследите изменения карты. В полуокне карты вызовите контекстное меню (правая кнопка мыши). Смените режим *Карта* на режим мультипликации, затем на режим серии карт. В меню анализа ЭЭГ выполните вычисление АЧХ. Повторите работу клавиатурой и изменение режимов картирования. Проследите изменение распределения амплитуд спектральных составляющих.
2. В меню анализа ЭЭГ или контекстном меню выполните анализ *Диапазоны*, установив эпоху 2 с. Используя щелчки мыши на столбиковых диаграммах или клавиши направлений, сравните значения A_{cp} по частотным диапазонам и отведениям в табло. Поработайте клавишами амплитудного масштаба, проследите изменения карт и диаграмм. Поработайте кнопками движения по эпохам или соответствующими быстрыми клавишами, проследите изменения карт и диаграмм A_{cp} по эпохам.
3. В меню анализа ЭЭГ или контекстном меню выполните анализ *Эпохи*. Используя щелчки мыши на столбиковых диаграммах или клавиши направлений, сравните значения A_{cp} по эпохам и отведениям в табло. Последняя вертикаль столбиков соответствует усредненному значению для всех эпох. Поработайте клавишами амплитудного масштаба, проследите изменения карт и диаграмм. В контекстном меню установите другой частотный диапазон и повторите вышеприведенные операции.
4. Выполните режимы мультипликации и серийного картирования. Последовательно смените A_{cp} на другие обобщенные показатели. Выполните экспорт результатов в текстовый файл. Вызовите окно результатов (команды *Анализ–Диагноз*), считайте этот текстовый

файл, изучив его содержимое (в таблице *эпоха–отведения* значения спектрального показателя). Выполните пункт *Различия* и посмотрите результаты отсутствия различий (уровень значимости нулевой гипотезы в %) между спектрами отведений текущей записи и между одноименными отведениями двух последовательных записей.

Задание 3. Картотека

1. Считайте файл записей EEG13. Выполните анализ ЭЭГ по эпохам при длине эпохи 2 с. В контекстном меню картирования вызовите картотеку. Сохраните карту (будет сохранена усредненная карта по 16 эпохам).
2. Считайте сохраненную карту. Визуально отметьте расположение очагов и депрессий на картах по диапазонам частот (ряд карт *E*), распределение значений стандартных отклонений (ряд карт *S*) и коэффициентов вариации (ряд карт *V*). Все то же самое повторите для файла записей EEG11.
3. Выполните операцию *Сравнить–файлы* с файлом EEG13. Первые два ряда карт представляют сравниваемые файлы, третий ряд — *Z*–оценки различий (различия в шкале стандартных отклонений). Визуально оцените различия и проверьте наблюдения с уровнями значимости нулевой гипотез по критериям Вилкоксона (*W*), Колмогорова–Смирнова (*K*) и корреляции Спирмана (*S*).
4. Выполните операцию *Сравнить* с файлом EEG11. Будет произведено сравнение карты текущей эпохи перед этим выполненном анализом по эпохам (файл записей EEG11) с усредненной картой EEG11. Аналогичным образом оцените различия.

Задание 4. Период–анализ

Выполните период–анализ записей файла EEG11 в дельта–, тета– и альфа–диапазонах по нескольким каналам. Обратите внимание на изменения в разных отведениях и диапазонах процента содержания и модуляции ритма, средней амплитуды и частоты. Дайте объяснения этим изменениям.

Задание 5. Сегментный анализ

Выполните сегментный анализ файла EEG11 в альфа–диапазоне по одному текущему отведению. Изменяйте значения параметров *kST*, *ПО*, *ПС*, оценивая характер изменений в сегментации. Выберите оптимальные значения параметров. Повторите анализ по всем отведениям, изменяя значения параметров *ДО*, *%совпадений*, оценивая характер изменений. Выберите оптимальные значения параметров. Повторите анализ по всем частотным диапазонам. Сделайте выводы о близости и различии синхронных сегментных связей между отведениями. Повторите подобный анализ для файлов EEG12, EEG13. Сравните результаты.

Задание 6. Эксперимент по физиологическим пробам

В качестве ЭЭГ–регистратора используется универсальный 4–канальный биоусилитель. Студенты разбиваются на группы по 4 человека. Каждая группа попеременно выступает в качестве испытуемых и в качестве экспериментаторов — исследователей.

Осваиваются приемы подготовки эксперимента: наложение электродов в области зрительной коры, расположение испытуемых и подключение их к биоусилителю. Вводятся паспортные данные испытуемых. Устанавливаются ФВЧ = 0,5 Гц, ФНЧ = 30 Гц. В пробном пуске проверяется наличие ЭЭГ от всех четырех испытуемых и подбираются коэффициенты усиления так, чтобы амплитудный диапазон ЭЭГ покрывал не менее 50% амплитудной шкалы и не было бы «зашкалов». Частота дискретизации 128 Гц.

Проба 1. Производится минутная запись ЭЭГ с закрытыми глазами (релаксация, установка: все тело расслаблено, руки и ноги налились тяжестью, глаза закрыты, дыхание поверхностное, естественное, незаметное, мысли отсутствуют), затем минутная запись ЭЭГ с открытыми глазами и еще минутная запись ЭЭГ с закрытыми глазами. Анализируется динамика восстановления альфа–ритма и его представимость.

Обработка результатов. В альфа–диапазоне проводится анализ по эпохам длиной 2 с для трех полученных записей. Документируются столбиковые диаграммы. Делаются выводы о характере депрессии альфа–активности во второй записи и о восстановлении альфа–активности в третьей записи. Проводится период–анализ в трех записях и делаются аналогичные выводы по сравнению его показателей.

Проба 2. Физиологическая проба на вспышку с частотой альфа–ритма (альфа–стимуляция). Выполняется пять 20–секундных записей ЭЭГ с частотой вспышки 8, 9, 10, 11 и 12 Гц. Анализируется динамика усвоения альфа–ритма. Используется протокол, включающий пять последовательных фрагментов следующего вида:

№	Действие	Объект	Условие	Ждем
1	Включить	Запись		Да
2	Цикл=200			
4	Включить	Сигнал=1		Да
5	Включить	Стимул=1		Да
6	Включить	Стимул=1	Время=2	Да
7	Пауза		Время=<шаг>	Да
8	Повторить			
9	Выкл.	Запись		Да

Фрагменты отличаются временным шагом в строке 6, соответственно частоте вспышки <шаг> = 14, 12, 11, 10, 9.

Обработка результатов:

1. Для каждой записи выполняется анализ ЭЭГ по эпохам длиной 1 с. Документируются диаграммы A_{cp} в альфа-диапазоне.
2. Строится график отношения усредненного по эпохам A_{cp} (его значение в последнем столбце диаграммы по эпохам) к A_{cp} при релаксации (A_{cp} надо вычислить на второй половине записи ЭЭГ релаксации). По горизонтали графика — номер записи (для пяти записей альфа-стимуляции).
3. Строятся 5 графиков диаграмм по 5 параметрам период-анализа (кроме ст. отклонений), по горизонтали 6 позиций: для пяти записей альфа-стимуляции и для закрытых глаз.

Проба 3. Выполняется физиологическая проба гипервентиляции: 30 резких предельных вдохов с ударным выдохом (лица с обмороками и неустойчивостью ЦНС не допускаются), запись 30 с восстановления (предустановка: моментально и максимально расслабиться, как в пробе 1). Анализируется влияние гипервентиляции на ЭЭГ и динамика восстановления нормальной ЭЭГ.

Обработка результатов. По первым трем частотным диапазонам проводится анализ по эпохам длиной 2 с. Документируются столбиковые диаграммы. Делаются выводы о восстановлении характера ЭЭГ-активности в диапазонах по сравнению с релаксацией.

Оформление отчета. Отчет по каждой задаче должен включать разделы: постановка задачи, схема эксперимента, результаты, выводы.

Тема 4. Методы анализа ВП

Учебные файлы выбираются из папки BASE\EP.

Задание 1. Усреднение и анализ ВП

1. Считайте файл СЛВП регистрации ВП на звуковые щелчки. Путем меню анализа ВП (команды *Анализ-ВП* или клавиша 7) произведите несколько усреднений (опорная точка: T0, эпоха от 0 до длины записи), варьируя коэффициент усиления. На начальном этапе производите усреднение по шагам, следя за динамикой подавления шумов и проявлением пиков ВП. Измерьте амплитуды пиков и латентности.
2. Считайте файл ШПВП5 регистрации ВП на шахматный паттерн. Произведите обычное усреднение (опорная точка: T0, эпоха от 0 до длины записи) и усреднение с фильтрацией в альфа-диапазоне (8—14 Гц). Сравните результаты. Измерьте амплитуды пиков и латентности. Аналогичный анализ проведите с файлами ШПВП6, ШПВП7. Сравните результаты. Для визуального сравнения различных ВП полезно создавать дополнительные окна (команды *Конструктор-Создать_окно*) и переносить туда результаты усреднения из монитора через буфер обмена. Сравнить два ВП, записанных у одного испытуемого (файлы ШПВП1-1, ШПВП1-2) в

разное время. Сделайте выводы об индивидуальной вариабельности ВП.

3. Аналогичный анализ проведите для зрительных ВП на световую вспышку (файлы ВСВП5, ВСВП7, ВСВП6–1, ВСВП6–2). Оцените различия между ВП на вспышку и ВП на ШП у испытуемых №5, 6, 7.
4. Считайте файл КНВГ регистрации когнитивных ВП на световые стимулы. Произведите усреднение относительно подачи предупредительного стимула (вых=04: опорная точка: О04, эпоха от 0 до 2 с), исполнительного стимула (вых=08: опорная точка: О08, эпоха от –1 с до 1 с), а также относительно момента саккадических движений глаз (редакторская метка по каналу №1 регистрации ЭОГ, опорная точка М1, эпоха от –1 с до 1 с). Оцените, в каком случае наиболее отчетливо проявляются ВП.

Задание 2. Эксперимент по регистрации зрительных ВП

В качестве ЭЭГ–регистратора используется универсальный 4–канальный биоусилитель, экран компьютера используется в качестве стимулятора. Студенты разбиваются на группы по 2 человека. Каждая группа попеременно выступает в качестве испытуемых и в качестве экспериментаторов — исследователей.

Цель работы. Осваиваются приемы подготовки эксперимента: наложение электродов в области зрительной коры (затылочные отведения О1, О2), размещение испытуемых (на расстоянии 0,6 м от экрана в затемненном помещении) и подключение их к биоусилителю. Вводятся ФИО испытуемых в заголовок исследования.

Параметры плана исследований: ФВЧ = 0,5 Гц, ФНЧ = 80 Гц, интервал между стимулами 1 с, частота 500 Гц, регистрация на интервале 0,5 с от стимула с записью предстимульного фона 0,5 с, число предъявлений 100, усиление 60—80 тысяч. В пробном пуске (без протокола и файла записи) проверяется наличие ЭЭГ от испытуемых и подбираются коэффициенты усиления так, чтобы амплитудный диапазон ЭЭГ покрывал не менее 50% амплитудной шкалы и не было бы «зашкалов».

Задача 1. Стимуляция реверсивным шахматным паттерном с числом клеток 40 и с протоколом вида (файл плана ШП–1ПК):

№	Действие	Команда	Условие	Ждем
1	Цикл=100			
2	Включить	Запись		Да
3	Пауза		Время=250	Да
4	Включить	Стимул=1		Да
5	Выкл.	Запись	Время=250	Да
6	Повторить			

Задача 2. Стимуляция вспышкой (белый квадрат в 3/4 экрана на черном фоне) с протоколом вида (файл плана ВСП–1ПК):

№	Действие	Команда	Условие	Ждем
1	Цикл=100			
2	Включить	Запись		Да
3	Пауза		Время=250	Да
4	Включить	Стимул=1		Да
5	Включить	Стимул=1	Время=50	Да
6	Выкл.	Запись	Время=200	Да
7	Повторить			

Обработка результатов. Производится усреднение ВП на ШП на интервале 0—1 с коэффициентом усиления 4. Производится коррекция нуля результата усреднения по отрезку 0—0,5 с. Определяются амплитуды и латентности основных ВП-ответов (относительно времени подачи стимула 0,5 с): N75, P100, N145, P200. Производится сравнение с границами нормы.

Производится усреднение ВП на вспышку на интервале 0—1 с коэффициентом усиления 4. Производится коррекция нуля результата усреднения по отрезку 0—0,5 с. Определяются амплитуды и латентности основных ВП-ответов (относительно времени подачи стимула 0,5 с): P80, N75, P100, N125, P160. Производится сравнение с границами нормы.

Оформление отчета. Отчет по каждой задаче должен включать разделы: постановка задачи, схема эксперимента, таблица результатов (амплитуды и латентности пиков), отклонения от нормы. Соответствующие разделы необходимо иллюстрировать графиками и юпиями экрана.

Тема 5. Анализ ЭКГ

Учебные файлы выбираются из папки BASE\ECG. В архивах следует ориентироваться по комментариям файлов в нижней строке бланка чтения файлов, а также использовать режим картотеки.

1. Считайте файл KU-8, вызовите меню анализа ЭКГ (команда *Анализ-ЭКГ* или клавиша) и выполните процедуру *Диагноз*. Охарактеризуйте различия в амплитуде пиков и интервалов для стандартной системы отведений.
2. Считайте файл ВОВ четырех функциональных проб (по четырем каналам): релаксация, задержка 40 с, восстановление, глубокое дыхание. Постройте интервалограммы (кнопка *RR* в разделе *Динамика* или клавиша) для каждой пробы. После построения третьей интервалограммы обратите внимание на экстремальный КИ и дважды щелкните по нему мышью — монитор записей переместится к соответствующему участку, где следует обратить внимание на феномен пропуска сердечного сокращения. По каждой интервалограмме физиологически объясните динамику изменения КИ. Обратите внимание на высокую связь динамики КИ с дыханием (сравните графики 1 и 4).

3. Считайте файл АК и постройте интервалограмму для задержки дыхания, дважды щелкните по первому длинному КИ $>1,5$ с, на записи ЭКГ обратите внимание на феномен трех удлинненных КИ, за которыми идут два нормальных и КИ с желудочковой экстрасистолой.
4. Считайте файл PAVLIN и постройте интервалограмму, обратите внимание на ненормальный ритм сердца, связанный с присутствием КИ преимущественно фиксированной длительности. Считайте файл IPAT и постройте интервалограмму, обратите внимание на высокоамплитудную аритмию в сердечной деятельности.
5. Посмотрите, как все рассмотренные феномены проявляются в различиях гистограмм, скаттерграмм, спектрограмм и значений показателей вариационной пульсометрии.
6. Считайте файл GROUP2D из папки BASE\ECG\STUDENT\2003, представляющий запись релаксации четырех студентов. Для каждого студента выполните анализ вариационной пульсометрии (кнопка *Статистика* или клавиша). Обратите внимание на различия в форме гистограмм. Сравните значения числовых показателей с границами нормы. Закройте графики и постройте спектрограмму (кнопка *Спектр* или клавиша) 1-го студента. Перейдите ко второй записи файла — проба глубокого дыхания. Постройте спектрограммы для 1-го студента. Сравните спектрограммы и обратите внимание на резкое увеличение мощности вариабельности КИ в дыхательном диапазоне 0,04—0,15 Гц.

Эксперимент по физиологическим пробам

В качестве ЭКГ-регистратора используется универсальный 4-канальный биоусилитель. Студенты разбиваются на группы по 4 человека. Каждая группа попеременно выступает в качестве испытуемых и в качестве исследователей:

Осваиваются приемы подготовки эксперимента: приготовление физиологического раствора, наложение электродов на руки, расположение испытуемых и подключение их к биоусилителю: четыре человека в порядке каналов. Вводятся паспортные данные испытуемых в свободные поля заголовка плана исследования. В пробном пуске проверяется наличие ЭКГ от всех четырех испытуемых и подбираются коэффициенты усиления так, чтобы амплитудный диапазон ЭКГ покрывал не менее 50% амплитудной шкалы и не было бы «зашкалов». ФВЧ = 0,5 Гц, ФНЧ = 30 Гц, частота регистрации 256 Гц.

Пробы. Выполняются следующие функциональные пробы с записью в два файла ECG1<№группы>, ECG2<№группы>:

1. Релаксация, спокойное дыхание 1 мин (запись 1 файла 1). Установка: все тело расслаблено, руки и ноги налились тяжестью, гла-

за закрыты, дыхание поверхностное, естественное, незаметное, мысли отсутствуют.

2. Глубокое дыхание 1 мин с ритмом 5 с вдох, 5 с выдох (запись 2 файла 1), счет 1—5 осуществляет экспериментатор.
3. Задержка дыхания 30 с (запись 1 файла 2, лица с обмороками и психозаболеваниями не допускаются) с восстановлением 30 с (запись 2 файла 2).
4. Физическая нагрузка: 30 приседаний с записью трех 30-секундных отрезков постронагрузочного восстановления (записи 3—5 файла 2). После нагрузки установка: моментально и максимально расслабиться, как в пробе 1.
5. Гипервентиляция 30 резких предельных вдохов с ударным выдохом (лица с обмороками и неустойчивостью ЦНС не допускаются), запись 30 с гипервентиляции и 30 с восстановления (записи 6, 7 файла 2). После вентиляции предустановка: моментально и максимально расслабиться, как в пробе 1.

Обработка результатов. Строятся сборные графики четырех диаграмм: интервалогаммы, гистограммы, скаттерграммы, спектрограммы по одной таблице диаграмм на большом листе. По вертикали листа располагаются диаграммы для четырех испытуемых, их фамилии перечисляются в заголовке к таблице. По горизонтали листа располагаются диаграммы для восьми записей в порядке функциональных проб. Для этого в Word размечается таблица 8×4 с минимальными полями и с нулевым интервалом между столбцами. Диаграммы переносятся в Word из CONAN через буфер обмена. Размер диаграмм изменяется так, чтобы они заняли все пространство листа. На одном листе располагаются диаграммы для 6 первых проб, на втором — для оставшихся 2 проб, затем листы склеиваются без полей и чистая часть обрезается. Один студент оформляет и представляет преподавателю один из четырех сборных графиков. Необходимо охарактеризовать различия графиков по испытуемым.

По результатам диаграмм рассеяния для каждого испытуемого строятся 4 графика: по вертикали — значения a , b , a/b , RR_{cp} , по горизонтали — 3 отметки для 30 с, 60 с, 90 с восстановления и 4-я — для релаксации. Каждый студент оформляет и представляет преподавателю свои графики. Необходимо охарактеризовать динамику восстановления относительно релаксации и выявить различия с другими испытуемыми.

Таблица числовых показателей: $RR_{cp, релакс}$, $ИВР$, $ИН$, $САТ$, $ФА$, $S_{релакс}/S_{ритм}$, $RR_{cp,1-2}/RR_{cp,1-4}$, $RR_{cp,3-4}/RR_{cp,1-4}$, $(RR_{max, гипервент} - RR_{min, гипервент}) / (RR_{max, релакс} - RR_{min, релакс})$, где $S_{релакс}$ — стандартное отклонение релаксации ($ритм$ — ритмического дыхания), $RR_{cp,1-4}$ — разность средних значений RR первых 30 с после нагрузки и релаксации (3 — третьих 30 с после нагрузки), $RR_{max, гипервент}$ — максималь-

ный RR гипервентиляции (мин — минимальный RR). Каждый студент подготавливает свои данные, после чего они объединяются в сводную таблицу. Дается характеристика межличностных различий.

Произвести сравнение личных показателей вариационной статистики при релаксации с границами нормы. Следует указать значения показателей и их отличия от границ нормы в стандартных отклонениях.

Тема 6. Анализ РГ и ЭМГ

Задание 1. Анализ реограммы

Учебные файлы выбираются из папки `BASE\REO`. В архивах следует ориентироваться по комментариям файлов в нижней строке бланка чтения файлов, а также использовать режим картотеки.

Для различных реографических записей (реовазограммы ног, рук, тетраполярные РГ, для мужчин и женщин) постройте усредненные реограммы и визуально сравните и охарактеризуйте различия. Для каждого файла вычислите статистику, отметьте наличие отклонений от нормы и сопоставьте эти отклонения для различных испытуемых. Для записей ТРГ вычислите и сравните показатели гемодинамики. Визуально обратите внимание на то, что ТРГ, характеризуя кровотоки в области крупных артерий туловища, имеет достаточно гладкий характер, а в РВГ появляется интерференция волн отражения от разветвлений и сужений сосудов (особенно для рук).

Задание 2. Анализ ЭМГ

Учебные файлы выбираются из папки `BASE\EMG`. В архивах следует ориентироваться по комментариям файлов в нижней строке бланка чтения файлов, а также использовать режим картотеки.

1. Считайте файл `ОСНАН`, представляющий запись M -ответов на электрический раздражитель. Несколько раз уменьшите временной масштаб, чтобы вся запись помещалась на экране. Включение раздражителя отмечено 1 по первому входному дискретному каналу. Вызовите меню анализа ЭМГ (команда *Анализ-ЭМГ* или клавиша `[4]`) Выполните анализ M -ответов (клавиша `[1]`) с установленным номером стимула 1. В блокноте (вызов клавишей `[B]`) можно видеть параметры последовательных M -ответов, в порядке по столбцам: латентность, максимальная амплитуда, продолжительность, площадь. Щелкните по первому столбцу, вызовите контекстное меню правой кнопкой мыши, справа от кнопки *График*, X = установите № (порядковый номер строки блокнота) и нажмите на кнопку. Аналогичным образом постройте графики для четырех

других колонок блокнота. Визуально изучите на графиках динамику изменения показателей М-ответов.

2. Считайте файл NICON, представляющий запись поверхностной ЭМГ от мышц двух ног травмированного спортсмена. Просмотрите имеющиеся записи и составьте заключение об их различиях и различиях по конечностям. Выполните операцию *Спектр* из меню анализа ЭМГ (клавиша [2]). Поработайте инструментальными кнопками смены записи или соответствующими быстрыми записями, визуально оценивая различия в спектрах. Проведите анализ по эпохам для показателя A_{\max} при минимальной длине эпохи для двух ног. Сравните изменения амплитуды и ее частоты. Повторите анализ по показателю A_{cp} . Повторите анализ для следующей записи. Отметьте изменения динамики. Проведите анализ по диапазонам для A_{\max} . Сравните распределения мощности по диапазонам для двух ног и нескольких записей по одной ноге.

Тема 7. Дополнительные средства анализа

Задание 1. Работа с блокнотом. На любом файле записей поставьте маркер и, двигая визир, занесите 10—15 отсчетов в блокнот (клавиша [F5] кнопкой или из табло) Вызовите блокнот (клавиша [B] или из команды *Вычисления*), вызовите контекстное меню (правая кнопка мыши) и вычислите статистику по нескольким столбцам (клавиша [3]). Постройте несколько графиков (клавиша [2]), меняя текущий столбец и номер столбца X. Выполните несколько вычислений (клавиша [4]) по введенной формуле $b(i,j)+b(i,j+1)$, меняя текущую позицию в блокноте. Убедитесь, что получаются суммы предыдущего и следующего элементов. Выполните преобразование (клавиша [5]) по введенной формуле $bk(5)*bk(4)$. Убедитесь, что получилось произведение пятого и четвертого столбца. Сохраните содержимое блокнота в архиве (клавиша [F4]). Упорядочите блокнот (клавиша [1]) по возрастанию столбца Y. Считайте (клавиша [F3]) сохраненный блокнот. Убедитесь в восстановлении исходного содержания.

Задание 2. Блок преобразований. Считайте файл ФОН из папки BASE\EEG. Отметьте некоторый участок маркером и визиром, установите указатель канала на первый канал, вызовите меню преобразований (клавиша [P] или из команды *Вычисления*) и сравните первый канал со вторым каналом (кнопка *Сравнение*). Определите статистическую достоверность различий. Считайте на первый канал первый же канал записи из какого-либо другого файла (кнопка *Чтение кнлN*). Удалите первый канал ([Ctrl] + [Del]). 10 раз вставьте оставшийся канал ([Ctrl] + [Ins]). Погасите фонарик *Все каналы*. На первом канале выполните фильтрацию, оставив только альфа-диапазон (8—12 Гц). На втором канале выполните фильтрацию, уда-

лив альфа-диапазон. Визуально сравните результаты с оригиналом на третьем канале. На третьем канале выполните несколько сглаживаний и сравните результаты. На четвертом канале вычислите производную и сравните с оригиналом на 5-м канале. На 5-м канале вычислите огибающую и сравните с оригиналом на 6-м канале, для этого проведите горизонтальную разметку нулевой линией. На 6-м канале выполните преобразование по формуле $x(4)+2*x(5)$, оцените соответствие результата, измеряя амплитуды по 4-, 5-, 6-м каналам. Постройте и сравните амплитудные характеристики (кнопка *Граф*) фильтров Баттерворда и Чебышева-1,2 различных порядков и эпсилон.

Задание 3. Анализ полиграфии. Считайте файл **BOB** из папки **BASE\ECG**. Удалите все каналы, кроме первого. Несколько раз вставьте первый канал для сравнения. Измерите интервал между *R*-зубцами. Установите маркер и визир на *R*- и *S*-зубцы. Вызовите меню анализа полиграфии. Установите границы вариации *R*-*S* перепада = 40% и интервал в половину от измеренного. Выполните выделение максимумов. Сравнением с оригиналом проконтролируйте правильность выделения. В случае ошибок повторите последовательность с другими параметрами до положительного результата. Измерьте амплитуду одного из выделенных максимумов. Выполните операции *Динамика интервалов* и *Гистограмма интервалов* с условием поиска событий $x(1) > \text{«половина от измеренного максимума»}$. На канале оригинала ЭКГ построьте интервалограмму и статистику (гистограмму). Сравните эти две пары графиков, полученных разными способами. Считайте файл **TREM** из папки **BASE\POLI**. Это запись тремора пальцев у больного паркинсоника. Тремор фиксируется замыканием контакта, подключенного к дискретному входу АЦП. Измерениями в табло выясните, изменению какого входного сигнала это соответствует. Выполните операции *Динамика интервалов* и *Гистограмма интервалов* с условием поиска событий $in = \text{«номер сигнала»}$.

Задание 4. Макрокоманды. Считайте любой файл из папки **BASE\ECG\STUDENT**. Потренируйтесь выполнить только клавиатурными действиями построение четырех интервалограмм для четырех каналов. Закройте окна графиков. Определите какую-нибудь свободную макрокоманду и повторите эту последовательность клавиатурных действий. Завершите макрокоманду и закройте окна графиков. Вызовите другой файл и выполните сформированную макрокоманду. Все графики построились? Только сочетанием клавиш выполните макрокоманду для другого файла.

Тема 8. Расширенные возможности

Задание 1. Составьте протокол вида:

№	Действие	Объект	Условие	Ждем
1	Включить	Отладчик		Да
2	Цикл=100			
3	Включить	Запись		Да
4	Пауза		Время=100	Да
5	Пауза		СлучВр=100	Да
6	Выкл.	Запись		Да
7	Повторить			

Установите частоту дискретизации 100 Гц. Сохраните план с протоколом в архиве под новым именем. Имитационный файл во всех задачах может отсутствовать.

Выполните несколько пробных сокращенных по времени пусков протокола для проверки его работоспособности. Уменьшите частоту дискретизации для наблюдения информации отладчика. Проведите чистовой пуск эксперимента с записью результатов в файл.

Обработка результатов. В 100 записях полученного файла нужно подсчитать длительность случайных пауз. С помощью любого статистического пакета (например, в пакете STADIA [45]) для длительностей случайных пауз вычислить показатели описательной статистики, построить гистограмму распределения пауз и проверить гипотезы о соответствии различным законам распределения по критериям хи-квадрат, Колмогорова и омега-квадрат.

Задание 2. В протоколе задачи 1 в качестве 5-ой строки вставьте событие:

5 Перейти Строка=7 Вероятн=30 Нет

Т. е. в обход паузы со случайным временем без ожидания выполнения этого условия. Проведите пробные пуски эксперимента, а затем — чистовой пуск с записью результатов в файл.

Обработка результатов. В 100 записях полученного файла нужно подсчитать частоту выполненных переходов и статистически оценить ее соответствие заданной в плане вероятности.

Задание 3. Составьте протокол для частоты регистрации 100 Гц и включенной регистрацией дискретных сигналов:

№	Действие	Объект	Условие	Ждем
1	Цикл=100			
2	Пауза		СлучВр=200	Да
3	Включить	Запись		Да
4	Перейти=4		Клавиша=	Нет
5	Включить	УпрСиг=1		Да
6	Цикл=100			
7	Выкл.	Запись	Клавиша=q	Нет
8	Пауза	Время=1		Да
9	Повторить			
10	Выкл.	УпрСиг=1		Да
11	Выкл.	Запись		Да
12	Повторить			

Выполняется 100 предъявлений следующей последовательности событий. Выдерживается случайная пауза (№2) для уменьшения привыкания. Включается запись на диск (№3). Обнуляется клавиатурный буфер (№4, опрос любой нажатой клавиши без ожидания), чтобы нажатия во время паузы не срабатывали в строке №7. Включается управляющий сигнал 1 (№5), который выступает в качестве исполнительного стимула и на который надо как можно быстрее отреагировать нажатием клавиши \square . За появлением стимула нужно следить по состоянию входных–выходных каналов в правом верхнем углу монитора. Выполняется 100 циклов по одному такту каждый (1 секунда), внутри которого в случае нажатия клавиши \square (без ожидания) запись выключается (№7). По окончании цикла ожидания реакции выключается сигнал стимула и запись (№10,11).

Таким образом, при нажатой клавише \square не медленнее 1 с от стимула длина записи будет равна латентности реакции (выключение в строке №7), в противном случае длина записи будет равна 1 с (выключение записи произойдет в строке №11).

Проведите пробные пуски эксперимента с частотой 100 Гц и с включенной регистрацией дискретных сигналов, а затем — чистовой пуск с записью ЭЭГ–сигналов в файл.

Обработка результатов. В 100 записях полученного файла нужно подсчитать процент своевременных реакций на стимул. Измерить времена реакции на стимул (от начала записи до реакции) и построить их график в зависимости от номера предъявления. Выводы: охарактеризовать и объяснить динамику изменения времени реакции.

Оформление отчета. Отчет по каждой задаче должен включать разделы: постановка задачи, схема эксперимента, результаты, выводы и рекомендации (с возможными предложениями по усовершенствованию задач и по новым задачам).

Задание 4: Опробовать в реальном времени различные методы экспресс–анализа. Для ускорения результатов следует использовать короткие интервалы наблюдения 3—6 с.

1. Считайте файл записи EEG11 из папки BASE\EEG. Вызовите меню планирования, нажмите кнопку *Экспресс–анализ* и установите режим анализа *ЭЭГ–спектр*. Запустите эксперимент. После каждого интервала в правом полуокне столбиковые диаграммы отражают изменение амплитуд в частотных диапазонах ЭЭГ.
2. Установите режим экспресс–анализа ЭЭГ–карта и частотный диапазон *Альфа*. Запустите эксперимент. После каждого интервала в правом полуокне изменение карты отражает распределение средних амплитуд альфа–ритма на скальпе.
3. Считайте файл записи BOB из папки BASE\ECG. В меню планирования установите режим экспресс–анализа *ЭКГ–монитор*. За-

пустите эксперимент. В правом полуокне для каждого интервала вертикальной черточкой отмечается диапазон вариации ЧСС на интервале и приводится среднее числовое значение ЧСС. В имитационной записи имеется четыре канала соответственно физиологическим прогам: релаксация, задержка 40 с, восстановление, глубокое дыхание. Объясните динамику и различия в результатах экспресс-анализа по каналам.

4. Считайте файл записи СЛВП из папки BASE\EP. Это файл содержит 1000 записей слуховых ВП на щелчки. Вызовите меню планирования и считайте файл плана ВПЭКРАН. Посмотрите установленный режим экспресс-анализа. Посмотрите протокол эксперимента (кнопка *Протокол*):

№	Действие	Объект	Условие	Ждем
1	Цикл=1000			
2	Включить	Запись		Да
3	Выкл.	Запись	Время=200	Да
4	Включить	Анализ		Да
5	Выкл.	Анализ		Да
6	Повторить			

Здесь выполняется 1000 циклов повторения следующей последовательности событий: выполняется запись ЭЭГ-ответа на звуковой (виртуальный) стимул в течение 200 тактов (№2—3). Затем выполняется установленный режим экспресс-анализа (№5), после чего его результаты визуализируются (№5, выключение анализа).

Запустите эксперимент. Некоторое время наблюдайте за результатом усреднения ВП в правом полуокне, как постепенно подавляется высокоамплитудный ЭЭГ-шум и проявляются низкоамплитудные волны слуховых ВП.

Задание 5. Конструирование и использование стимуляторов. Войдите в *Конструктор-Стимулятор* и сконструируйте на экране несколько различных стимулов.

В меню планирования считайте файл плана эксперимента 4КВАДР. В нем заказан одноименный стимулятор и протокол (см. протокол в разд. 10.4), который предъявляет желтый и красный квадраты: на желтый квадрат надо реагировать нажатием клавиши [S], а на красный квадрат — нажатием клавиши [K]. В протоколе эксперимента замените первую строку на *Цикл=100* и запустите эксперимент, стараясь как можно быстрее реагировать на появление квадратов нажатиями клавиш. Затем выйдите из эксперимента и считайте полученный файл записи. В нем содержатся 100 записей и дискретными входными сигналами 1 обозначены события предъявления стимулов и реакции испытуемого. Дискретными входными сигналами 2 обозначены неверные реакции испытуемого. Необходимо посчитать число неверных реакций и построить график зависимости времени реакции от номера предъявления. Для ускорения вызовите меню анализа поли-

графии, зажгите фонарик *Все записи*, нажмите кнопку *Число событий*, введите в свободную строку бланка условий логическое условие $in=2$ и выполните его. Затем опять вызовите меню анализа полиграфии, нажмите кнопку *Динамика интервалов*, введите в свободную строку бланка условий логическое условие $in=1$ и выполните его — на экране появится график латентности ваших реакций.

В отчете о задаче необходимо представить постановку задачи, пример экранной выдачи записи, число ошибочных реакций и график латентности правильных реакций. Объясните протокол эксперимента.

Задание 6. Использование внешних программ: 1) в меню преобразований вызвать внешнюю программу преобразований 0 — она выводит на экран бланк ввода параметров поиска саккад; 2) в протоколе эксперимента включить внешнюю программу 0 — она выводит на экран бланк ввода параметров biofeedback по ЭКГ; запустить эксперимент и ввести параметры в бланк; 3) в протоколе эксперимента включить внешнюю программу 6 — она выводит на экран бланк ввода параметров звуковой стимуляции птенцов; запустить эксперимент и ввести параметры в бланк.

Задание 7. Конструирование виртуальных приборов (по индивидуальному замыслу для избранного файла записи биосигналов) посредством команд *Конструктор–Виртуальные приборы*. Перед этим следует считать файл записи биосигналов и подумать, какие элементы виртуального прибора для него были бы полезны в реальном времени. Созданный прибор сохранить в файле, войти в меню планирования исследований, заказать там виртуальный прибор кнопкой *Конструктор*, установить небольшой интервал наблюдения и апробировать прибор в реальном времени.

Учебная база электрофизиологических записей

База учебных электрофизиологических записей находится в папке BASE и включает следующие подразделы:

- \EEG — записи энцефалограммы;
- \EP — записи вызванных потенциалов головного мозга;
- \ECG — записи электрокардиограммы;
- \REO — реографические записи;
- \EMG — записи электромограммы;
- \SLEEP — полиграфические записи сна;
- \POLI — прочие полиграфические записи.

Общий объем базы записей в развернутом виде составляет более 35 мегабайт, в заархивированном виде - 17 Мбайт.

1. Записи энцефалограммы

Энцефалографическая база в папке \EEG включает записи, характерные как для нормы, так и для некоторых видов патологий. Все эти записи полезно обработать всеми имеющимися в CONAN средствами анализа ЭЭГ (визуальный анализ, вычисление спектров, картирование с выявлением распределения активностей по скальпу и их временной эволюции) и сравнить полученные результаты.

Норма. В качестве примеров нормы имеется ряд записей, выполненных при стандартной пробе релаксации с закрытыми глазами, где в той или иной степени должен проявляться альфа-ритм.

Однако границы этой нормы, как нетрудно заметить, достаточно широки. Так, в файле PAL содержится запись, которая может считаться классикой: альфа-ритм сильно проявляется в затылочных отведениях и его предствавимость быстро спадает по скальпу в направлении лобных отведений, где превалирует бета-активность.

В файле DROJ мы наблюдаем другую картину: малое представительство альфа-ритма практически во всех отведениях. С другой стороны, в файлах EEG16 и OLO представлена прямо противоположная картина: хорошая представимость альфа-ритма практически во всех отведениях с максимумом в теменных отведениях.

Наконец, в файлах ZIG и QE1 приведены записи медитации последователя школы цигун, на которых видно периодическое появление мощной вспышкообразной альфа-активности, сразу же охватывающей весь скальп.

Другую картину мы наблюдаем в состоянии медитации (файл ASAH1), где спектр характерен отсутствием мощных пиков и равномерным спадением от низких к высоким частотам; здесь же мы наблюдаем яркий пример внутренней ЭКГ-наводки в затылочном отведении.

Следующие записи посвящены физиологическим пробам:

GS2 — при фотостимуляции присутствуют низкоамплитудные альфа- и бета-1 активности;

GNT000 — при гипервентиляции заметна более высокоамплитудная активность в альфа-диапазоне;

HVP_VENT — выполнено пять записей: фон 2 мин, три минутных отрезка гипервентиляции, и фон 1 мин; в спектре заметны наводки 50 и 60 Гц с эхом на нескольких кратных высоких частотах.

Представляет также интерес отдельная вложенная папка \ALPHA, в которой содержатся девять записей (EEG1—EEG9), выполненных в пробе «закрытые глаза» у студентов 4-го курса с регистрацией двух затылочных отведений. Эти записи могут служить плодотворным материалом для анализа межиндивидуальных и межполушарных различий в амплитудных и периодометрических показателях альфа-ритма.

Патологии. Для выявления патологической мозговой активности обычно используются две провоцирующие ее физиологические пробы: гипервентиляция и ритмическая световая стимуляция. Содержащиеся в базе данных записи, в основном, иллюстрируют пароксизмальную мозговую активность типа спайков, острых и медленных волн, полифазных колебаний, характерную для эпилепсии, опухолей и ряда других заболеваний.

В файле DUD приведена запись эпилептического больного при гипервентиляции с серией комплексов *острая–медленная волна* классической выраженности. Для сравнения в файле ROG приведена запись другого больного при релаксации с открытыми глазами (фон) с комплексами того же типа, но несколько другой формы. Если у первых двух пациентов на томограммах не было обнаружено никаких анатомических изменений в головном мозгу, то у больного, представленного файлом BUR, обнаружена киста правого мозгового желудочка, и у него уже на фоновой энцефалограмме представлен целый комплект различных элементов патологической активности.

На следующем примере из файла EPI у больного при записи фона зарегистрирован кратковременный эпилептический приступ с 30 по 32 секунду записи. Следует отметить, что эпи–приступы сопровождаются колебаниями ЭЭГ сверхвысокой амплитуды, поэтому их качественная регистрация возможна только при изначально низких коэффициентах усиления. Для сравнения можно посмотреть файл GS0, где на 90–100 секундах у другого пациента при фотостимуляции также зарегистрирован эпи–приступ, однако из–за большого начального усиления его амплитуды зашкаливают за допустимый диапазон. В записи также заметны редкие вспышки альфа с острыми волнами на фоне отдельных тета– и дельта–волн. Характерно, что у того же пациента при гипервентиляции (файл GS1) наблюдаются только редкие острые волны с сильными вспышками альфа–ритма равномерно по теменной и затылочной областям с переходами в лобную область.

В файле LK приведена запись ЭЭГ ребенка, страдающего болезнью Ландау–Клефнера с отдельными комплексами *острая–медленная волна*.

Несколько записей относятся к опухолям мозга различной локализации и происхождения (при релаксации):

15HZ — высокоамплитудный бета–ритм с частотой 15 Гц;

ALTK — тета–волны 6 Гц;

BHUR — вспышки дельта–волн 1,8 Гц на фоне низкоамплитудной бета активности;

IGNAT — острые назоамплитудные волны;

IVAZCHEN — острые бета–волны.

Следующие записи относятся к другим заболеваниям (также при релаксации):

EEG11 — диэнцефальный синдром, острые волны;

EEG12 — головные боли, малая амплитуда альфа-ритма;

EEG13 — закрытая черепномозговая травма, острые волны;

RAM1 — присутствуют острые волны и спайки в большом количестве и разного типа.

2. Записи вызванных потенциалов головного мозга

В папке \EP содержится примеры регистрации слуховых, зрительных и когнитивных вызванных потенциалов.

Слуховые ВП. В файле СЛВП содержится 1000 записей слуховых ВП на звуковые щелчки. Регистрация производилась с частотой 20 кГц на интервале наблюдения 10 мс. Для усреднения в меню анализа ВП рекомендуется установить следующие значения параметров:

- опорная точка — Т0 (время 0 секунд от начала записи);
- начало усреднения — 0 [с];
- конец усреднения — 0,01 [с];
- усиление — 10;
- сглаживаний — 2.

Результат усреднения содержит хорошо проработанные пики I, II, III, IV, V слуховых ВП дальнего поля.

Зрительные ВП представлены 8 файлами, в которых содержится по 200 записей с регистрацией двух затылочных отведений в течение 0,5 с на частоте 500 Гц:

- в ответ на вспышку: ВСВП5, ВСВП7, ВСВП6-1, ВСВП6-2 (последние два файла относятся к одному испытуемому);
- в ответ на шахматный паттерн: ШПВП5, ШПВП6, ШПВП7, ШПВП1-1, ШПВП1-2 (последние два файла относятся к одному испытуемому).

Эти файлы позволяют произвести анализ межиндивидуальных различий и внутрииндивидуальной вариативности.

Когнитивные ВП. В файле КГВП содержится 34 записи ВП. Регистрация производилась с частотой 200 Гц на интервалах наблюдения переменной длительности до 5 с и включала: один канал ЭОГ, 13 отведений ЭЭГ и канал дискретных сигналов (напомним, что изменение состояния этого канала на записи отображается красными вертикальными черточками). В качестве стимулов использовались лампы, расположенные на полусфере.

3. Записи электрокардиограммы

Кардиографическая база в папке \ECG включает файлы следующих категорий записей:

- записи по клинической системе отведений;
- тесты дыхания;
- физиологические пробы;
- кардиограммы животных.
- прочие записи.

Клинические записи. В файле KU-8 приведена запись ЭКГ по системе четырех отведений (два отведения от конечностей и два грудных отведения), которая при чтении автоматически преобразуется в систему восьми отведений. Эта запись позволяет использовать все средства анализа ЭКГ. В частности, после выполнения пункта *Диагноз* получаем следующее заключение о возможных отклонениях от нормы:

P-аномалия: $P > 0,04 \text{ mV}$;

Синусовый ритм: $P > 0,02 \text{ mV}$, ЧСС=60–80, dRR<10%;

Повышение T-амплитуды: $T > 0,3 * R$;

Отрицательная T-амплитуда.

В файлах GI, GI-1, GI-2 приведены записи ЭКГ по системе восьми отведений (два отведения от конечностей и шесть грудных отведений), которая при чтении автоматически преобразуется в систему 12 отведений. Больная страдает фибрилляцией предсердий, что отчетливо проявляется на интервалограмме). После выполнения пункта *Диагноз* получаем целый комплекс возможных отклонений от нормы:

RS-переходная зона в Vi смещена влево: $R/S < 0,75$ в V5;

P-аномалия: $P > 0,04 \text{ mV}$;

Синусовая брадикардия: $P > 0,02 \text{ mV}$, ЧСС<60;

Антеросептальное субэндокард.поврежд: $ST < -0,25 \text{ mV}$ в Vi;

Антеросептальная ишемия справа: $ST < -0,2 \text{ mV}$ в V1/V2/V3;

Повышение ST: $ST > 0,2 \text{ mV}$ в двух Vi или двух I,III,aVi;

Повышение T-амплитуды: $T > 0,3 * R$;

Отрицательная T-амплитуда;

Возможна правовентрикулярная гипертония.

Тесты дыхания. Тесты дыхания состоят в регистрации одного ЭКГ отведения I. Результаты содержатся в нескольких, по-разному структурированных файлах:

AK, AK1, AK2, BOB, GEN, PAVLIN — в каждом файле на последовательных четырех каналах содержатся результаты регистрации следующих физиологических проб: 1) спокойное дыхание; 2) 40-секундная задержка дыхания; 3) восстановление после задержки; 4) глубокое медленное дыхание; возраст всех испытуемых 45–50 лет;

KATYA, LUSI, PETER — в каждом файле в последовательных записях содержатся результаты регистрации следующих физиологиче-

ских проб: 1) спокойное дыхание; 2) 30-секундная задержка дыхания; 3) глубокое медленное дыхание; возраст испытуемых, соответственно, 20, 45, 16 лет.

Записи полезно исследовать методами вариационной пульсометрии с выявлением межиндивидуальных и внутрииндивидуальных различий.

Физиологические пробы располагаются в папке \STUDENT и содержат исследования студентов 3-го курса, выполненные в течение трех последовательных лет. В каждом файле поканально зарегистрированы по четыре испытуемых. В файлах без дополнительного постфикса приведены результаты релаксации. В файлах с постфиксом S содержатся три записи восстановления после физнагрузки в 30 приседаний. В файлах с постфиксом D содержатся три записи: 1) задержка дыхания; 2) восстановление после задержки; 3) глубокое ритмичное дыхание. Данный материал является чрезвычайно интересным для исследования индивидуальных различий методами вариационной пульсометрии и может быть использован для выполнения курсовых работ.

Кардиограммы животных:

MOUSE-1, MOUSE-2, MOUSE-3 — записи лабораторных мышей;
BIRD — запись птенца перепелки.

Анализ этих записей требует перенастройки алгоритма выделения R-зубцов в меню анализа ЭКГ по нажатию клавиши *Настройка*

Прочие записи:

IPAT — запись ветерана BOB 70 лет с сильной аритмией, отчетливо видной уже на самой кардиограмме;

TREP — 2-канальная клиническая запись ЭЭГ при трепетании предсердий;

KUZЯ — запись двухмесячного младенца, на интервалограмме видна свойственная данному возрасту плохая вариабельность сердечного ритма с высокой ЧСС.

4. Реографические записи

В папке \REO базы учебных записей содержится примеры реограмм четырех испытуемых:

- мужчина 50 лет, рост 170, вес 68 — файлы, начинающиеся с А;
- женщина 17 лет, рост 165, вес 55 — файлы, начинающиеся с D;
- женщина 45 лет, рост 165, вес 65 — файлы, начинающиеся с G;
- мужчина 24 лет, рост 172, вес 75 — файлы, начинающиеся с J.

Для каждого испытуемого выполнены четыре реозаписи:

- тетраполярная реограмма — файлы с номером 01;
- симметричные реограммы с правого и левого локтя — файлы с номером 02;

- симметричные реограммы с правой и левой голени — файлы с номером 03;
- реоэнцефалограммы — файлы с номером 04 (см. рис. 7.3).

Для некоторых испытуемых проведены по две реографические записи, что позволяет оценивать внутрииндивидуальную вариативность. В файле AR034 представлена запись четырех реографических отведений: два от голени и два от бедра.

Данный материал можно анализировать всеми имеющимися средствами анализа реограммы для изучения индивидуальных, возрастных и других различий, а также различий между видами реограмм.

5. Записи электрограммы

В папке BASE\EMG содержатся: а) записи М-ответов на электрический стимул; б) записи фоновых и нагрузочных миограмм.

Шесть примеров записи М-ответов при стимуляции верхних конечностей приведены в файлах TPS, UDS1, UDS2, UPD, USD, USS (частота дискретизации 4500 Гц). Стимуляция и измерения производились на разных участках руки: палец—кисть (UDS1, UDS2), запястье—локоть (UPD, USD, USS), запястье—плечо в точке Эрби (TDS). Совместное изображение М-ответов для этих записей приведено на рис. П6, на котором можно наблюдать как бифазные (UDS1, USS, TDS), так и полифазные (UDS2, UPD, USD) ответы. В каждом файле имеется 5—7 последовательно выполненных записей, поэтому, кроме измерений латентностей ответа, площадей, амплитуд, можно производить усреднение М-ответов средствами бланка анализа ВП.

В файлах MOTB, MOTB1, MOTB2, MOTB3 содержатся записи М-ответов на ритмическую стимуляцию палец—кисть. В каждой записи (частота дискретизации 1 кГц) зарегистрирована серия из пяти стимулов: канал 1 — сами стимулы; канал 2 — ЭМГ-ответы. Кроме этого регистрировались дискретные сигналы, и момент включения стимула отмечался по входному дискретному каналу 1.

В файлах ALIEV, HUSSEIN, KALIA1—KALIA4, KARM1, KARM2, NIKON содержатся записи фоновой ЭМГ различных мышц при физической нагрузке и различного типа поражениях и травмах. Эти записи содержат богатый материал для сравнительного анализа внутри и межиндивидуальных различий в отношении спектров ЭМГ и их временной динамики для различных групп мышц и заболеваний.

6. Полиграфические записи

В папке BASE\POLI содержатся полиграфические записи:

Файл ALIC содержит запись ЭЭГ совместно с ЭКГ. Запись позволяет произвести отдельный анализ ЭЭГ и ЭКГ, а также попытаться найти некоторые корреляты между ними.

Файл BREATH содержит 15-канальную запись дыхания 15 испытуемых, позволяет произвести амплитудный и периодометрический анализ дыхательного ритма и сравнить результаты по всем испытуемым.

Файл KGR содержит запись КГР совместно с ЭКГ, на которой отражены три характерные КГР-реакции при регистрации по схеме Тарханова (с полифазными колебаниями). Запись позволяет произвести измерения параметров КГР-реакций и попытаться найти некоторые корреляты КГР с ЭКГ.

Файл TREM содержит запись дрожания пальцев (мышечный тремор) больного паркинсонизмом. Каждое мышечное треморное колебание регистрируется в виде входного дискретного сигнала. Технически это осуществляется следующим образом: перед больным поставлена задача держать иголку в центре отверстия в металлической пластине, провода от иголки и пластины соединены с землей и первым пином разъема входных дискретных сигналов контроллера АЦП. Тем самым замыкание этой цепи приводит к появлению входного дискретного сигнала.

Файл SIN4+1 содержит шесть гармонических сигналов: каналы 2—6 — это синусоиды различной амплитуды и частоты; канал 1 — сумма синусоид каналов 2—5. Тем самым синусоиды каналов 2—5 являются разложением Фурье сложного сигнала канала 1. Работу преобразования Фурье полезно посмотреть и в спектральной области, где можно также наблюдать и эффект вытекания мощности. Синусоида канала 6 очень близка по амплитуде и периоду к синусоиде канала 2, однако в отличие от последней она укладывается целым числом периодов на эпохе 8 с, поэтому у нее полностью отсутствует эффект вытекания мощности, как это хорошо видно в спектральной области.

Файл MEANDR содержит прямоугольный импульс (прямоугольное окно). Вычисление спектра на эпохе 16 с демонстрирует эффект вытекания мощности с образованием множества боковых лепестков экспоненциально уменьшающейся амплитуды.

Кроме того, полиграфические записи ЭЭГ, ЭКГ, ЭМГ и дыхания содержатся в папке SLEEP исследования сна.