

строювання частоти здійснюється зміною ємності конденсатора C_{10} . Збереження генерації на обраній частоті забезпечується підбором елементів схеми R_{17} , C_9 , C_{11} [4, 6]. Замість антени може бути використано металевий дріт діаметром 2 мм і довжиною 35 см.

Пристрій живиться напругою 9 в від акумуляторної батареї 7Д 0,1, ємності якої достатньо на 10 год безперервної роботи. Основні технічні параметри: вхідний опір 1,5 мОм; смуга пропускання 0,2—300 Гц; рівень шуму 5 мкВ; модуляція сигналу ЧМ; вага разом з акумулятором живлення 110 г; дальність зв'язку з приймачем чутливістю 10 мкВ 100 м.

Наведений пристрій надійний, простий у виготовленні та наладці і регулюванні, добре зарекомендував себе в умовах експлуатації на протязі шести місяців.

Література

1. Герасимов С. М., Мигулин И. Н., Яковлев В. Н. Расчет полупроводниковых усилителей и генераторов. Киев, 1961, 31—38.
2. Ломанович В. А. Малошумящий широкополосный усилитель. — Радио, 1975, 5, 40—41.
3. Парин В. В. (Ред.). Биологическая телеметрия. М., «Медицина», 1971, 81—82.
4. Татоян С. Х. Миниатюрный одноканальный радиотелеметрический передатчик для регистрации ЭКГ у животных и человека. — Физиол. журн. СССР, 1971, LVII, 1, 130—132.
5. Утямышев Р. И. Радиоэлектронная аппаратура для исследования физиологических процессов. М., «Энергия», 1969, 61.
6. Джонсон Е. Б. Стимуляция мозга телеметрическими методами. — В кн.: Достижения в области телеметрии (матер. междунар. и нац. конфер. США). М., «Мир», 1970, 324—332.

Кафедра гігієни праці
Донецького медичного інституту

Надійшла до редакції
12.II 1976 р.

УДК 612.833.91:612.013.32:53.08

О. Н. Лебідь, В. П. Діденко

ЕЛЕКТРОННИЙ ПРИЛАД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКІСНИХ РЕАКЦІЙ

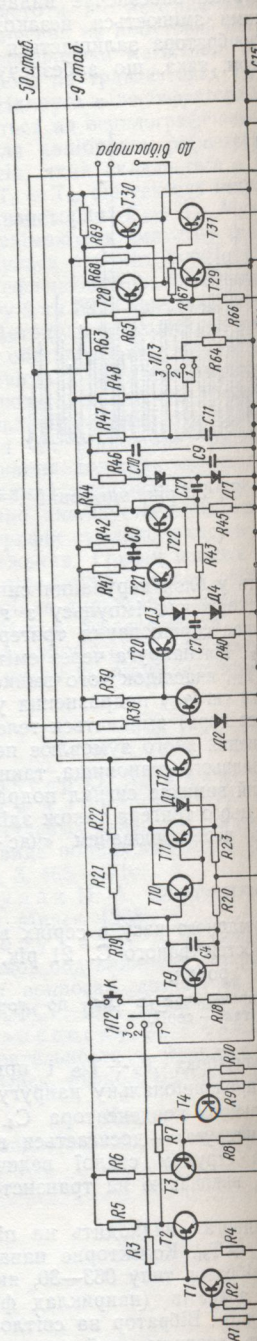
Сучасна виробнича діяльність людини супроводжується значним нервово-психічним навантаженням, що викликає значне розумове стомлення, яке в свою чергу пов'язане з уповільненням або неправильною оцінкою виробничої ситуації, що стає причиною порушення виробничого процесу і навіть аварій. Ось чому проблема дослідження виникнення і розвитку розумового стомлення — одна з важливих проблем дослідження організму здорової людини.

Дослідження ряду авторів [2—5] показали, що розумове стомлення викликає подовження часу відповідних реакцій. Для вимірювання часу цих реакцій використовують радіорефлексометри [1], що забезпечують визначення часу окремих реакцій. Більше інформації можна одержати, викликаючи експериментальне розумове стомлення тривалими сигналами подразнення з безперервною реєстрацією часу відповідних реакцій. Одержані таким чином дані розкривають динаміку розумового стомлення. Усе це настановило нас розробити для дослідження динаміки експериментального розумового стомлення спеціальний електронний прилад — рефлексоінтервалограф, який дає змогу подавати сигнали подразнення і реєструвати час відповідних реакцій з точністю ± 5 мс.

Принципова схема рефлексоінтервалографа наведена на рис. 1.

Рефлексоінтервалограф складається з таких основних вузлів: генератора аритмічних імпульсів, блока керування сигналом подразнення, перетворювача «час — напруга», генератора калібрувальних імпульсів, генератора напруги звукової частоти з частотною модуляцією, частотного детектора, підсилювача постійного струму та блока живлення.

Генератор аритмічних імпульсів виконаний на транзисторах $T_{14} \div T_{16}$. За основу генератора взято мултивібратор з несиметричними часозарядними ланцюгами. Для забезпечення видачі імпульсів з інтервалами 0,5; 0,75; 1,0; 1,25 с з різним порядком слідування опір одного часозарядного ланцюга мултивібратора переключачається з допомогою крокового шукача ШИ-17. Застосування у генераторі аритмічних імпульсів



конденсатора C_{10} . Збереження генераторів схеми R_{17} , C_9 , C_{11} [4, 6].
діаметром 2 мм і довжиною

ної батареї 7Д 0,1, ємності якої
хнічні параметри: вхідний опір
5 мкс; модуляція сигналу ЧМ;
в'язку з приймачем чутливістю

енні та налазді і регулюванні,
отязі шести місяців.

В. Н. Расчет полупроводни-
ный усилитель.— Радио, 1975,

Медицина, 1971, 81—82.
леметрический передатчик для
журн. СССР, 1971, LVII, 1,

ия исследования физиологиче-
ни методами.— В кн.: Дости-
конфер. США), М., «Мир»,

Надійшла до редакції
12.II 1976 р.

СЛІДЖЕННЯ

ся значним нервово-психіч-
ння, яке в свою чергу по-
нчої ситуації, що стає при-
тому проблема дослідження
ивих проблем дослідження

мове стомлення викликає
су цих реакцій використо-
ня часу окремих реакцій.
альне розумове стомлення
ю часу відповідних реак-
мового стомлення. Усе це
риментального розумового
алограф, який дає змогу
реакцій з точністю ± 5 мс.

рис. 1.
вузлів: генератора арит-
ретворювача «час» — на-
пруги звукової частоти
остійного струму та бло-

рах $T_{14} \div T_{16}$. За основу
ядними ланцюгами. Для
25 с з різним порядком
ра переключається з до-
рі аритмічних імпульсів

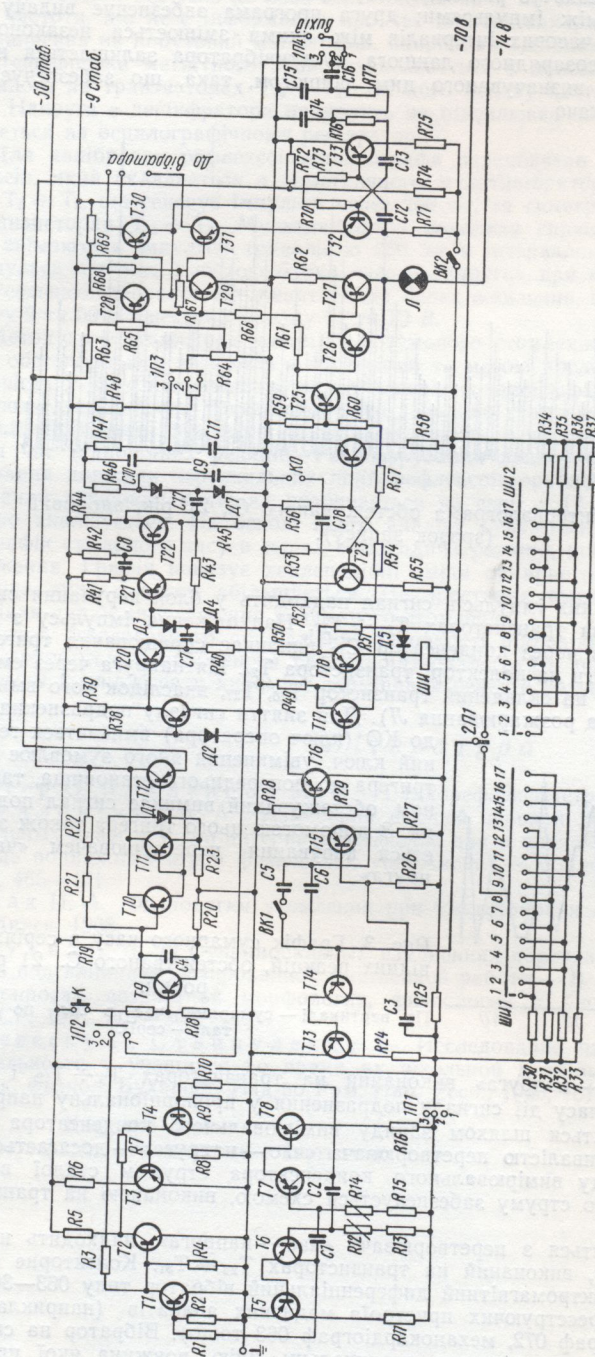


Рис. 1. Принципова схема рефлексоінтервалографа.

R_{11} , R_{10} , R_{32} , R_{33} , R_{34} , R_{35} , R_{36} , R_{37} , R_{38} , R_{39} , R_{40} , R_{41} , R_{42} , R_{43} , R_{44} , R_{45} , R_{46} , R_{47} , R_{48} , R_{49} , R_{50} , R_{51} , R_{52} , R_{53} , R_{54} , R_{55} , R_{56} , R_{57} , R_{58} , R_{59} , R_{60} , R_{61} , R_{62} , R_{63} , R_{64} , R_{65} , R_{66} , R_{67} , R_{68} , R_{69} , R_{70} , R_{71} , R_{72} , R_{73} , R_{74} , R_{75} , R_{76} , R_{77} , R_{78} , R_{79} , R_{80} , R_{81} , R_{82} , R_{83} , R_{84} , R_{85} , R_{86} , R_{87} , R_{88} , R_{89} , R_{90} , R_{91} , R_{92} , R_{93} , R_{94} , R_{95} , R_{96} , R_{97} , R_{98} , R_{99} , R_{100} .
 C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , C_5 , C_6 , C_7 , C_8 , C_9 , C_{10} , C_{11} , C_{12} , C_{13} , C_{14} , C_{15} , C_{16} , C_{17} , C_{18} , C_{19} , C_{20} .
 T_1 , T_2 , T_3 , T_4 , T_5 , T_6 , T_7 , T_8 , T_9 , T_{10} , T_{11} , T_{12} , T_{13} , T_{14} , T_{15} , T_{16} , T_{17} , T_{18} , T_{19} , T_{20} , T_{21} , T_{22} , T_{23} , T_{24} , T_{25} , T_{26} , T_{27} , T_{28} , T_{29} , T_{30} , T_{31} , T_{32} , T_{33} , T_{34} , T_{35} , T_{36} , T_{37} , T_{38} , T_{39} , T_{40} , T_{41} , T_{42} , T_{43} , T_{44} , T_{45} , T_{46} , T_{47} , T_{48} , T_{49} , T_{50} , T_{51} , T_{52} , T_{53} , T_{54} , T_{55} , T_{56} , T_{57} , T_{58} , T_{59} , T_{60} , T_{61} , T_{62} , T_{63} , T_{64} , T_{65} , T_{66} , T_{67} , T_{68} , T_{69} , T_{70} , T_{71} , T_{72} , T_{73} , T_{74} , T_{75} , T_{76} , T_{77} , T_{78} , T_{79} , T_{80} , T_{81} , T_{82} , T_{83} , T_{84} , T_{85} , T_{86} , T_{87} , T_{88} , T_{89} , T_{90} , T_{91} , T_{92} , T_{93} , T_{94} , T_{95} , T_{96} , T_{97} , T_{98} , T_{99} , T_{100} .
 D_1 , D_2 , D_3 , D_4 , D_5 , D_6 , D_7 , D_8 , D_9 , D_{10} , D_{11} , D_{12} , D_{13} , D_{14} , D_{15} , D_{16} , D_{17} , D_{18} , D_{19} , D_{20} , D_{21} , D_{22} , D_{23} , D_{24} , D_{25} , D_{26} , D_{27} , D_{28} , D_{29} , D_{30} , D_{31} , D_{32} , D_{33} , D_{34} , D_{35} , D_{36} , D_{37} , D_{38} , D_{39} , D_{40} , D_{41} , D_{42} , D_{43} , D_{44} , D_{45} , D_{46} , D_{47} , D_{48} , D_{49} , D_{50} , D_{51} , D_{52} , D_{53} , D_{54} , D_{55} , D_{56} , D_{57} , D_{58} , D_{59} , D_{60} , D_{61} , D_{62} , D_{63} , D_{64} , D_{65} , D_{66} , D_{67} , D_{68} , D_{69} , D_{70} , D_{71} , D_{72} , D_{73} , D_{74} , D_{75} , D_{76} , D_{77} , D_{78} , D_{79} , D_{80} , D_{81} , D_{82} , D_{83} , D_{84} , D_{85} , D_{86} , D_{87} , D_{88} , D_{89} , D_{90} , D_{91} , D_{92} , D_{93} , D_{94} , D_{95} , D_{96} , D_{97} , D_{98} , D_{99} , D_{100} .

крокового шукача ШИ-17 дозволило одержати дві програми слідування імпульсів. Кожна з програм складається з 17 імпульсів. Сумарна тривалість 17 імпульсів становить 15 с. Перша програма забезпечує рівномірне зростання, а потім зменшення тривалості часового інтервалу між імпульсами; друга програма забезпечує видачу серій в 17 імпульсів, тривалість часових інтервалів між якими змінюється незакономірно. Стала часу другого часозарядного ланцюга мультівібратора залишається незмінною. Тривалість імпульсу, визначуваного цим ланцюгом, така, що забезпечує чітке спрацювання крокового шукача.

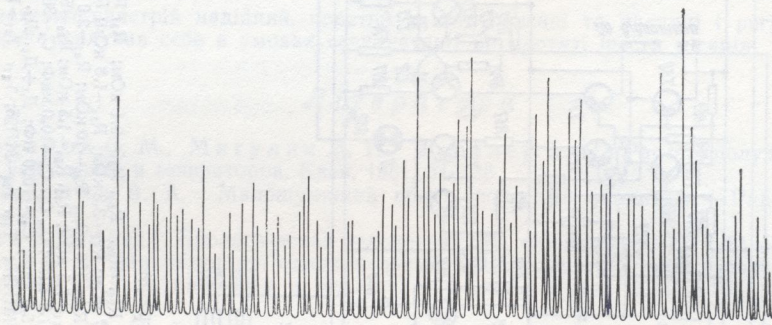


Рис. 2. Рефлексоінтервалограма обстежуваного С., 21 рік, здоровий (зразок запису).

З генератора аритмічних імпульсів сигнал надходить у блок керування сигналом подразнення, виконаним на транзисторах $T_{23} \div T_{27}$. Надходження імпульсу з генератора аритмічних імпульсів через конденсатор C_{18} викликає спрацювання тригера, що зумовлює зростання напруги на колекторі транзистора T_{24} . Ця напруга через емітерний повторювач T_{25} надходить на складений транзистор T_{26}, T_{27} , внаслідок чого вмикається сигнал подразнення (лампа розжарювання L). Для зняття сигналу подразнення у гніздо КО (ключ оператора) вмикається телеграфний ключ, увімкнення якого зумовлює перехід тригера до попереднього становища, таким чином, обстежуваний вмикає сигнал подразнення. З допомогою цього тригера також здійснюється керування перетворювачем «час — напруга».

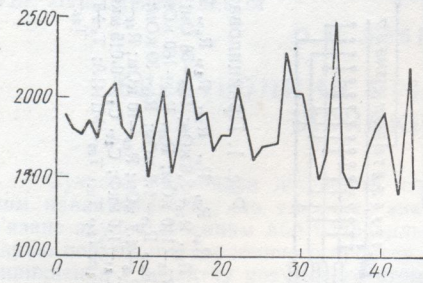


Рис. 3. Графік сумарного часу в серіях відповідних реакцій, обстежуваного С., 21 рік, здоровий.
По вертикалі — сумарний час в мс, по горизонталі — серії.

Перетворювач «час — напруга» виконаний на транзисторах $T_9 \div T_{12}$ і призначений для перетворення часу дії сигналу подразнення у пропорційну напругу. Це перетворення здійснюється шляхом заряду вимірювального конденсатора C_4 . Лінійна залежність між тривалістю перетворювача «час — напруга» — досягається використанням процесу заряду вимірювального конденсатора струмом сталої величини. Стала величина зарядного струму забезпечується схемою, виконаною на транзисторах $T_{10} \div T_{12}$.

Напруга, що знімається з перетворювача «час — напруга», надходить на підсилювач постійного струму, виконаний на транзисторах $T_{28} \div T_{31}$. Колекторне навантаження підсилювача — електромагнітний диференціальний вібратор типу 063—30, якими укомплектовано багато реєструючих пристроїв медичних апаратів, (наприклад фізіограф 068, електрокардіограф 072, механокардіограф 063 тощо). Вібратор на світлочутливому матеріалі реєстратора креслить вертикальну лінію, довжина якої пропорційна довжині вимірюваного часового інтервалу. Підсилювач має регулятор підсилення та установки ізоляції. Реєстрація часових інтервалів здійснюється у масштабі 50 мс в 1 см чи 100 мс в 1 см. Зразок запису наведений на рис. 2 рефлексоінтервалограмою обстежуваного С (21 р., здоровий).

Вихідна напруга перетворювача «час — напруга» — це модулююча напруга генератора напруги звукової частоти з частотною модуляцією. Цей генератор виконаний

на напівпровідниковому симетричному модулюючому генераторі, еквівалентна напруга змінюється від 1000 до 3000 Гц, що несе інформацію про час, який знімається на побутовий магнітофон.

Дешифровка магнітного сигналу виконана на транзисторах $T_{13} \div T_{17}$. Напруга з дешифратора надходить на осцилографічний пристрій.

Для калібрування рефлексоінтервалів, який складається з тривалості імпульсу $T_5 \div T_8$, що генерує імпульси на транзисторах $T_1 \div T_4$. Мультиплікатор знімає імпульси тригера. Ці імпульси керують роботою рефлексоінтервалографа.

Рефлексоінтервалограф працює від напруги 9 та 50 В і нестабілізованої.

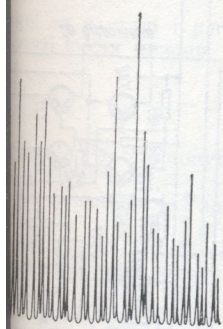
Методика дослідження динаміки обстежуваного знайомого з методикою 1—2 хв попрацював починають дослідження, тривалість відповіді відповідає приблизно часу відповідних реакцій. Одержаний цифровий матеріал статистично аналізується. На основі графіка сумарного часу в дослідженні. Графік показує амплітуду яких з часом збільшується для оцінки динаміки посилення.

Метод безперервного дослідження з допомогою розробленої дає змогу досліджувати динаміку реакцій.

1. Боксер О. Я., Клевцов А. А. Начальные классы школ-интернатов в виде подвижных игр и физкультурных упражнений. М., 1968, 12, 3, 465—471.
2. Кулак И. А. Физиология человека. Минск, 1968.
3. Хоружая С. Д. О функциях под влиянием дозирования по вопросам возрастной физиологии. М., 1961, 307—308.
4. Тэнессеку Г., Стэнчак. Физиология человека. Минск, 1968.

Кафедра фізики
Ворошиловградського медичного інституту

ами слідування імпульсів. Кожна амплітуда становить 17 імпульсів становить я, а потім зменшення трива- трама забезпечує видачу серій ми змінюється незакономірно. вібратора залишається незмін- ом, така, що забезпечує чітке



С., 21 рік, здоровий

у блок керування сигналом одження імпульсу з генера- ає спрацювання тригера, що Ця напруга через емітерний 27, внаслідок чого вмикається сигналу подразнення у гніз- атора) вмикається телеграф- ння якого зумовлює перехід днього становища, таким чи- вмикає сигнал подразнен- бого тригера також здійсню- перетворювачем «час — на-

арного часу в серіях відпо- стежуваного С., 21 рік, здо- ровий.

ний час в мс, по горизон- алі — серії.

исторах $T_9 \div T_{12}$ і призна- опорційно напругу. Це ного конденсатора C_4 . Лі- пруга» — досягається вико- струмом сталої величини. виконаною на транзисторах

уга», надходить на підси- T_{31} . Колекторне наванта- ратор типу 063—30, якими паратів (наприклад фізіо- о). Вібратор на світлочут- довжина якої пропорцій- вач має регулятор підси- здійснюється у масштабі рис. 2 рефлексointervalo-

модулююча напруга гене- Цей генератор виконаний

на напівпровідниковому симетричному мультівібраторі ($T_{32}—T_{33}$). При подачі на нього модулюючої напруги, еквівалентної часовому інтервалу в 1 с, частота генерованої на- пруги змінюється від 1000 до 3000 Гц. Модульована по частоті напруга генератора зву- кової частоти, що несе інформацію про час відповідних реакцій обстежуваного, може бути записана на побутовий магнітофон, наприклад «Дайна».

Дешифровка магнітного запису здійснюється з допомогою частотного детектора, виконаного на транзисторах $T_{19} \div T_{22}$. За його основу взято мультівібраторний часто- томір. Напруга з дешифратора надходить на підсилювач постійного струму. Запис від- творюється на осцилографічному реєстраторі.

Для калібровки рефлексointervaloграфа передбачено генератор калібрувальних імпульсів, який складається з симетричного мультівібратора, виконаного на транзис- торах $T_5 \div T_8$, що генерує імпульси через 250 мс, та симетричного тригера, виконаного на транзисторах $T_1 \div T_4$. Мультівібратор викликає спрацювання тригера, з виходу якого знімаються імпульси тривалістю 250 мс з інтервалом між ними також 250 мс. Ці імпульси керують роботою блока «час — напруга» при калібровці.

Рефлексointervaloграф живиться від блока живлення, що забезпечує стабілізовану напругу 9 та 50 В і нестабілізовану 14 та 70 В.

Методика дослідження динаміки розумового стомлення така. На початку дослід- ження обстежуваного знайомлять з умовами та метою дослідження. Потім йому дають можливість 1—2 хв попрацювати на рефлексointervaloграфі, а після 3—5 хв відпочинку починають дослідження, тривалість якого звичайно становить 15 хв. За цей час обсте- жуваний відповідає приблизно на 750 подразнень, а на рефлексointervaloграмі запи- сується час відповідних реакцій. Розшифрування запису здійснюється шляхом пере- творювання довжини вертикальних ліній рефлексointervaloграм в еквівалентний час. Одержаний цифровий матеріал розбивається на серії з 17 послідовних реакцій і ста- тистично аналізується. На основі цього аналізу будуються графіки. На рис. 3 пока- зано графік сумарного часу в серіях відповідних реакцій, побудованих за даними 15 хв дослідження. Графік показує хвиляподібні зміни сумарного часу відповідних реакцій, амплітуда яких з часом збільшується. Це зростання амплітуди можна використати для оцінки динаміки посилення розумового стомлення.

Метод безперервного дослідження швидкості відповідних реакцій, що здійснюю- ться з допомогою розробленого рефлексointervaloграфа, постачає наочну інформацію і дає змогу досліджувати динаміку термінових реакцій розумового стомлення.

Література

1. Боксер О. Я., Клевцов М. И.— Радиорефлексометрия. М., Медгиз, 1963, 156.
2. Гужаловский А. А. Изменения высшей нервной деятельности воспитанников начальных классов школ-интерната в течение дня и влияние на нее активного отдыха в виде подвижных игр и физических упражнений.— Журн. высш. нервн. деят., 1962, 12, 3, 465—471.
3. Кулак И. А. Физиология утомления при умственной и физической работе челове- ка, Минск, 1968.
4. Хоружая С. Д. О функциональных изменениях кортикальных процессов у школь- ников под влиянием дозированной умственной работы.— В сб.: Матер. V научн. конф. по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., Изд-во АПН РСФСР, 1961, 307—308.
5. Тэнессеску Г., Стэнчулеску Е. Исследование изменения высшей нервной деятельности у учащихся во время их школьной деятельности.— В сб.: Конф. ру- мынск. физиол. Бухарест. Изд-во Рум. Нар. Респ., 1960, 151—152.

Кафедра фізики
Ворошиловградського медичного інституту

Надійшла до редакції
7.1 1976 р.