ТАРТУСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ОБ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМАХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВРЕМЕНИ РЕАГИРОВАНИЯ

ТАРТУ 1969

1 VI
A-6396

Тартуский государственный университет
Отраслевая лаборатория промышленной психологии

ОБ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМАХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВРЕМЕНИ РЕАГИРОВАНИЯ

Тарту 1969

TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU

ОБ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМАХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО
ИССЛЕДОВАНИЯ ВРЕМЕНИ РЕАГИРОВАНИЯ

На русском языке

Тартуский государственный университет
ЭССР, г. Тарту, ул. Юликооли, I8

==========

Ротапринт ТГУ I969. Сдано в печать 9/IX I969г.
Печ. листов I4,25 (условных I3,25). Учетн.-издат.
листов I0. Тираж 500 экз. Бумага 30х42. I/4.
МВ 00603. Заказ № 690.
Цена 70 коп.

Содержание

Стр.

От симпозиума до симпозиума 8

Материалы I симпозиума:

К.В. Бардин - Использование времени реакции для исследования сенсорных процессов. Io

О.А.Берекашвили - К вопросу о зависимости времени реакции от количества стимулов (в свете теории установки Д.Н.Узнадзе) II

М.М. Власова - Время реакции как показатель динамики нервных процессов при установлении реакции высшего уровня у человека I2

Г.М. Зараковский - Использование временных характеристик для анализа мыслительных операций сравнения и перекодирования I7

Х.В. Кайдро - Влияние раздражителей, не имеющих сигнального значения, на время реакции человека I8

А.О. Костанян - О значении звука в двигательной реакции детей школьного возраста 24

М.А. Котик - Об использовании временных характеристик для исследования восприятия оператором показаний приборов 26

Н.Е. Малков - Возрастные изменения максимального темпа простых движений 29

Э.Ю. Пунг – О влиянии эмоционального напряжения, обусловленного ситуацией экзамена, на скорость реагирования 31

Э.Ю. Пунг и У.М. Сийманн – О некоторых методических проблемах исследования ВР 36

Э.Ю.Пунг и У.М. Сийманн – О некоторых конкретных характеристиках ВР 39

Ю.М. Саарма и М.М. Саарма – Среднее колебание латентных периодов реакций – показатель взаимодействия раздражительного и тормозного процессов 41

У.М. Сийманн – О комплексном исследовании факторов, влияющих на скорость реагирования 44

Г.В. Суходольский – Время реакции человека при слежении за движущейся целью .. 51

Е.И. Теплицкая – Значение скорости реагирования в экспериментальном исследовании больных жизофренией 52

В.Я. Фишелев – Связанные цели и условные характеристики в исследованиях ВР 55

И.А. Шихин – Влияние совмощенных действий на время реагирования при поступлении сигналов в периферическое зрение 57

Материалы II симпозиума:

С.М. Блинков – К вопросу о происхождении дисперсии времени реакции. Исследование ВР у испытуемых, находящихся в состоянии гипноза 60

М.Н. Борисова – О соотношении латентных периодов реакции различения и порогов различия 67

С.П. Бочарова – Влияние ценной информации на скорость решения конструктивных задач.. 71

В.М. Водлозеров и А.З. Гафаров – Некоторые характеристики реакции на совмещение двух объектов – меток 75

Г.Г. Вучетич, Г.Е. Журавлев, В.П. Зинченко – Время реакции на условно-зависимые случайные последовательности 80

Г.Г. Вучетич и В.П. Зинченко – Исследование зависимости объема кратковременной памяти от времени экспозиции и навыка перекодирования тестового материала 87

В.П. Зинченко и Г.Г. Вучетич – Определение времени преобразования информации в кратковременной памяти 93

Б.А. Вяткин – Изменение вариативности латентного периода простой двигательной реакции при многократном предъявлении стимула как показатель силы процесса возбуждения 102

Б.А. Вяткин – Скорость реакции на старте при различной степени нервно-психического напряжения у лиц с сильной и слабой нервной системой.. 105

В.С. Дьяченко и А.А. Логинов – Влияние величины и структуры межсигнальных интервалов на скорость сенсо-моторных реакций человека 107

А.А. Логинов и В.С.Дьяченко – Продолжительность скрытого периода простой сенсо-моторной реакции как показатель антиципирующей функции мозга 113

А.И. Коган – О взаимосвязи быстроты и правильности выбора решения при зрительной оценке формы 117

М.А. Котик – Об одном методе оценки

эффективности стратегии оперативного мышления 124

М.А. Котик - Оценка влияния временных ограничений оператора на надежность работы системы "человек - машина" 130

С.Кучеровская, Г. Суходольский, И. Тимофеева, Л. Устинова - О зависимости времени реакции при слежении от энтропии скорости и интервала времени 136

А.Н. Лебедев и В.А. Луцкий - Нейрофизиологические основы простых реакций человека ... 138

А.М. Левинов - Время реакции и запоминание . 144

В.П. Лисенкова - Об индивидуальных, возрастных ои половых особенностях времени реакции человека 150

В.Я. Ляудис и Е.В. Землянская - О скорости избирательного воспройзведения 156

С.А. Михайлов - К постановке вопроса о роли адаптации зрения в реакциях на световой стимул 161

С.А. Михайлов и В.С. Смирнов - Об оптимизации условий проведения базовых измерений времени зрительно-моторных реакций 165

Г.С. Никифоров - Время сенсоречевой реакции оператора при считывании показаний с измерительного прибора 171

Э.Ю. Пунг и У.М. Сийман - Сравнительный анализ различных критериев и параметров скорости реагирования 175

Т.А. Ратанова - Исследрвание способов опознавательной деятельности человека в условиях зрительного поиска с помощью времени реакции 186

Э.М. Рутман - К вопросу о структуре сложных двигательных реакций и отражении ее во времени реакции 193

Б.А. Смирнов - Исследование сенсомоторных реакций оператора 197

Г.В. Суходольский - К проблеме шкалирования времени реакции 205

Е.И. Теплицкая - Влияние экстрастимуляции на время реакции больных шизофренией 207

И.М. Фейгенберг, М.А. Цискаридзе, В.А. Иванников, А.К. Осницкий, В.В. Гульдан - О некоторых факторах, определяющих скорость реагирования 210

И.Е. Шамрина - Зависимость времени реакции от стимульной и ответной неопределенности 215

И.А. Шихин - О реакциях на движущийся объект при поступлении сигналов в периферическое зрение 218

М.Р. Щукин - Экспериментальное изучение микроинтервалов времени в деятельности паяльщиц и разработка методики обучения пайке 223

ОТ СИМПОЗИУМА ДО СИМПОЗИУМА

Первый в послевоенные годы симпозиум по проблемам скорости реагирования человека был организован Тартуским университетом с 23 по 26 сентября 1967 года.

В работе симпозиума принимали участие 3о психологов-экспериментаторов из Москвы, Ленинграда, Киева, Тбилиси, Еревана, Калинина, Таллина и Тарту. Были обсуждены 16 докладов и прослушана вечерняя лекция М.М.Власовой (Москва) "Время реакции как показатель динамики нервных процессов при установлении реакций высшего уровня у человека".

Материалы этого симпозиума опубликованы в первой части настоящего сборника.

За последние два года в Тартуском университете продолжались исследования в области скорости реагирования человека. Наряду с изучением простой сенсомоторной реакции проводятся работы и по реакциям выбора, а также по изучению некоторых умственных операций в условиях дефицита времени, эмоциональной и интеллектуальной нагрузки.

II симпозиум, материалы которого опубликованы во второй части этого сборника, состоится с 2о по 23 сентября 1969 года в Тарту.

У.М. СИЙМАНН

Председатель оргкомитета
симпозиума

Материалы I симпозиума

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВРЕМЕНИ РЕАКЦИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕНСОРНЫХ ПРОЦЕССОВ

К.В.Бардин /Москва/

Автор настоящей работы провел экспериментальное сравнение двух индикаторов, наиболее часто применяемых при исследовании перцептивных процессов - времени реакции наблюдателя и частоты его ошибочных ответов. Он нашел, что, вопреки распространенному мнению, результаты, получаемые с помощью этих индикаторов, не могут быть тождественны друг другу.

Время реакции - более чувствительный индикатор и с его помощью удастся обнаружить наступающие затруднения в приеме сигнала за долго до того, как эти затруднения начинают сказываться на правильности действий испытуемого. Зато этот более чувствительный индикатор раньше выходит из строя и может начать давать неадекватные показания по мере возрастания трудностей в приеме сигнала.

Уровень ошибок - индикатор менее чувствительный и он обнаруживает начавшиеся у наблюдателя трудности в приеме сигнала с известным запозданием. Зато он характеризуется надежностью при работе в диапазоне слабых сигналов, т.е.именно там, где время реакции не дает полной надежности.

Соответственно этому время реакции более подходит для работы в области значений сигнала, близких к оперативному порогу. Уровень ошибок более подходит для работы в области значений сигнала, близких к психофизическому порогу, т.е. в пределах возможностей сенсорной системы. Поэтому вполне оправданным является использова-

ние этого индикатора в современных исследованиях, посвященных изучению принципов, лежащих в основе работы сенсорной системы и, в частности, направленных на выяснение вопроса о приложимости порогового принципа для характеристики работы сенсорной системы.

Объединение результатов, полученных с помощью этих двух индикаторов, в один показатель может быть целесообразно в работах прикладного характера, но вряд ли может считаться оправданным в психофизических исследованиях.

К ВОПРОСУ О ЗАВИСИМОСТИ ВРЕМЕНИ РЕАКЦИИ ОТ КОЛИЧЕСТВА СТИМУЛОВ /В СВЕТЕ ТЕОРИИ УСТАНОВКИ Д.Н.УЗНАДЗЕ/

О.А.Берекашвили/Тбилиси/

I. Опыты Моубрея поставили под сомнение правильность закона Хика, поскольку оказалось, что время выбора постоянно и не зависит от количества альтернатив; в законе Хика отражена меньшая степень натренированности.

2. Последующие эксперименты позволили сделать заключение о том, что время реакции зависит не только от количества альтернатив; существенное значение имеют и другие факторы /субъективные/, такие как различимость объектов, натренированность, "совместимость" стимула и реакции, значимость сигнала и т.д.

3. Проведенные нами эксперименты дают основание полагать, что в опытах Моубрея/и подобных им опытах/ отнюдь не доказывается несостоятельность закона Хика, поскольку выбор альтернатив во всех случаях производится из одной и той же системы, имеющей постоянный объем.

4. Понятие установки представляет благоприятную почву для того, чтобы вышеперечисленные субъективные факторы были объединены в одном понятии.

ВРЕМЯ РЕАКЦИИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ДИНАМИКИ НЕРВНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ РЕАКЦИИ ВЫСШЕГО УРОВНЯ У ЧЕЛОВЕКА

М.М.Власова /Москва/

Одной из важнейших научных задач на пути познания механизмов высших психических реакций у человека является создание адекватных методик прослеживания динамики нервных процессов при установлении различного рода связей. Мы полагаем, что на этих путях может быть достигнут тот высокий уровень научного познания психофизиологических явлений, который позволит в конечном счете приурочить динамику к структуре.

В настоящем сообщении излагается разрабатываемая автором методика [x], в которой предпринята попытка применить к изучению механизмов второй сигнальной системы одну из классических физиологических методик, первоначально использованную при изучении различных фаз возбудимости нервного волокна. Имеется в виду испытание изменений возбудимости нервного субстрата при помощи тестирующего раздражителя, подаваемого через короткие интервалы времени вслед за раздражителем, вызывающим основную реакцию.

---

[x] В течение последних 10 лет методика успешно применялась самим автором, сотрудниками лаборатории высшей нейродинамики АПН СССР проф.Е.И.Бойко, а также руководимой автором группой сотрудников в АН СССР, получила свое теоретическое обоснование в работах Е.И.Бойко и продолжает совершенствоваться в исследованиях обоих коллективов.

Мы попытались принципиальную схему этой методики воспроизвести в условиях образования сложных зрительно-двигательных и словесно-двигательных реакций и проследить при помощи аналогичного приема измерения реакции на тестирующий раздражитель за динамикой физиологических состояний в определенных зонах зрительного анализатора и связанных с речью отделов коры больших полушарий по ходу образования реакций высшего уровня у человека.

Впервые эта методика была использована нами при изучении проблемы ассоциативного торможения для выяснения вопроса, в каких элементах взаимодействующих функциональных структур разыгрываются процессы, задерживающие образование новых навыков.

Затем эта же методика легла в основу целого цикла исследований автора и руководимой им группы сотрудников по изучению локальных изменений корковой возбудимости в актах высшего нервного анализа и синтеза зрительных и словесных раздражителей.

Поясним суть этой методики на одном из ее экспериментальных вариантов.

Перед испытуемым на наклонной панели экспериментального пульта находится 36 ламп и 36 ключей, расположенных возле них. Испытуемый фиксирует взором центр этой панели, так что любой из раздражителей, подаваемых экспериментатором, попадает в определенные точки зрительного анализатора и, следовательно, по механизмам оптической проекции в соответствующие пункты коркового конца анализатора.

В описываемом варианте опыта последовательно предъявляются на пульте трехчленные комплексы световых раздражителей, имеющие в своем составе общие элементы.

Согласно инструкции испытуемый должен решать задачу отыскания общих/или несовпадающих/ элементов в по-

следовательно предъявляемых комплексах и нажимать на соответствующий этой лампе ключ, расположенный под ней /в одной форме опыта/ либо произносить вслух порядковый номер, написанный возле искомой лампы /в другой форме опыта/.

В момент предъявления второго комплекса запускалось два электронных счетчика, один из которых останавливался при снятии левой руки с ключа, на котором она всегда лежала, а второй - при нажимании этой же рукой искомого ключа. Оба времени использовались как показатель длительности решения задачи.

По ходу мыслительной операции отыскания общей/или несовпадающей/ лампы, через разные интервалы времени после начала этой реакции /от 50 до 500 мсек/ экстренно предъявлялись одиночные лампы в разных точках поля зрения, раздражая те "пункты" анализатора, которые только что возбуждались общими или несовпадающими элементыми, либо вовсе не входили в состав комплексов /"Индифферентные" раздражители/.

Кроме того, в каждом эксперименте мы измеряли скрытый период реакции на все раздражители/предъявляемые в опыте/ в условиях взаимодействия всех используемых реакций, но до того, как пусковые раздражители к ним станут в составе комплексов общими или несовпадающими компонентами.

Основываясь на ряде теоретических соображений и экспериментыльных материалов, а также на практике некоторых исследователей, мы рассматривали укорочение или удлинение скрытых периодов пробных реакций на одиночные лампы как показатель состояния возбудимости соответствующих корковых проекций зрительного анализатора. Для анализа получаемых при этом величин мы пользовались следующим приемом.

Величины скрытого периода реакции на все раздражите-

ли, используемые в опыте, но измеренные изолированно, до того, как они в составе комплексов станут общими или несовпадающими элементами, принималась нами за показатель исходного состояния возбудимости соответствующих корковых проекций.[x/]

Латентный период реакций на эти же раздражители после того, как они в составе комплексов были общими или необщими элементами принимался нами за показатель модифицированной возбудимости этих же корковых зон. Сравнение ее с исходным уровнем возбудимости производилось по способу, предложенному Е.И.БОЙКО.

$$V_E = \frac{E_m \cdot 100}{E_n} - 100$$

где V_E - коэффициент изменения возбудимости,

E_n - исходная возбудимость,

E_m - модифицированная возбудимость.

Уровень возбудимости рассматривается в данном случае, как функция положительного или отрицательного изменения времени скрытого периода реакции $E = f(t_\Delta)$ и вычисляется по формуле: $E_{t_\Delta} = \frac{1}{t_\Delta}$ где - возбудимость, а t_Δ - мера удлинения или укорочения времени реакции.

Аналогичным образом строились опыты по изучению локальных изменений корковой возбудимости во второсигнальных системах связей в условиях актуализации словесно ассоциативных реакций.

Описанная методика имела несколько экспериментальных вариантов/для словесных и зрительных раздражителей/ в соответствии с разнообразными теоретическими задачами, возникавшими по ходу изучения механизмов образования реакций высшего уровня у человека.

x/ Измерение исходного состояния возбудимости производилось при помощи разных методических приемов, но всег-

Среди последних методических экспериментальных вариантов этой методики особого внимания заслуживает разрабатываемая модель эксперимента для изучения локальных изменений возбудимости различных корковых пунктов по ходу образования динамических временных связей.

С помощью описанных методик в наших исследованиях были обнаружены закономерные кривые изменения возбудимости различных корковых пунктов по ходу образования реакций вышеописанного типа у человека.

Динамика локальных изменений возбудимости корковых проекций непосредственных зрительных и словесных раздражителей, соответствующих местам приложения общих и несовпадающих элементов взаимодействующих комплексов, позволила построить некоторые гипотезы о механизмах образования связей соответствующей структуры.

В настоящее время опыты проводятся на специально сконструированном нами совместно с инженером А.Н.Русаковым и В.В.Лезиным экспериментальном стенде, обладающем высокой точностью дозирования длительностей и интервалов предъявляемых раздражителей, возможностями очень малой дискретности изменения временных параметров для предъявления тестирующих раздражителей/при большом диапазоне этих возможностей /от 5 мсек до 10 сек/,а также безинерционностью всей системы в целом. Получаемые результаты обрабатываются на электронной цифровой вычислительной машине. Кроме того, стенд скомутирован с 13-канальным электроэнцофалографом типа "Saney ", что позволяет по ходу образования изучаемых процессов производить регистрацию электроэнцефалограммы, миограммы, кожногальванической реакции, пульса и дыхания.

x/ да так, чтобы максимально сохранить все условия использования этих раздражителей в опыте. Получение хорошего устойчивого фона является одним из важнейших требований этой методики.

Разработанная нами методика позволяет:

I/ прослеживать во времени локальные изменения возбудимости корковых проекций непосредственных и словесных раздражителей и при установлении реакций высшего уровня у человека;

2/ получить определенные количественные характеристики тормозных и положительных реакций при взаимодействии анализируемых и синтезируемых непосредственных и словесных раздражителей;

3/ подвергнуть объективному изучению во времени и пространстве динамику взаимодействия непосредственных и словесных раздражителей в процессе образования второсигнальных систем связей.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ АНАЛИЗА МЫСЛИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ СРАВНЕНИЯ И ПЕРЕКОДИРОВАНИЯ

Г.М.Зараковский /Москва/

Одним из перспективных подходов к изучению психофизиологических закономерностей мышления является экспериментальное исследование операций перекодирования /актуализации признаков первичного сигнала восприятии вторичного сигнала/, и актуализированного /в оперативной памяти/ сравнения сигналов по тем или иным признакам. Эта точка зрения послужила исходной рабочей гипотезой для экспериментов, выполненных совместно с И.В.ДАРАШКЕВИЧ.

С помощью тахистоскопа испытуемым предъявлялись сигналы-образцы /углы/, отличающиеся по трем или четырем / в разных сериях/ признакам: величина угла, длина сторон, положение по вертикали, положение по горизонтали. Каждый

признак имел три градации. Вторичными сигналами /обозначающими тот или иной признак или его градацию/ были буквы русского алфавита /код/.

Определяли следующие временные характеристики:
- пороги оперативного запоминания;
- время сравнения по критериям "больше-меньше", "равно-неравно"; а/ при наличии сигнала в поле зрения, б/ по памяти;
- время перекодирования: а/ образа в код, б/ кода в образ.

Полученные зависимости позволяют высказать ряд соображений об актуализации как особом механизме, обеспечивающем /наряду с механизмом метасигнальности/ второсигнальности по И.П.ПАВЛОВУ /специфику человеческого мышления.

ВЛИЯНИЕ РАЗДРАЖИТЕЛЕЙ , НЕ ИМЕЮЩИХ СИГНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ, НА ВРЕМЯ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА

Х.В.Кайдро /Тарту/

К распространенным раздражителям, не имеющим сигнального значения, в производственной среде относятся шум и музыка. Вопрос о воздействии этих раздражителей на отдельные психофизиологические функции человека - на слух, зрение, внимание и т.д. исследован многими авторами, как советскими, так и зарубежными. Целый ряд работ посвящен исследованию влияния их на эффективность различных видов деятельности человека. Но до последнего времени остался почти неисследованным вопрос о влиянии шума и музыки на время реакции человека. В зарубежной психологической литературе имеется только несколько высказываний по этому поводу. Например, американский

ученый Kryter,K.D. в своем обзоре многих работ о влиянии шума на организм человека заявляет, что нет никаких доказательств того, что шум оказывает какое-либо влияние на время реакции человека. Stevens,S.S. и его сотрудники, подвергая группу испытуемых влиянию имитированного самолетного шума, установил, что воздействие шума на время реакции является незначительным или совсем отсутствует. Но так как основное число исследований скорости реагирования человека до последнего времени проводилось по классической модели и имело характер механического анализа отдельных времен реакций, то результаты этих исследований не были переносимы в естественные условия работы, которых человек реагирует на НВраздражители, имеющие сигнальную функцию, не изолированно, а в ходе совершаемой им деятельности, под постоянным воздействием самой этой деятельности. Поэтому нам представлялось более целесообразным и перспективным для выяснения влияния действительного шума на скорость реагирования человека исследовать это влияние в системе различных видов и режимов деятельности человека.

Были проведены две серии экспериментов.

Основной задачей эксперимента № I было комплексное исследование следующих проблем: а/ какое влияние оказывает на простые сенсомоторные реакции осуществляемая испытуемым в течение опыта деятельность управления /испытуемый должен был, правой рукой поворачивая соответствующую ручку управления, удерживать стрелку специального прибора стимулятора-регистратора деятельности на заданном в инструкции параметре и одновременно левой рукой реагировать на сигналы максимально быстрыми нажатиями на кнопку выключателя /и различные степени ее трудности;
б/ как изменяется скорость реагирования и сама деятельность под воздействием посторонних раздражителей /шума в виде прерывистого тона и легкой эстрадной музыки интенсивностями около 700 дб/; в/ какое влияние оказывают эти посторонние раздражители на скорость реагирования при различных экспериментальных условиях/ в услови-

ях предупреждения и непредупреждения, более частого и более редкого предъявления сигналов; г/ как проявляются индивидуальные различия и особенности испытуемых в различных экспериментальных условиях .

Эксперимент № 2 служил для выяснения того, а/ как влияет на скорость реагирования другой вид деятельности - активный зрительный поиск /испытуемый искал на специальной панели по включенным в электрическую схему кольцам ЛАНДОЛЬТА отдельные времена и при каждой находке прикоснулся соответствующим штифтом к середине кольца, при этом регистрировались скорость нахождения времен, количество найденных времен и точность движений, показателем которой были возникающие при задевании штифтом об край кольца ошибки; б/ как влияют различные интенсивности /70 дб, 80 дб и 90 дб/ посторонних шумовых раздражителей /200 гц/ и легкой эстрадной музыки на время реакции и успешность поиска; в/ как коррелируют некоторые физиологические показатели испытуемых /абсолютный слуховой порог, частота пульса, кровяное давление, дрожание руки и т.д./ со скоростью реагирования и результатами деятельности.

Для исследования выдвинутых проблем им пользовались созданной на кафедре логики и психологии ТГУ специальной экспериментальной аппаратурой.

В эксперименте № I участвовал 4I испытуемый, в эксперименте № 2 - 87. В основном это были студенты первых трех курсов ТГУ и служащие конторы "Коммунальный проект" гор.Тарту.

В целях исследования влияния различных экспериментальных факторов все испытуемые были разделены на основе результатов предварительных серий эксперимента, проведенных до основного эксперимента, на несколько групп.

Основные результаты экспериментов № I и № 2.

В таблице № I приведены данные об общих средних арифметических ВР на комбинированный раздражитель /белый цвет + звук/ предварительных серий, проведенных в условиях без сочетания с деятельностью и основные серии экспериментов № I и № 2.

Таблица № I

	Предварительная серия	Основная серия
Эксперимент № I	I60 ± 5,8 мсек	256,7± 6,5 мсек
Эксперимент № 2	I49 ± 2,3 мсек	362,2± 7,5 мсек

Особенно заметное удлинение ВР наблюдается в эксперименте № 2 при сочетании с поисковой деятельностью, как наиболее сложной.

Общее число измерений ВР в основной серии эксперимента № I равнялось 4I x I20 = 4920 и в основной серии эксперимента № 2 - 87 x 40 = 3480. Результаты эксперимента № I по отдельным группам даны в таблице № 2, и эксперимента № 2 - в таблице № 3.

Таблица № 2

Группа	Ср.арифм.ВР в мсек.	Ср.арифм.кол. ошибок, допущенных при управл.
Контрольная/в условиях тишины/	242,7	39,I
Экспериментальная № I /в условиях прерывного тона/	273,5	35,7
Экспериментальная № 2 /в условиях музыки/	250,0	38,4

Таблица № 3

Группа	Ср.арифм. ВР в мсек	Ср.арифм. скорости нахожд. времен одной серии в мсек	Ср.ар. обнаруженных времен одной серии	Ср.арифм. количества ошибок точности движения
I	2	3	4	5
Контрольная/в условиях тишины/	335,8	54,25	I6,07	4,45
Экспериментальная № I /при уровне тона,музыки, 70 дб/	354,6	57,28	I6,39	4,79
Экспериментальная № 2 /при уровне тона,музыки, 80 дб/	376,2	52,55	I5,83	5,I5
Экспериментальная № 3 /при уровне тона,музыки, 90 дб/	383,I	55,7I	I6,I3	4,4I

В итоге анализа результатов этих двух экспериментов мы пришли к следующим основным выводам:

I. Шум, музыка являются раздражителями, влияние которых на ВР человека проявляется со всей ясностью и силой только в условиях эксперимента, в котором реагирование на сигналы сочетается с деятельностью.

2. ВР в таких условиях эксперимента является более чувствительным к воздействиям экспериментальных факторов, чем деятельность.

3. Величина и направленность воздействия экспериментальных факторов ф на ВР зависят от распределения

внимания между реагированием на сигналы Р и деятель - ностью Д. Чем меньше внимания уделяется Р /напр.при более трудной программе Д/, тем сильнее будут воздействия ф на него и наоборот, чем больше внимания уделяется Р, тем меньше он подвергается влиянию ф.

4. Отклонение внимания от Р усиливает влияние не только отрицательных ф /шума,музыки/, но и положительных ф/например, предупреждения и увеличения частоты сигналов/.

5. Шум, музыка оказывают влияние и на воздействие других ф на ВР, например, на предупреждение, увеличение частоты сигналов, так как в экспериментальных группах они вызвали более значительное сокращение ВР, чем в контрольной группе.

6. Воздействие отдельных ф имеет свою специфику и не является равным по своей силе и направленности.

7. Музыка больше влияет на скорость реагирования,чем тон в эксперименте № 2 ВР на тон было 363,2 мсек и на музыку - 379,6 мсек. Эти данные расходятся с данными эксперимента № I. Можно полагать, что это объясняется различным характером тона /в эксперименте № I - -прерывистый тон/ в этих экспериментах.

8. Скорость реагирования связана с некоторыми индивидуальными особенностями испытуемых. В эксперименте № 2 была установлена отрицательная корреляция между величиной абсолютного слухового порога и ВР - 0,442 /Р меньше о,оI/, а также между слуховым порогом и зарегистрированным после эксперимента данными о субъективном отношении испытуемых к влиянию шума - 0,3I6, музыки - -0,346/в обоих случаях Р меньше о,о5/.

По-видимому, деятельность испытуемых с низким слуховым порогом, обладающих более высокой чувствительностью /более слабой нервной системой/ и выказавших о неблагоприятном влиянии на них посторонних раздражителей, связано с более значительной нагрузкой на нервную систему, с большим напряжением внимания, чем у испытуемых с более высоким слуховым порогом и поэтому их скорость реагирования больше подвергается неблагоприятному влиянию посторонних раздражителей.

Для проверки статистической достоверенности влияния экспериментальных факторов мы пользовались дисперсионным анализом.

О ЗНАЧЕНИИ ЗВУКА В ДВИГАТЕЛЬНОЙ РЕАКЦИИ ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

А.О.Костанян /Ереван/

В данном сообщении изложены основные положения ряда наших экспериментальных исследований по изучению вопросов о значении звука в скорости двигательной реакции детей школьного возраста.

I. Скорость простой двигательной реакции на звуковое раздражение /звонок/ у детей носит возрастной характер. В 7-9 летнем возрасте наблюдается укорочение времени реакции. Однако основное повышение скорости происходит в I0-I2 летнем возрасте. Динамика скорости двигательной реакции у детей обоих полов в основном протекает одинаково, с некоторыми особенностями в I0 лет /у девочек/ и в I3 лет /у мальчиков/.

2. Время простой двигательной реакции на словесные раздражения у детей-школьников укорачивается с возрастом. По сравнению с реакцией на звуковое раздражение здесь наблюдается более равномерное повышение скорости. Развитие скорости двигательной реакции с возрастом больше отмечается при словесном раздражении, чем при звуковом.

3. При нарушениях звукового анализатора у глухих детей скорость простой двигательной реакции заметно снижается. Скорость реакции у глухих детей в разных возрастах при сравнении с нормально-слышащими сверстниками отстает от 44% до 22%.

4. Одновременная фиксация отдельных параметров скорости реагирования показывает, что при практическом отсутствии звуковых восприятий у детей основное отставание наблюдается в центральных частях нервной системы, которое находит свое отражение в удлинении времени двигательной реакции. Сравнительно меньшее замедление отмечается в остальных показателях.

5. Сравнивая показатели скорости реакции по выбору детей с нарушенными слуховыми функциями и нормально-слышащими школьниками отмечается, что и по этим данным глухие дети отстают /девочки на 19%, мальчики на 8%/.

6. При систематических занятиях физическими упражнениями отставание скорости реагирования у глухих детей значительно компенсируется. Почти по всем показателям скоростных и других физических качеств вообще, они достигают уровня своих слышащих сверстников. Тем не менее, даже занятие спортом не достаточно для сглаживания отклонения в скорости двигательной реакции у людей, лишенных звуковых восприятий.

7. О важной роли звуковых раздражений скорости реагирования движений свидетельствуют данные о повышении эффективности выполнения частоты движений детьми школьного возраста под действием / в сопровождении/ короткого звукового фона.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОСПРИЯТИЯ ОПЕРАТОРОМ ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ

М.А.Котик /Тарту/

Одним из важных путей обеспечения надежной и эффективной работы комплексной системы "человек-техника" является согласование "выхода" контрольных приборов с сенсорным "входом" оператора. Для оценки качества указанного согласования могут использоваться временные характеристики восприятия оператором показаний приборов.

При исследовании деятельности летчиков в реальных условиях полета было замечено, что на отсчеты показаний отдельных контрольных приборов они затрачивали удивительно малое время. Это обстоятельство казалось особенно странным, так как в условиях полета летчик находится обычно под воздействием таких факторов, которые, как правило, затрудняют восприятие показаний приборов и увеличивают потребное для этого время. Представляло интерес выявить, является ли этот факт результатом тренировок в процессе длительной работы летчиков с приборами или же имеются какие-то особенности, позволяющие летчикам быстро отсчитывать показания приборов.

Решение указанного вопроса проводилось путем экспериментального исследования. Была изготовлена установка, позволяющая тахистоскопически предъявлять испытуемым приборы для отсчета показаний. В экспериментах использова-

лись четыре реальных пилотажных прибора: указатель скорости /УС/, указатель курса /УК/, высотометр /УВ/ и прибор, измеряющий скороподъемность - вариометр /ВАР/. На каждом приборе была выведена рукоятка для установки на шкале требуемых показаний. К экспериментам привлекалось 30 летчиков различной летной классификации, имеющих опыт полетов с указанными приборами от трех лет и более. Летчикам предъявлялись различные показания указанных приборов с экспозицией I сек., 0,8 сек., 0,5 сек., 0,3 сек. и оценивался процент ошибочных отсчетов для каждой выдержки времени. Опыты показали, что летная классификация на точности отсчетов не отражается. Получены зависимости процента ошибочных отсчетов от времени восприятия приборов; установлено, что наиболее сложным для летчиков являются отсчеты показаний высотометра и указателя курса; выявлены точки на шкалах, при отсчете которых летчики наиболее часто ошибаются. Эксперименты показали, что для надежного отсчета показаний указанных приборов в условиях лабораторного эксперимента требуется время существенно больше, чем то, которое затрачивают летчики в условиях полета.

Из анализа работы летчика по пилотированию самолета следует, что он в процессе выдерживания заданного режима полета осуществляет слежение стрелками и индексами контрольных приборов за установленными программой полета значениями параметров. Летчик реагирует органами управления самолетом на расхождения - "вилки", возникающие между фактическими и требуемыми значениями параметров. Естественно предположить, что в таких условиях летчику удобнее считывать с прибора непосредственно "вилки", возникающие в процессе полета.

Исходя из сделанного предположения был поставлен второй эксперимент. Перед проведением опытов летчикам сообщались параметры, которые должны выдерживаться в данном режиме полета. Летчик должен был определять не абсолютное значение параметра, а отклонение параметра от заданного значения. Причем предъявлялись такие отклонения парамет-

ров, которые могут возникать в заданном режиме полета. Эксперимент проводился с теми же летчиками, на той же установке. Второй эксперимент показал, что процент ошибочных отсчетов, по сравнению с первым экспериментом, снизился примерно вдвое. При таком способе отсчетов снизилось также время, затрачиваемое на выполнение надежного отсчета показаний прибора.

Следует отметить, что снижению погрешностей и времени отсчетов в опытах второго эксперимента способствовала работа летчика с информационной моделью. Зная возможные отклонения отдельных параметров, летчик мог предвидеть появление новых показаний приборов, которые, будучи увязаны в воображении летчика с показаниями других приборов, воспринимаются легче, чем отдельные ни с чем не связанные сообщения.

Исходя из того, что оператор во многих режимах работы системы отсчитывает со шкал приборов отклонения от заданных значений, работу оператора по отсчету показаний можно было бы облегчить, вводя в конструкцию приборов на шкалах подвижные индексы. С помощью кремальер такие индексы можно устанавливать на заданное значение параметра. На таких приборах "вилка" между индексом и стрелкой воспринималась бы значительно легче. Для систем, у которых в процессе работы заданное значением параметра часто изменяется, может быть целесообразно связать такой индекс прибора с программным механизмом. При этом оператор будет избавлен от необходимости запоминать программу и переставлять на шкале индекс. Его задачей будет только слежение стрелки прибора за движущимся по заданной программе индексом. Такое усовершенствование могло бы существенно облегчить работу оператора по управлению системой.

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ТЕМПА ПРОСТЫХ ДВИЖЕНИЙ

Н.Е.Малков /Киев/

I. Темп постукиваний/tapping/ А.Ф.Лазурский, М.Я. Басов и др.использовали в качестве методического приема исследования способностей личности к волевому усилию. При этом показателем степени волевого усилия служила величина разностей между привычным , т.е. собственным , и максимальным темпом.

2. Максимальный темп постукиваний является более стабильным, чем ВР, так как он не требует от испытуемых сенсорного внимания. Предлагаемый прием исследования является также очень экономичным, позволяющем в течение нескольких секунд определить суммарное время нескольких десятков простых движений. Максимальный темп постукиваний можно использовать в качестве показателя возрастных и индивидуально-типологических изменений личности.

3. На трех дошкольниках, у которых максимальный темп измерялся по 8-I2 раз в год в течении пяти лет, и на 305 учащихся I-I0 классов показано его закономерное увеличение с возрастом.

4. В каждом классе между учащимися были обнаружены индивидуальные различия в темпе постукиваний. Некоторые индивидуальные показатели максимального темпа значительно отклоняются от среднеарифметических возрастных показателей. Примерно 20% учащихся в каждом классе на несколько лет отстают или перегоняют по темпу постукиваний своих сверстников.

5. Попытка найти положительную связь между индивидуальным темпом постукиваний и индивидуальной скоростью избирательных реакций, измеряемых по методике А.Е.Хильченко, а также скоростью простых реакций и скоростью выполнения формализованных умственных операций не увенчались успехом. Темп выполнения вышеуказанных заданий с возрастом увеличивается у всех, но его индивидуальные показатели по различным видам заданий у одного и того же испытуемого увеличиваются неравномерно. Поэтому нет никаких корреляций между индивидуальными измерениями этих показателей. Очевидно, это указывает на сложное взаимодействие природных и социальных факторов в психофизиологическом развитии личности. Различные по своей сложности психофизиологические системы развиваются поразному в зависимости от индивидуально различных взаимодействий природных и социальных факторов.

О ВЛИЯНИИ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННОГО СИТУАЦИЕЙ ЭКЗАМЕНА, НА СКОРОСТЬ РЕАГИРОВАНИЯ

Э.Ю.Пунг /Тарту/

Зависимость ВР от эмоциональных факторов изучалась многими авторами. Р.ШОШОЛЛЬ находит, что проблема нуждается в дальнейшем изучении, так как исследователи не сходятся во мнениях.

По мнению ХОУЭЛЛА, КАСТАНЕДА, КАМИНА и КЛАРКА, существуют различия во времени реакции - в состоянии тревоги ВР увеличивается. Некоторые же авторы/ФАРБЕР, СПЕНСЕР/ никакого влияния не обнаружили.

Для изучения влияния эмоционального напряжения нами было измерено ВР испытуемых в ситуации экзамена, где, безусловно, человек взволнован, встревожен.

ВР в ситуации экзамена изучалась А.Н.Леонтьевым и А.Р. Лурия /1929/, а также А.А.Соколовым /1966/.

Нами были поставлены три эксперимента с целью выяснить, отражаются ли до- и послеэкзаменационные особенности психического состояния на простую сенсомоторную реакцию, по сравнению с ВР и ситуации спокойствия /фоновые измерения/. Называя одни реакции /условно/ фоновыми, надо учитывать, что и эксперимент действует на испытуемых, и что существует множество других субъективных, нам не известных, факторов, влияющих на ВР.

В первом эксперименте ВР-I раздражителями использовались короткие звуковые и световые /белый и красный/ сигналы.

Во втором эксперименте ВР-2 изучалась зависимость ВР а/ от величины интервала между предупредительным и основным сигналом и б/ от длины дистанций между двумя, следующими друг за другом, основными сигналами.

Третий эксперимент ВР-3 изучал влияние сильно отличающихся друг от друга звуковых раздражителей в условиях экзамена на ВР. Были использованы звуковые сигналы трех интенсивностей /55 дб, 90 дб и 130 дб/ с частотой 1000 герц.

Результаты вариационного анализа выдвинулы существенные различия в скорости реагирования при спокойном /фоновом/ состоянии, и при экзаменационном.

Таблица I

Влияние экзаменационной ситуации /эксперимент ВР-I и ВР-3/

	Число испытуемых	Число измерений	Число реагирований	$\bar{x}$	s	SE
фон	10	1000	20000	167	27,8	0,877
до	100	500	10000	203	31,25	1,398
после	100	500	10000	206	34,29	1,534

Сравнительно малое различие во времени реакции до и после экзамена говорит о том, что напряженность сохраняется и непосредственно после экзамена, несмотря на то, что она, по существу, отличается от доэкзаменационной напряженности.

При обработке данных использовались также методом дисперсионного анализа для выяснения влияния отдельных экспериментальных факторов.

Таблица 2.

Результаты дисперсионного анализа
в эксперименте ВР-2

Причина отклонения	Сумма квадратов откло-нений (S^2)	Число степе-ней свобо-да (f)	Дисперсия (s^2)	эмпи-риче-ский	0,05	0,01	P
среда	I382I	4	3455	3,7o	2,39	3,36	o,oI
интенсив-ность	I382I	4	3453	3,7o	2,39	3,36	o,oI
модаль-ность	95oo2	4	2375o	25,46	2,39	3,36	o,oI
экзамен	I858	I	I858	I,99	3,86	6,7o	-
структура эксперим.	I3o97	I	I3o97	I4,o4	3,86	6,7o	o,oI
последова-тельность сигналов	2I684	4	542I	5,8	2,39	3,36	o,oI
освещение	29o7	I	29o7	3,I2	3,86	6,7o	-
остаточное	9I4I39	98o	943				
Итого:	Io7632o	999	Io77				

Таблица 3.

Средние результаты эксперимента ВР-I и ВР-3 (первая цифра обозначает результат до экзамена, вторая - после экзамена и третья - результат фона).

	Белый	Красный	Звук	Б + З	К + З
Интенсивность I	2о8,2 2Iо,4 I79,6	22о,I 2I6,о I76,9	2I7,о 2I8,4 I7о,2	I93,I I98,I I6о,9	I9I,I I95,7 I6I,о
Интенсивность 2	2о3,6 2I2,9 I78,4	22I,о 2I7,7 I8о,7	225,о 2I9,о I74,6	I93,7 2о4,6 I59,9	I97,9 2о4,6 I58,3
Интенсивность 3	2о2,8 2о5,7 I79,7	2I2,9 2о9,8 I8о,7	2о6,7 2о6,9 I69,8	I93,9 I9о,7 I53,8	I97,2 I88,5 I55,3
Интенсивность 4	2о6,3 2о8,4 I82,о	2I5,о 2I4,7 I76,4	2I5,5 2I7,8 I62,8	I86,8 I95,I I53,5	I84.I 2оо,4 I57,
Интенсивность 5	2о5,7 2о6,2 I75,2	2Iо,5 2о9,3 I68,7	2о7,8 2о9,9 I58,о	I85,7 I9о,6 I5I,5	I84,7 I92,9 I48,7

Если рассматривать влияние различных интенсивностей звукового сигнала на ВР, надо констатировать, что в ситуации экзамена, по сравнению с фоном, в общем, замечается действие закона силы (чем больше интенсивность сигнала, тем короче ВР испытуемого). Но, по нашим данным, эта прямая связь существует лишь при достаточно больших различиях в интенсивностях.

В опыте ВР-6 использовался звуковой раздражитель трех интенсивностей (55 дб, 9о дб и II9 дб).

Таблица 4

Результаты эксперимента ВР-6

	фон	до экз.	после экз.
Интенсивность/55 дб/299		29I	284
Интенсивность/90 дб/244		284	286
Интенсивность/I30 дб/I85		I85	I9I

Данные этого опыта не обнаружили существенного различия в скорости реагирования при спокойном состоянии и эмоциональном напряжении. В пределах незначительного изменения в интенсивностях сигнала/76-90 дб/ и при умеренной интенсивности действиезакона силы при эмоциональном напряжении не обнаружилось. Но времена реакций были намного меньше, чем в эксперименте, где интенсивность одного из сигналов была очень большая. Лучшие результаты при умеренной интенсивности сигналов соответствуют данным Р.ВУДВОРТСА. Разница в данных, полученных в ситуации экзамена, по сравнению с фоном, была существенна.

Средние данные о реакциях на звуковые сигналы умеренных интенсивностей /ВР-I и ВР-3/

	фон	до экз.	после экз.
Интенсивность I	76 дб I70	2I7	2I8
Интенсивность 2	8I дб I75	225	2I9
Интенсивность 5	86 дб I69	207	207
Интенсивность I0	88 дб I63	2I6	2I8
Интенсивность 20	90 дб I58	209	2I0

На основании результатов можно выдвинуть некоторые положения:

Во-первых, противоречивые данные говорят о том, что наряду с известными нам факторами существуют также другие факторы, экспериментатору не известные и не предвиденные, которые оказывают то или иное влияние на результаты опыта /тренированность отдельных испытуемых, индивидуальные различия в эмоциональной и функциональной устойчивости, и т.п./

Во-вторых, в изучении экзаменационного напряжения целесообразно вместе с ВР учитывать другие параметры /изменения в кожно-гальванической реакции, треморе, пульсе, АД, температуре кожи и др./. Подобные эксперименты уже проводятся в лаборатории психологии Тартуского государственного университета.

О НЕКОТОРЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ВР

Э.Ю.Пунг и У.М.Сийман /Тарту/

Так как ВР является очень чувствительным индикатором некоторых психических явлений, то имеет немалое значение чистота методики измерений и точность аппаратуры.

Построенный нами триггер работает не более нескольких микросекунд. Счетчик импульсов собственной погрешности не вносит.

Для измерения времени реакции была сконструирована в нашей лаборатории и специальная электронная установка хроноскопического типа, которая позволяла:

1. Применять различные автоматические режимы работы /либо в соответствии с заранее подготовленной программой при помощи периодического генератора, генератора шумов, либо с системой импульсов /от программной установки или магнетофона/;
2. Применение сигналов различной интенсивности;

3. Применение различных по модальности сигналов /4 основных вида сигналов и различные их сочетания/ белый свет, красный свет, низкий звук, высокий звук/;

4. Применение предупредительного сигнала, продолжительность которого можно плавно изменять в желаемых пределах /автоматически, в соответствии с программой/;

5. Измерение как отдельных реакций, так и времени целой серии реакций;

6. Применение специальных быстродействующих безинерционных сигналов.

Сконструированная установка позволяет определить время реакции испытуемого с точностью до 3.10^{-4} сек. Для этой цели в установке имеется ламповый емкостно-реззистивный генератор синусоидального напряжения с частотой 10 кгц на лампе 6 Н3П. Для повышения стабильности генератор питается стабилизированным напряжением.

Для счета времени используется переделанный электронный счетчик импульсов типа "ПСТ-100" из комплекса "ПП-8", обычно применяемого при измерении радиоактивных излучений.

В наших экспериментах возник ряд проблем, касающихся методики исследования:
I. Если поставить довольно длительный опыт, в котором испытуемый должен реагировать 40-400 раз, то на результаты может влиять тренированность, а также утомление испытуемого. Так, результаты первой половины опыта несравнимы со второй половиной. Чтобы избежать влияния тренированности и утомления, был выработал следующий план эксперимента ВР-2:

Таблица I

Уровни факторов	8	I2	I6	20	24	Итого
0,5 сек	I	I8	I4	I0	22	65
I,0 сек	I9	6	2	23	I5	65
I,5 сек	I3	5	2I	I7	9	65
2,0 сек	7	24	20	II	3	65
2,5 сек	25	I2	8	4	I6	65
Итого	65	65	65	65	65	

В эксперименте варьировались а/ величина фактора интервала между предупредительным и основным сигналом /фактор II/ в пределах 0,5, I, I,5, 2,0 и 2,5 сек; б/ длина дистанции между двумя последующими друг за другом основными сигналами /фактор ДД в пределах 8,I2, I6, 20 и 24 сек. Оба эти фактора применялись одновременно, при этом в структуре эксперимента позиции всех уровней факторов были сравнены. Положительные стороны этого метода заключаются в том, что можно было сравнить различные уровни факторов между собой, так как подавлено влияние тренированности и утомления. Но сравнить отдельные элементы невозможно, так как мешает фактор последовательности. Также невозможно наблюдать за влиянием последовательности. Остается возможность начать опыт с каждым испытуемым с различных элементов.

2. По нашему мнению все эксперименты надо поставить так, чтобы влияние экспериментатора было полностью исключено. Для этого надо весь эксперимент программировать и автоматизировать. Результаты показали, что,например, факторы П и Д имеют достоверное значение.

Уровни фактора II				
0,5 сек	I033	I72	38,7	I,20
I,0 сек	I054	I60	36,9	I,I4
I,5 сек	I059	I62	35,9	I,I0
	N	$\bar{x}$	s	SE

2,0 сек	I047	I63	37,7	I,I6
2,5 сек	I046	I65	38,I	I,I8
Уровни фактора Д				
8 сек	I039	I62	37,2	I,I6
I2 сек	I050	I64	36,0	I,II
I6 сек	I048	I64	37,2	I,I4
20 сек	I050	I66	39,4	I,22
24 сек	I052	I67	39,4	I,2I
	N	$\bar{x}$	s	SE

3. Важно рассматривать динамику эксперимента, учитывая влияние предыдущего сигнала на последующий. Иногда исключают из результатов неудачные ответы, не учитывая их влияние на последующий сигнал. По нашему мнению, надо учитывать и количество и качество упреждающих реакций и опозданий.

О НЕКОТОРЫХ КОНКРЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ВР

Э.Ю.Пунг и У.М.Сийман /Тарту/

В лаборатории психологии ТГУ проведен ряд экспериментов для исследования разных закономерностей ВР. При этом получено немало фактических данных, характеризующих такие параметры, как арифметическое среднее /$\bar{x}$/, квадратное отклонение /s/, стандартная ошибка /SE/.

Ниже представляются некоторые конкретные показатели ВР: /N - число испытуемых; n - общее число реакций; О - освещение; И - интенсивность сигнала; С - среда; М - модальность сигнала; СТ- структура эксперимента; П - предупредительный сигнал; Д - дистанция между сигналами; Н - научение, утомление; Э - экзамен.

Условия эксперим.	Экспериментальные факторы и их уровни	B	Число измерений		% ответов неучитанных	$\bar{x}$ мсек	s	SE
факторы	Освещение: да	I0	500	I0000	0	I65,32	29,6	I,32
М,И,СТ,Н	нет	I0	500	I0000	0	I68,53	28,9	I,29
изменяются уравновешенно								
факторы	Модальность:							
О,И,СТ,Н	а/белый свет	I0	200	4000	0	I78,94	27,5	I,94
изменяются	б/красный свет	I0	200	4000	0	I76,66	26,9	I,89
уравновешенно	в/звук	I0	200	4000	0	I67,06	26,2	I,85
	г/ б + з	I0	200	4000	0	I55,90	24,4	I,72
	д/ к + з	I0	200	4000	0	I56,06	25,3	I,76
факторы								
О,И,СТ,Н	Модальность:							
изменяются	а/белый свет							
уравновешенно	до экз.	60	I00	2000	0	208,70	29,0	2,9
	после экз.	60	I00	2000	0	205,29	3I,2	3,I
Ситуация	б/красный свет							
экзамена	до экз.	60	I00	2000	0	2I3,49	32,2	3,2
	после экз.	60	I00	2000	0	2I5,88	27,4	2,7
	в/ звук до экз.	60	I00	2000	0	2I4,39	28,4	2,8
	" после экз.	60	I00	2000	0	2I4,38	33,2	3,3
	г/ б+з до экз.	60	I00	2000	0	I95,79	27,0	2,7
	" после экз.	60	I00	2000	0	I90,6I	35,4	3,5
	д/ к+з до экз.	60	I00	2000	0	I96,39	28,5	2,9
	" после экз.	60	I00	2000	0	I88,97	38,3	3,8

I	2	3	4	5	6	7	8	8	9
факторы	Среда:								
И,М,	СТ,а/тишина	20	200	4000	0	20I,II	34,74		2,4
О,Н, из-	б/ сирена	20	200	4000	0	206,79	24,7		I,7
меняются	в/ ритмичн. музыка	20	200	4000	0	203,I2	34,3		2,4
уравнове-	г/ текст	20	200	4000	0	200,54	32,I		2,3
шенно	д/ мелодическая музыка	20	200	40000	0	2I0,40	36,3		2,6
факторы	М х О								
П,Д изм.	б + темн.	I2	582	582	3,0	I70	32,4		I,3
уравнове-	б + светл.	25	I202	I202	3,8	I69	4I,7		I,2
шенно;	к + темн.	I3	6I4	6I4	5,5	I70	3I,7		I,3
И - конст.	к + светл.	I3	632	632	2,8	I68	3I,7		I,3
	з + темн.	II	532	532	3,3	I55	29,3		I,3
	з + светл.	I7	828	828	2,6	I60	40,4		I,4

СРЕДНЕЕ КОЛЕБАНИЕ ЛАТЕНТНЫХ ПЕРИОДОВ РЕАКЦИЙ-ПОКАЗАТЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАЗДРАЖИТЕЛЬНОГО И ТОРМОЗНОГО ПРОЦЕССОВ

Ю.М.Саарма и М.М.Саарма /Тарту/

Латентный период реакции, как показатель скорости протекания возбуждения в данном нервном механизме, косвенно отражает и взаимоотношения между раздражительным и тормозным процессами.

Один средний латентный период позволяет суммарно оценить состояние процесса возбуждения и констатировать отсутствие или наличие явлений торможения в ис-

следуемых нервных связях.

Вычисление среднего колебания латентных периодов в рамках определенной серии реакций более глубоко характеризует взаимоотношения между раздражением и торможением.

Приведенные в таблице № I данные явно иллюстрируют большую чувствительность среднего колебания, по сравнению с самим средним латентным периодом.

Таблица № I

Средние латентные периоды и средние колебания у больных шизофренией по сравнению с данными у здоровых /в %%/

Показатель		Свежие больные шизофренией		Хронические больные шизофренией	
		фон	после лечения	фон	после лечения
Словесные реакции	ср.лат. пер.	272	217	283	200
	ср.кол. л.пер.	560	400	460	220
Моторные реакции	ср.лат. пер.	348	262	167	130
	ср.кол. л.пер.	470	280	270	100

Из представленных данных выясняется, что как в течение шизофренического процесса, так и под влиянием лечебного курса в средних отклонениях латентных периодов совершаются значительно большие сдвиги, чем в средних латентных периодах.

Особенно заметные различия имеют место в деятельности второй сигнальной системы.

Для выяснения роли торможения в осуществлении латентных периодов, проводились две серии опытов у здоровых людей при помощи условного моторного рефлекса. В первой серии в начале применили только одни положительные сигналы и вычисляли средний латентный период и среднее колебание латентных периодов. Затем экспонировали переменно с нерегулярными паузами положительные и дифференцировочные сигналы и вычисляли те же показатели. Во второй серии, во второй части опыта промежутки между дифференцировочными и положительными сигналами были стандартные. В таблице № 2 приведены соответствующие сравнительные данные, причем величины второй части опыта выражены в % по отношению к тем же показателям в первой части опыта.

Таблица № 2

Средние латентные периоды моторных реакций и средние колебания у здоровых людей /в %/

Показатель	Положительные сигналы	Полож.и дифф. сигналы регул. попеременно	Полож. и дифф. сигналы нерегул.переменно
Ср.лат.период	I00	I29	I26
Ср.колебания лат.периодов	I00	I29	I52

Приведенные данные свидетельствуют о том, что последовательное торможение в условиях стандартной перемены положительных и отрицательных сигналов оказывает равномерное влияние в течение всей серии реакций. А при нерегулярной перемене сигналов интенсивность внешнего торможения значительно колеблется, проявляется"волнообразно", хотя суммарный эффект остается прежним.

Таким образом, среднее колебание латентных периодов характеризует стабильность скорости раздражительного

процесса и изменчивость силы внешнего торможения в исследуемых кортикальных механизмах.

О КОМПЛЕКСНОМ ИССЛЕДОВАНИИ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СКОРОСТЬ РЕАГИРОВАНИЯ

У.Сийман /Тарту/

Многими исследователями уже в течение десятилетий было изучено влияние разных факторов на ВР. Притом в опубликованных результатах были существенные различия и даже противоречия. Причиной этому могли служить а/ индивидуальные особенности испытуемых лиц и групп; б/ различная методика экспериментов; в/ различная аппаратура; г/ неточность методики.

Можно предполагать еще одну причину: исследователь провел опыт по т.н. классической методике, варьируя только одним фактором, сохраняя неизмененными другие факторы. Часто не было дано характеристик параметров других факторов. Возможно, что иногда оставались вне внимания некоторые существенные факторы.

По нашему мнению, для сравнения данных недостаточно цифровых результатов, полученных путем применения только одного фактора, а необходимо предъявить как можно больше параметров, характеризующих все условия эксперимента. В настоящее время в распоряжении психолога находятся статистические способы /дисперсионный анализ, кодисперсионный анализ, факторный анализ/, которые дают возможность исследовать большое число изменяющихся факторов одновременно

В лаборатории психологии Тартуского государственного университета исследовались комплексно следующие факторы:

Эксперимент ВР-2:

I/ модальность сигнала /М/;2/интенсивность сигнала /И/; 3/ освещение кабинета испытуемого /О/; 4/ интервал между предупредительным и основным сигналами /П/; 5/ дистанция между основными сигналами/Д/; 6/ влияние длительной деятельности испытуемого /научение и утомление/ - /Н/.

Эксперимент ВР-3:

I/ освещение кабины испытуемого /О/; 2/ модальность сигнала /М/; 3/ интенсивность сигнала /И/; 4/ структура опыта /С/; 5/ влияние длительной деятельности испытуемого /Н/; 6/ этапы эксперименты /Э/; 7/ индивидуальные различия между испытуемыми /ИР/.

Общие результаты экспериментов представлены в таблицах I-4.

Из данных дисперсионного анализа эксперимента ВР-2 выясняется, что статистическое значение имеют некоторые факторы самостоятельно /М,И,П,Д/, а некоторые в интеракциях с другими факторами /МхИ,МхП,ИхП,НхИ,НхП,МхИхО/. При этом интересно отметить, что фактор Н не имеет самостоятельного значения, но в интеракциях с И и П имеет статистически достоверное влияние. Фактор О не имеет значения самостоятельно и в парных интеракциях, но имеет значение в интеракциях трех факторов /НхИхО/.

Как интерпретировать результаты наших экспериментов?

Во-первых, можно предполагать, что параметры, характеризующие изменения в уровнях факторов, не являются линеарными.

Во-вторых, кажется, что совместное влияние нескольких факторов не состоит в простом сложении влияний отдельных факторов. По нашему мнению, здесь возникают не только количественные, но и качественные изменения.

Таблица I

Результаты дисперсионного анализа
в эксперименте ВР-2

Причина отклонения	Сумма квадратов отклонений /S^2/	Число степеней свободы /f/	Дисперсия /s^2/	F эмпирический	F 0,05	F 0,01	P
I	2	3	4	5	6	7	8
М	I49Io2,5	2	7455I,3	57,I	2,99	4,6o	o,oI
И	47945,3	I	47945,3	36,7	3,84	6,64	o,oI
О	742,2	I	742,2	o,6	3,84	6,64	
П	87345,2	4	2I836,3	I6,7	2,37	3,32	o,oI
Д	I8698,4	4	4674,6	3,6	2,37	3,32	o,oI
Н	49,4	I	49,4	o,o4	3,84	6,64	
МхИ	27285,5	2	I3642,7	Io,5	2,99	4,6o	o,oI
МхО	4622,9	2	23II,4	I,8	2,99	4,6o	
МхП	2I9II,7	8	2739,o	2,I	I,94	2,5I	o,o5
МхД	8446,o	8	Io55,8	o,8	I,94	2,5I	
ИхО	0	I	0	0	3,84	6,64	
ИхП	I4923,I	4	3733,I	2,9	2,37	3,32	o,o5
ИхД	3852,7	4	963,2	o,7	2,37	3,32	
ОхП	II54,7	4	288,7	o,2	2,37	3,32	
ОхД	755,6	4	I88,9	o,I	2,37	3,32	
ПхД	29I65,o	I6	I822,8	I,4	I,75	2,I8	
НхИ	7o68,2	I	7o68,2	5,4	3,84	6,64	o,o5
НхО	349I,I	I	349I,I	2,7	3,84	6,64	
НхП	27357,I	4	6839,3	5,2	2,37	3,32	o,oI
ПхД	I745,o	4	436,3	o,3	2,37	3,32	
НхМ	4II6,9	2	2o58,5	2,6	2,99	4,6o	
МхНхП	7226,5	8	9o3,3	o,7	I,94	2,5I	
МхНхД	2248,6	8	28I,o	o,2	I,94	2,5I	
НхПхД	27857,3	I6	I74I,I	I,3	I,75	2,I8	
МхПхД	22695,o	32	7o9,2	o,5	I,52	I,79	
МхИхО	I7o2I,4	2	85Io,7	6,5	2,99	4,6o	o,oI
МхИхП	7826,o	8	978,3	o,7	I,94	2,5I	

I	2	3	4	5	6	7	8
МхИхД	2о76,7	8	259,6	о,2	I,94	2,5I	
ИхПхО	43II,6	4	Iо77,9	о,8	2,37	3,32	
ИхОхД	243I,9	4	6о7,9	о,5	2,37	3,32	
МхИхН	4оо,2	2	2оо,I	о,2	2,99	4,6о	
МхОхП	6447,2	8	8о9,6	о,6	I,94	2,5I	
ИхПхД	5I78,о	I6	323,6	о,2	I,75	2,I8	
МхОхД	5736,3	8	7I7,о	о,5	I,94	2,5I	
МхОхН	0	2	0	0	2,99	4,6о	
ИхОхН	I626,I	I	I626,I	I,2	3,84	6,64	
ИхПхН	77I4,6	4	I928,6	I,5	2,37	3,32	
ИхДхН	928,о	4	232,о	о,2	2,37	3,32	
ИхДхО	I5287,9	I6	955,5	о,7	I,75	2,I8	
ПхОхН	24о5,5	4	6оI,3	о,5	2,37	3,32	
ОхДхН	728,8	4	I82,2	о,I	2,37	3,32	
Остаточное	6527654,о	5ооI	I3о5,3				
Итого	7I2758о,I		I36о,7				

В-третьих, несмотря на то,что и аналитическое толкование психических/ и нейродинамических/ процессов важно, полезным является и расчет принципа целостного действия мозга /психики/ во время реагирования.

В-четвертых, мы уверены, что для исследования психических закономерностей точного и быстрого реагирования целесообразным является многофакторный анализ.

Таблица 2

Сводные результаты дисперсионного анализа эксперимента ВР-2, показывающие статистическую значимость эффекта различных факторов в разных условиях

Факторы	Вероятность нулевой гипотезы /Р/ в частях эксперимента																				
	Т	Модальности			Интенсивн.		Освещение		Предупреждения					Дистанции					Научение		
		Б	К	З	I	5	да	нет	о,5	I,о	I,5	2,о	2,5	8	I2	I6	2о	24	I	П
М	I	х	х	х	I	I	I	I	-	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
И	I	I	I	I	х	х	I	I	-	-	I	I	I	I	-	I	I	I	I	I	I
О	-	-	-	5	-	-	х	х	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
П	I	5	I	I	I	I	I	I	х	х	х	х	х	I	I	5	I	5	I	I	I
Д	I	-	5	-	-	I	5	-	-	5	-	I	-	х	х	х	х	х	5	-	
Н	-	-	-	-	5	-	-	-	I	-	-	5	-	-	-	-	-	-	х	х	

Значения символов в таблице:
Т - в эксперименте тотально; М - модальность; И - интенсивность; О - освещение; П - предупредительные сигналы; Д - дистанции между основными сигналами; Н - научение (или утомление).
I - вероятность нулевой гипотезы меньше о,оI
5 - вероятность нулевой гипотезы меньше о,о5

Таблица 3

Сводные результаты дисперсионного анализа эксперимента ВР-3, показывающие статистическую значимость эффекта различных факторов в разных условиях

Факторы	Вероятность нулевой гипотезы /Р/ в частях эксперимента																									
	Т	Освещение		Модальность					Интенсивность					Структура					Индивидуальности							
		да	нет	Б	К	З	Б+З	К+З	I	2	5	Io	2o	Г	В	I	2	3	4	5	6	7	8	9	Io
О	I	x	x	–	–	I	–	I	–	–	–	I	–	–	I	I	–	I	I	–	I	I	I	I	I
М	I	I	I	x	x	x	x	x	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
И	I	I	I	–	I	I	5	I	x	x	x	x	x	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
С	5	I	–	–	–	I	–	–	I	–	–	–	–	x	x	–	–	–	I	I	I	I	I	I	I
Н	I	I	I											I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Э	I	I	5													I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Инд	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Значения символов в таблице: Т – в эксперименте тотально; М – модальность; И – интенсивность; О – освещение; П – предупредительные сигналы; Д – дистанции между основными сигналами; Н – научение (или утомление).
I – вероятность нулевой гипотезы меньше о,оI
5 – вероятность нулевой гипотезы меньше о,о5

Таблица 4

Результаты дисперсионного анализа
в эксперименте ВР-3

Причина отклонения	Сумма квадратов отклонений /S^2/	Число степеней свободы /f/	Дисперсия /s^2/	F эмпирический	F 0,05	F 0,01	P
О	2570	I	2570	I2,04	3,86	6,69	0,0I
М	95727	4	2393I,75	I07,5	2,39	3,36	0,0I
И	I2595	4	3I48,75	I4,8	2,39	3,36	0,0I
С	837	I	837	3,9	3,86	6,69	0,05
Н	26365	4	659I,25	30,89	2,39	3,36	0,0I
Э	I7052	I9	897,5	4,2I	I,67	2,04	0,0I
ИНД	4I2072	9	45785,77	2I4,6	I,90	2,46	0,0I
Остаточное	204I93	957	2I3,37	...	...	...	...
Итого	77I4II	999	772,I8	...	...	...	...

ВРЕМЯ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА ПРИ СЛЕЖЕНИИ ЗА ДВИЖУЩЕЙСЯ ЦЕЛЬЮ

Г.В.Суходольский /Ленинград/

При слежении точность, определяемая интегральной ошибкой, во многом зависит от полного времени реакции человека /Т/.

В наших экспериментах исследовалось, как изменяется Т при тренировках и в зависимости от величины скорости цели / $V_ц$/.

Установлено, что при тренировках Т почти не изменяется, а точность слежения значительно возрастает. Причина - в перераспределении величин латентного компонента /Тл/ и моторного компонента /Тм/ времени реакции.

Тл линейно уменьшается при тренировках, а Тм, наоборот, увеличивается, но сумма в условиях одной и той же скорости постоянна. Уменьшение Тл обусловлено выработкой рефлекса на время; оно позволяет увеличить Тм, а увеличение Тм "выгодно" тем, что позволяет легко маневрировать ускорениями руки при слежении.

В зависимости от скорости цели Тл уменьшается по закону силы, в частности по уравнению:

$$Тл = \frac{0,4}{\sqrt{V_ц}}$$, где $0,1 \leq V = 200 / \frac{мм}{сек}$ /

Тм, наоборот, увеличивается. В отсутствие тренировки увеличение происходит по степенному закону, а при наличии тренировки - по логарифмическому закону. Последнее объясняется тем, что в ходе тренировки усваиваются значения скорости цели. Это замедляет увеличение Тм по сравнению с условиями, в которых тренировка отсутствует.

TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU

Зависимость Тм и от скорости цели, и от количества тренировок хорошо в целом аппроксимируется уравнением:

$$T_m = a \cdot \lg V_ц + b,$$

где $V_ц$ - скорость цели $/2{,}5 \leq V_ц \leq 50$ $\frac{мм}{сек}$ /

$$a = 0{,}073(1 + 0{,}094 \cdot N \cdot 0{,}00052 \cdot N^2)$$

$$b = 0{,}015(1{,}6 + 0{,}15 \cdot N \cdot 0{,}001 \cdot N^2)$$

при $\leq N \leq 50$/тренировочных опытов, в каждом из которых было по 22 попытки/.

Получены эмпирические функции распределения Т, Тл в разных условиях. Установлено, что вид кривой Тm распределения обусловлен рядом факторов, из которых наибольшее значение имеет склонность испытуемых к упреждающим реакциям.

При упреждениях распределение имеет отрицательную асимметрию, при отсутствии упреждений - положительную. Математическое ожидание, дисперсия и эксцесс распределений зависят от скорости цели и уровня тренированности.

ЗНАЧЕНИЕ СКОРОСТИ РЕАГИРОВАНИЯ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ИССЛЕДОВАНИИ БОЛЬНЫХ ШИЗОФРЕНИЕЙ

Е.И.Теплицкая /Киев/

Замедление двигательных реакций отмечено в числе наиболее ранних проявлений шизофренического процесса /Чапмен, Chapmon I966г.; С.М.Лившиц и Е.И.Теплицкая, I966 г./. Степень этого замедления оценивается в качестве показателя тяжести заболевания /Кинг, King H.E.I954 г./, а также прогностического признака/Уиндли, Хемви, Windle, HamwiI953г./ и одного из крите-

риев стойкости ремиссии / Е.И.Теплицкая, 1966 г./.

Работы Е.И.Бойко и сотрудников обосновывают применение хронометрического эксперимента для изучения нейродинамических основ высших нервных процессов не только в норме, а также в патологии.

Наименее изученным вопросом является механизм изменений временных параметров реакций при разных клинических формах шизофрении, хоть изменения времени реакции /ВР/ в разных экспериментальных ситуациях давно установлены /Шэкоу, Райгос, Родник, Хастон, **Ihakow D., Rigos L.A., Rodnick E.H., Huston P.E.**/ и подтверждены более поздними исследованиями Винэблса и Тайзерда / **Vinebles P.H., Tizord J.,** 1956, 1957, 1960 г.г./, изучавшими особенности изменений ВР при различных клинических проявлениях заболевания.

Проведенные нами исследования более 100 больных и 40 здоровых установили статистически значимое увеличение ВР двигательных реакций, программированных предварительной словесной инструкцией на звуковые и световые раздражители при всех клинических формах шизофрении, более выраженное при хроническом процессе, чем в начальном периоде заболевания.

При обострении процесса наблюдается увеличение ВР на слабые раздражители, часто предшествующее наркотической фазе.

На основании собственных исследований /В.М.Банщиков, Е.И.Теплицкая/, а также литературных данных ВР является более тонким показателем силовых отношений, чем величина условной реакции критерий x^2 показывает, что пропорциональности между процентом фазовых состояний по показателям ВР на звуковые раздражители статистически значимы для различий между здоровыми и больными. Указанные различия по показателям условной реакции недостоверны.

Мы наблюдали парадоксальное увеличение ВР на более интенсивные световые раздражители, установленное у

больных шизофренией Винэблсом и Тайзердом, при значительно меньшем диапазоне градаций световых раздражителей.

У больных шизофренией достоверно продолжительное ВР при дифференцировании звуковых раздражителей 100 дб, 250 гц, 200 мсек и 80 дб, 250 гц, 200 мсек, а также при переделке их сигнального значения.

При обострении заболевания предупредительный словесный сигнал "внимание" не сокращает, а пролонгирует ВР на звуковые раздражители; в ряде случаев образование реакции удается только при совпадении предупредительного и пускового сигналов. Предупредительный словесный сигнал различно действует при звуковых и световых раздражителях.

В отличие от здоровых, у больных начальной и хронической параноидной, гебефренической и особенно кататонопараноидной шизофренией одновременная с двигательной словесная реакция "нажимаю" /по А.Р.Лурия/ не сокращает, а увеличивает ВР.

При простой форме отмечено некоторое сокращение ВР.

Дополнительная звуковая стимуляция сокращает ВР на световые раздражители у здоровых и у детей, больных начальной шизофренией; при хронической параноидной форме наблюдается достоверное пролонгирование, а при кататонопараноидной - сокращение ВР.

При шизофрении наблюдаются периоды уравнивания ВР, независимо от интенсивности раздражителей и применения предупредительных сигналов.

В механизме установленных изменений ВР у больных шизофренией имеют значение: развитие гипноидного торможения, доминантных отношений, а также нарушение второсигнальной функции управления действиями.

СВЯЗАННЫЕ ЦЕПИ И УСЛОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ВР

В.Я.Фишелев /Калинин/

Известно, что психофизиологические показатели отдельных операций сложного производственного процесса, помимо основных факторов, непосредственно сказывающихся на рабочие характеристики человека-оператора, существенно влияют вид и результаты деятельности на предыдущем этапе и в меньшей степени - характер предстоящей работы. Это обстоятельство необходимо учитывать, если мы не хотим впасть в ошибку, создавая модель всего процесса путем сложения /суперпозиции/ показателей по его отдельным этапам.

Основным показателем в большинстве случаев является время реакции в общем смысле этого понятия. При исследовании сложной по содержанию операторской деятельности это может быть время простой реакции /"раздражитель - ответ"/, время обработки сигнала рассогласования в замкнутом контуре управления, время решения задач логического типа и т.д. и т.п.

Как правило, время реакции, рассматриваемое как частный показатель эффективности, является функцией многих переменных - факторов:

$$t = \varphi(x_1, x_2, \ldots, x_k, \ldots x_n)$$

где x_1, x_2,...x_k - основные факторы, формирующие начальные условия выполнения операций;

x_{k+1}, ..., x_n - факторы, формирующие психофизиологические условия работы оператора /комфорт - дискомфорт и т.п./.

Для того, чтобы результаты исследования могли быть использованы для построения адекватной модели, необходимо частные эксперименты по исследованию ВР проводить " в контексте" , на реальном фоне. В соответствии

с типовой структурной схемой изучаемого процесса данная исследуемая частная операция функционально сопрягается со смежными операциями и составляет так называемую "связанную цепь" или "тройку". Это достигается либо реальным сопряжением /физическим моделированием/, либо путем "подыгрыша" /имитацией/.

Тогда в результате проведения экспериментов в такой цепи получаем "условные характеристики"

$$t(A/B_1C) = f(x_1, x_2, \ldots, x_k, \ldots x_j)$$

где слева - время выполнения операции"А" при условии выполнения операции "В" в ожидании предстоящей работы "С". Для воспроизводимости результатов важно в эксперименте не только сформировать связанную цепь, но и сохранить эмоционально-психологическую напряженность операции, связанную, в первую очередь, с лимитом времени и ответственностью за результаты работы.

В явном виде условная характеристика при определенных допущениях может быть записана в виде уравнения регрессии /полинома n-й степени/. Если ВР есть функция многих /контролируемых/ переменных/факторов/, то представляется целесообразным использовать методы ортогонального планирования эксперимента. Этим может быть значительно снижена трудоемкость экспериментального исследования в связи с тем, что появляется возможность реализовать принцип динамичности научного поиска с помощью ЭЦВМ. Кроме того, ортогональное планирование позволяет получать независимые оценки вклада каждого контролируемого в опыте фактора в интегральный эффект /ВР/, что, в свою очередь / снижает вычислительные трудности при обработке данных и делает более достоверной научную интерпретацию результатов.

Полученные в явном виде условные характеристики для связанных цепей могут быть использованы для создания электронной модели всего изучаемого процесса, которая в дальнейшем может рассматриваться как самостоятельный объект исследования.

ВЛИЯНИЕ СОВМЕЩЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ НА ВРЕМЯ РЕАГИРОВАНИЯ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ СИГНАЛОВ В ПЕРИФЕРИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ

И.А.Шихин /Ленинград/

Обнаружение сигналов периферическим зрением и время адэкватной двигательной реакции/ВР/имеет большое практическое значение в работе операторов на пультах управления и при управлении средствами передвижения.

На практике, как правило, сигналы, поступающие в периферическое зрение, обнаруживаются в условиях одновременного выполнения основной оперативной деятельности /совмещенного действия/.

Для надежного выполнения периферическим зрением основной функции /обнаружения сигналов/ при одновременной загрузке центрального зрения приемом и переработкой информации должны быть предъявлены повышенные требования к состоянию бдительности оператора и распределению его внимания.

Обнаружение сигналов периферическим зрением предполагает последующую глазо-двигательную реакцию с целью опознавания обнаруженного сигнала центральным зрением. В случаях, когда на опознавание сигналов центральным зрением нет времени или необходимости может иметь место соответствующая двигательная реакция непосредственно на сигнал обнаруженный периферическим зрением.

Нами изучалось влияние совмещенного действия на функцию обнаружения сигналов периферическим зрением и на скорость реагирования.

Изучалось также влияние степени сложности совмещенного действия /центральной задачи/ на время простой зрительно-двигательной реакции. Экспериментальная уста-

новка представляла собой усовершенствованный оптический периметр системы ПРП. Вместо фиксационного креста был вмонтирован цифровой индикатор /лампа ИН-I/, который давал возможность предъявлять цифровую информацию /цифры от 0 до 9 в случайном порядке/. Световой раздражитель мог предъявляться испытуемому в любой точке дуги периметра. Предъявление светового раздражителя прекращалось в момент нажатия испытуемым на реактивный ключ. Время предъявления фиксировалось электро-секундомером. Выполнение центральной задачи, а также начало и конец предъявления светового раздражителя регистрировалось чернильным самописцем. Полученные экспериментальные данные позволяют сделать следующие выводы.

I. Выбранные нами совмещенные действия/центральные задачи/ различной степени сложности не оказывают значительного влияния на надежность обнаружения сигналов периферическим зрением.

2. Выполнение совмещенного действия оказывает существенное/статистически значимое/ влияние на скорость реагирования в сторону увеличения ВР.

3. Увеличение сложности совмещенного действия замедляет скорость реагирования и увеличивает вариативность ВР.

4. Необходимость быстрого реагирования на обнаруживаемые периферическим зрением сигналы, в свою очередь приводит к снижению качества выполнения центральной задачи.

Изучение вопроса о скорости реагирования на сигналы обнаруживаемые периферическим зрением при одновременном выполнении совмещенного действия позволит дать рекомендации по оптимальной загрузке центрального зрения операторов и выявит реальные возможности человека по скорости адэкватного реагирования при одновременном выполнении определенной деятельности.

Материалы II симпозиума

К ВОПРОСУ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ДИСПЕРСИИ ВРЕМЕНИ РЕАКЦИИ. ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕНИ РЕАКЦИИ У ИСПЫТУЕМЫХ, НАХОДЯЩИХСЯ В СОСТОЯНИИ ГИПНОЗА

С.М.Блинков (Москва)

В предыдущих работах наших и наших сотрудников А.С.Арутюновой и А.К.Москатовой (1954-1968) было установлено, что по латентному периоду простой двигательной реакции (ВР) можно иметь суждение о состоянии правых и левых двигательных и сенсорных центров головного мозга человека в норме и патологии. Для этого необходимо сравнивать ВР в 4 вариантах:

I вариант: вход в левое полушарие, выход из левого полушария

II вариант: -"- -"- -"- -"- -"- из правого -"-

III вариант: -"- в правое -"- -"- из левого -"-

IУ вариант: -"- -"- -"- -"- -"- из правого -"-

Для того, чтобы получить вход, т.е. адресовать импульс, в левое полушарие, мы наносим кожное раздражение на правую половину тела или наносим световое раздражение на носовую половину сетчатки правого глаза или на височную половину сетчатки левого глаза. Для того, чтобы получить выход из левого полушария, т.е. эфферентный импульс был послан из левого полушария, испытуемый производит ответное движение правой рукой и т.д.

Кроме того сопоставляется разница между ВР правой и левой рукой на световое кожное и звуковое раздражение.

Мы применили нашу методику для диагностики очаговых поражений мозга в нейрохирургической клинике.

Однако широкому применению в клинике разработанной нами методики измерения ВР препятствует значительная дисперсия. Коэффициент вариации ВР в норме составляет от 10 до 20%.

Вследствие столь большой дисперсии для выявления статистически значимой разницы между ВР в разных вариантах иногда приходится производить несколько сот измерений, что представляет при исследовании больных определенное неудобство.

Мы исследовали некоторые приемы, воздействующие на дисперсию, зависящую как от внешних факторов (особенности аппаратуры, внешние помехи), так и на дисперсию, зависящую от внутренних факторов, таких как утомляемость, концентрация внимания и т.п.

Для ответной реакции исследователи обычно пользуются телеграфным ключом. Однако при нажатии ключа до размыкания контактов происходит прогибание кожи на пальце, и время потраченное на прогибание кожи колеблется в зависимости от разных причин.

Мы заменили телеграфный ключ специальными наперстками. В ответ на предупреждающий сигнал испытуемый соединял, а в ответ на пусковой сигнал разъединял, большой и указательный пальцы, на которые были надеты наперстки с контактами. Замена ключа наперстками снизила коэффициент вариабильности ВР на I-2%.

Далее мы обратили внимание на то, что словесный настораживающий сигнал "внимание" экспериментатор не всегда произносит с одной и той же интонацией, что также влияет на время реакции. Чтобы исключить дисперсию, зависящую от интонации с которой подает инструкцию экспериментатор, мы стали подавать настораживающий и пусковой сигналы через прибор, снабженный магнитофоном. Этот прибор, обозначенный как "программное устройство" удерживает также интервали между сигналами, выбранные по таблице случайных чисел вперед на серию из 30 измерений.

Применение "программного устройства" снизило коэффициент вариации еще на I-2%, однако дисперсия и при подаче сигналов программным устройством остается достаточно высокой.

Попытки поместить испытуемого в заглушенную камеру потерпели неудачу, потому что при отсутствии внешних раздражений, исключая монотонных сигналов, испытуемых начинает клонить ко сну и время реакции у них начинает колебаться в зависимости от состояния бодрствования.

Поэтому для удержания испытуемых на более или менее ровном фоне бодрствования и максимального отключения их от

внешних помех мы решили исследовать время реакции у испытуемых, находящихся в состоянии гипноза.

До настоящего времени мы провели около трех тысяч измерений времени реакции у 4 испытуемых до гипноза, в состоянии гипноза и после выведения из гипнотического состояния. Из 4 испытуемых I врач, 2 студента и I санитар.

Введенные в гипнотическое состояние испытуемые сидели совершенно неподвижно и производили только те движения, которые были предусмотрены инструкцией. Они застывали в позе напряженного внимания и у них не наблюдалось никаких случайных движений или игры мимических мышц. У них часами можно было производить измерение ВР без каких либо жалоб на утомление в течение сеанса или после него. У них не наблюдалось увеличения ВР вследствие утомления, как это нередко бывает у бодрствующих испытуемых.

В бодрствующем состоянии наши испытуемые давали, как это обычно наблюдается, сильную речевую и двигательную реакцию, если серия исследований ВР нарушалась внезапным резким экстренным раздражителем, таким как хлопок в ладоши, грохот падающего на пол предмета и т.п. В гипнотическом состоянии те же испытуемые на подобные экстренные раздражители или вовсе не реагировали или отвечали слабым вздрагиванием век. Однако, даже при отсутствии внешней видимой реакции, непосредственно после таких экстренных и резких раздражений ВР у них увеличивалось. При этом ВР увеличивалось в сравнительно небольших пределах - от 20 до 50 мсек. При появлении же достаточно громких, но привычных звуков-помех (например, стука в дверь, шума шагов в коридоре, посторонних разговоров) ВР в гипнотическом состоянии не увеличивалось.

Вместе с тем усилились колебания ВР в зависимости от изменения влияний, исходящих от экспериментатора, вводившего испытуемых в гипноз. Время реакции ВР колебалось в зависимости от малейших изменений позы или движений экспериментатора. В результате, в общем и целом, дисперсия ВР в гипнозе иногда бывала выше, а иногда ниже, чем в только что проведенной серии исследования ВР в бодрствующем состоянии (рис. I).

Рис. I

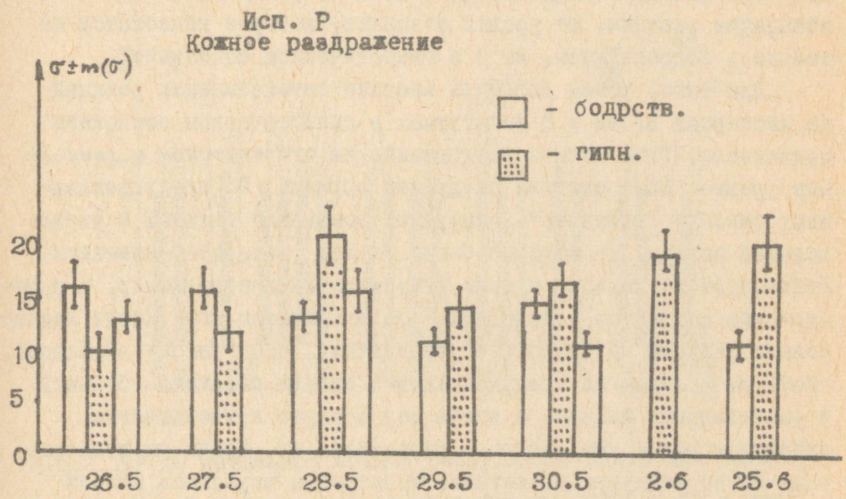


Рис.I. Дисперсия /квадратическое отклонение и его ошибка в мсек / ВР на кожное раздражение у испытуемого Р. в бодрствующем состоянии и в гипнозе. Указаны даты экспериментов, произведенных в 1969 г.

Таким образом нам не удалось полностью исключить в гипнозе дисперсию, зависящую от раздражителей, вызывающих внешнее торможение, однако роль таких раздражителей можно было свести к минимуму. Специально были поставлены серии исследований ВР у испытуемых, находящихся в состоянии гипноза, при отсутствии внешних помех и при исключении каких-либо дополнительных влияний, исходящих от гипнотезера. Дисперсия ВР и при этих условиях оказалась довольно высокой, коэффициент вариации доходил до I2,9%.

Это обстоятельство позволяет сделать вывод, что дисперсия в гипнозе, также, как и в бодрствующем состоянии, в основном не зависит от меняющегося потока внешних раздражений. Но может быть дисперсия ВР зависит главным образом от степени автоматизации реакции, от уровня сознания, которое колеблется не только в бодрствующем, но и в гипнотическом состоянии?

Для того, чтобы выяснить влияние автоматизации реакции на дисперсию ВР мы у 2 испытуемых в гипнотическом состоянии сравнивали ВР на кожное раздражение на субсенсорном и сенсорном уровне. Опыт ставили следующим образом. По предупреждающему сигналу "внимание" испытуемые соединяли большой и указательный пальцы, на которые были надеты наперстки-контакты. Прикосновение касалки к коже запускало миллисекундомер, а разъединение контактов наперстков - останавливало его. Когда исследовали реакцию на ощущаемое раздражение, испытуемому внушалось, чтобы он в ответ на предупреждающий сигнал соединил большой и указательный пальцы, а когда почувствует прикосновение касалки - как можно быстрее разъединил их. Когда же исследовали ВР на неощущаемый сигнал, испытуемым внушалась полная анестезия кожи кисти, на которую была надета капсула с касалкой. Когда мы убеждались в том, что испытуемый прикосновения касалки не ощущает ему внушалось, чтобы по предупреждающему сигналу "внимание" он соединил большой и указательный пальцы и что, хотя он прикосновения касалки ощущать не будет, его большой и указательный пальцы "сами быстро разъединятся", как только касалка прикоснется к коже. Подача предупреждающего и пускового сигнала, как и соблюдение интервалов в случайном порядке, производилось с помощью упомянутого выше "программного устройства". Мы провели с испытуемым врачом И. 10 таких сеансов на протяжении 1968 и 1969 гг. В течение одного и того же сеанса мы производили измерение серии ВР на ощущаемое раздражение, затем серию измерений на неощущаемое раздражение, затем снова на ощущаемое раздражение и т.д., чередуя такие серии до 8 раз (рис. 2). ВР на неощущаемое раздражение неизменно оказывалось ниже ВР на ощущаемое раздражение. Диспер-

Рис. 2



Рис.2. ВР на ощущаемое кожное раздражение неизменно больше, чем ВР на неощущаемое кожное раздражение. Указано ВР в мсек в разные дни у испытуемой И. в состоянии гипноза.

сия в разные дни колебалась на ощущаемое раздражение от 11,7% до 19,7%, а на неощущаемое - от 10,5% до 19,4%. Дисперсия не только в абсолютных, но и в относительных величинах, оказалась на неощущаемые раздражения меньше, чем на ощущаемые. Разница в различные дни составляла от 1 до 3% коэффициента вариации. Между тем в разные дни коэффициент вариации колебался в пределах до 8-9% как в группе ощущаемых, так и в группе неощущаемых реакций. Следовательно, автоматизация процесса в смысле снижения (если не выключения) сознания приводит к заметному, но незначительному снижению дисперсии. Основной же причиной дисперсии надо считать неподдающуюся пока учету из-

менчивость внутренней среды организма, динамику нейрогуморальных факторов, которые влияют на скорость течения процесса по проводящим путям и на длительность взаимодействия возбудительных и тормозных процессов в ядрах и полях центральной нервной системы.

О СООТНОШЕНИИ ЛАТЕНТНЫХ ПЕРИОДОВ РЕАКЦИИ РАЗЛИЧЕНИЯ И ПОРОГОВ РАЗЛИЧИЯ

М.Н.БОРИСОВА
(Москва)

Еще в начале 19 века Хенмоном было установлено, что в величине латентных периодов двигательных реакций отражается мера различия сенсорных качеств предъявляемых для сравнения объектов. На большом количественном материале было показано увеличение латентного периода двигательной реакции по мере уменьшения различия между объектами. Отсюда вытекает возможность использования латентных периодов как меры различения сенсорных качеств. В последние годы это свойство латентных периодов используется в работах по прикладной психологии. И это понятно: латентный период довольно просто получить и измерить. Однако в связи с этим кажется необходимым, во-первых, получить некоторое дополнительное фактическое обоснование использования латентных периодов реакций в качестве показателя различения. И во-вторых, необходимо исследование вопроса о механизмах, лежащих в основе латентных периодов различных видов реакций. Частичное решение этих двух задач возможно в плане дифференциально-психологического исследования. Дополнительным обоснованием применения латентного периода двигательной реакции в качестве показателя сенсорного различения является сопоставление индивидуальных различий в латентных периодах двигательных реакций с самими величинами различения сенсорных качеств-порогами различения. Попытка подхода, теоретического и экспериментального, к показателям различения с точки зрения свойств высшей нервной деятельности может способствовать пониманию процессов, определяющих латентный период и его изменения в различных условиях.

В настоящем докладе будет представлена часть материалов экспериментального исследования индивидуальных различий в реакции выбора, относящаяся к сопоставлению латентных периодов реакции различения и порогов различия звуков по интенсивности. Оба эти показателя получались в одном и том же опыте. Звуки подавались со звукогенератора ЗГ-10, частотой 1000 гц. Интенсивность изменялась ступенями по 1 децибелу. Длительность звуков - 200мсек,

интервалы внутри пары сравниваемых звуков – 2 сек, интервалы между парами – I2–I7 сек. Временная регуляция предъявления звуков осуществлялась автоматически с помощью фотосчитывающего устройства ФСУ-I. Интенсивность первого в паре звука всегда составляла 50 дб. над абсолютным порогом испытуемого, второго – на 0, I, 2, 3, 4 дб и т.д. (сколько необходимо для измерения порога различения) больше первого. Величина различия звуков в паре в каждый момент измерения задавалась экспериментатором. Испытуемый должен был реагировать ("Как можно быстрее") на одинаковые в паре звуки – левой рукой, на разные (второй громче) – правой рукой. При этом регистрировались латентные периоды нажимов на ключ с помощью электронных счетчиков ШI–I5. Испытуемыми были лица I7–28 лет, главным образом студенты московских вузов; их было 4I человек.

Таким образом, в эксперименте получались значения порогов различения в децибелах и латентных периодов реакции различения звуков в мсек. В качестве порога различения в настоящем докладе будет представлена величина, взятая по довольно жесткому критерию – не более одного ошибочного ответа (из I0–I2) при данной величине различия. Диапазон величин порогов для нашей группы испытуемых составляет 5–I5 дб. В сопоставлении с порогами будут использованы латентные периоды реакций на звуки с разницей между ними в 6, 7, 8, 9 и I0 дб. Этот выбор продиктован следующим: различие в I0 дб. было доступно всем испытуемым, т.е. для подавляющего большинства оно было пороговым или выше порога по указанному критерию; далее по мере уменьшения величины различия возрастало количество лиц, для которых оно оказывалось недоступным, поэтому в некоторых случаях латентные периоды приходилось вычислять только из 5 значений. При предъявлении пар звуков с разницей в 6–7 дб. некоторые испытуемые дали даже менее 5 правильных реакций; при ранжировании они получили последние ранговые места. Таким образом, различия в 6–9 дб. между сравниваемыми звуками создавали затруднения, большие или меньшие для разных лиц. Различия меньше 6 дб оказывались ниже порога для многих испытуемых из нашей группы, они становились уже мало дифференцирующими. Различия в 6–9 дб, по-видимому, следует рассматривать как зону оптимальной дифференциации для нашей выборки лиц.

Вопрос о соотношении порогов различия и латентных периодов реакции различения звуков по интенсивности выясняется посредством их корреляции. В таблице представлены коэффициенты ранговой корреляции их по описанным выше показателям. Для порога различения взяты данные из трех последовательных опытов, для латентных периодов – данные третьего опыта (обработка экспериментальных материалов еще не закончена).

Соотношение порогов различия и латентных периодов реакции различения

		Латентные периоды различения при				
		6 дб	7 дб	8 дб	9 дб	I0 дб
Пороги различия	I опыт	57	35	35	39	04
	2 опыт	70	49	47	47	I2
	3 опыт	68	53	43	4I	I8

(Нули и запятые в таблице коэффициентов опущены).

Таким образом, коэффициенты ранговой корреляции свидетельствуют о наличии прямой связи между порогами различия и латентными периодами реакции различения звуков по интенсивности (при ρ = 3I) уровень значимости $p < 0{,}05$, при $\rho = 40$ $p < 0{,}0I$). Следует отметить возрастание величины коэффициентов корреляции по мере возрастания трудности различения и падение величины коэффициентов ниже уровня значимости при величине различения в I0 дб. Эта величина различия не вызывала затруднений, была легкой для большинства испытуемых. Очевидно, поэтому процесс различения теряет что-то существенное в своем содержании и меняет свой дифференциально-психологический смысл. Выравнивания латентных периодов для всей группы при этом не происходит. Внешние различия в величинах латентных периодов сохраняются, но, по-видимому, они перестают отражать то существенное, что имеет место при решении трудной задачи на различение, при меньшей разнице между сравниваемыми звуками. По-видимому, это обстоятельство имеет принципиальное значение для дифференциально-психологического исследования.

Существование прямой корреляции между порогами различия

звуков и латентными периодами реакции различения служит обоснованием правомерности использования латентных периодов реакции различения в качестве меры различения. Однако из представленных материалов вытекает необходимость некоторого ограничения такого использования латентных периодов - зоной затруднительного различия. При различении величин, превосходящих средние пороговые значения, латентные периоды реакции сравнения, по-видимому, перестают быть показателями различения.

Приведенные материалы составляют часть более обширного исследования латентных периодов реакции выбора. Обработка данных этого исследования еще не закончена. О результатах его говорить пока невозможно. Отмечу лишь, что одна из целей его состоит в том, чтобы выяснить возможность ввести изучение различения сенсорных качеств, показателями которого могли бы служить как пороги различения, так и латентные периоды реакции различения, в аспект основных свойств высшей нервной деятельности. В качестве такого свойства гипотетически выдвигается понятие о концентрированности нервных процессов.

ВЛИЯНИЕ ЦЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ НА СКОРОСТЬ РЕШЕНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ЗАДАЧ

Бочарова С.П.
Харьковский университет

Результаты интеллектуальной и практической деятельности человека в вероятностной ситуации детерминируются не только количеством объективно предъявленной информации, но и ее ценностью для субъекта. Информативной ценностью обладают сообщения, снижающие меру трудности задач и повышающие вероятность достижения цели /Харкевич А.А., 1960; Бонгард М.М.,1963/.

В связи с этим актуальной является проблема соотнесения трудности условий предъявляемых человеку задач и скорости их решения. Объективно мера трудности задач пропорциональна их энтропии, т.е. количеству информации, выражающему либо частоту появления сигналов, либо число возможных равновероятных исходов решения. В отличие от технических устройств, спецификой человеческой деятельности является ее сознательный и целенаправленный характер. Человек имеет дело не с абстрактными символами, а с объектами, проявляя к ним дифференцированное отношение и различные способы переработки. Поэтому объективно содержащееся в условиях задачи количество информации /ее трудность/ оказывается субъективно разной трудностью для людей с разной тренированностью и способностями.

В проведенных нами опытах испытуемые-студенты /три группы по тридцать человек/ последовательно решали три варианта конструктивных задач разной степени трудности /IA,IБ и IВ/. Испытуемые строили рисунок-орнамент по предложенным контурам /Бочарова С.П., 1969/. Количество информации J в условиях задач определялось как $\log_2$ возможного количества вариантов решения /таблица I/. Мера трудности каждой задачи для испытуемых, определяемая как $\log_2$ среднего количества проб, сделанных всеми испытуемыми по каждой задаче, последовательно снижалась за счет появления добавочных контурных ориентиров, снижавших исходную неопределенность. Полезная /ценная/ информация J_n этих дополнительных сообщений определялась как мера снижения трудности.Добавочные контурные ориентиры

направляют и рационализируют конструктивную деятельность испытуемых, влияя на скорость решения задач и характер построенного рисунка.

Таблица I

Характеристика условий задач и показатели количества проб и времени решения /в среднем на одного испытуемого/.

Задачи:	Возможное количество вариантов	$\mathcal{J}$ в дв.ед:	Мера трудности в дв.ед.	$\mathcal{J}_n$ в дв.ед:	Количество проб	Время решения мин.
IA	230	7,8	3,3	-	9,3	41,4
IБ	I2	3,5	2,I	I,2	5,0	20,8
IB	I2	3,5	I,7	I,6	2,8	I4,2

На приведенной таблице видно, что при исходном уровне трудности /задача IA/, время решения задачи максимально. Здесь, в условиях большой неопределенности, многие испытуемые решают задачу путем хаотичного поиска, пробуя множество различных вариантов. В задаче IБ количество сделанных проб и время решения снижаются в связи с появлением ценной информации и снижением меры трудности задачи для испытуемых. В задаче IB, по сравнению с IБ, дополнительный контурный ориентир не снижает количества информации /3,5 дв.ед./. Однако время решения здесь продолжает уменьшаться за счет того, что ценная информация дополнительного сообщения предельно снижает меру трудности задачи для испытуемых.

Эти данные подтверждают, что с уменьшением неопределенности условий задач скорость их решения повышается. Однако прямой зависимости между этими параметрами не наблюдается /Пирс,Дж., I967/. В конечном счете скорость и результат решения каждой задачи определяются ее семантической структурой и мерой ее трудности для субъекта. В наших опытах обнаружилась прямая зависимость между субъективной мерой трудности и временем решения задач. Ценная информация дополнительных сообщений, снижая субъективную меру трудности задач и рационализируя

конструктивную деятельность испытуемых, во всех случаях положительно влияет на скорость и конечный результат решения задач.

В проведенных нами опытах наблюдались также индивидуальные различия между испытуемыми в скорости решения задач. Эти различия вызваны тем, что не все испытуемые в равной мере могут учесть направляющую роль контурных ориентиров в условиях задач. Так, в задаче IA субъективная мера трудности /определяемая как $\log_2$ количества проб, сделанных каждым испытуемым/ колеблется от I до 5 дв.ед., время решения колеблется от IO до 92 мин. Диапазон индивидуальных различий в количестве сделанных проб, в субъективной трудности и времени решения по всем трем задачам показан на таблице 2.

Таблица 2

Показатели диапазона индивидуальных различий в решении задач

Задачи	Количество проб	Субъективная мера трудности в дв.ед.	Время решения в мин.
IA	2 - 3I	I,0 - 4,9	IO - 92
IБ	I - I3	0,5 - 3,7	7 - 44
IB	I - IO	0,5 - 3,3	5 - 30

Эти данные свидетельствуют о том, что:

а/ информативная ценность контурных ориентиров в условиях одной и той же задачи является величиной относительной, связанной с возможностями субъекта к ее выделению и использованию;

б/ диапазон индивидуальных различий в скорости решения задач последовательно уменьшается в трех сериях опытов по мере нарастания ценной информации, снижающей субъективную трудность задач для испытуемых.

Нами было также соотнесено время решения задач испытуемыми с уровнем воспроизведения конструкции сделанных ими рисунков. На таблице 3 приведены данные, показывающие отсутствие корреляции между временем решения и уровнем воспроизведения. Так, самый низкий уровень воспроизведения наблюдается по рисунку IA, построение которого требовало максимального количества времени.

Таблица 3

Показатели времени решения задач и количества ошибок при воспроизведении /в среднем на одного испытуемого/.

Задача	Время решения	Ошибки при воспроизведении
IA	4I,I	4,2
IБ	20,8	2,0
IB	I4,2	3,0

Полученные данные свидетельствуют о том, что уровень воспроизведения детерминируется не временем действия субъекта с объектом, а уровнем организации рисунков /симметричной или хаотичной конструкцией/, создаваемой испытуемыми в соответствии с направляющей ролью контурных ориентиров.

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕАКЦИИ НА СОВМЕЩЕНИЕ ДВУХ ОБЪЕКТОВ-МЕТОК.

В.М. ВОДЛОЗЕРОВ и А.З. ГАФАРОВ

Ленинград.

В трудовой деятельности человек весьма часто имеет дело с объектами (и сигналами), которые перемещаясь, изменяют своё положение в пространстве. Различного рода своевременные управляющие движения и действия на движущиеся объекты, изменение их положения в пространстве и во времени (пуск, остановка, торможение, изменение скорости) составляют весьма существенную, если не главную сторону по управлению автомобилем, подъемным краном, самолетом, кораблем, радарной установкой и т.д. Эффективность выполнения управляющих действий в данных условиях, их скорость и точность зависит от возможности предвидения человеком хода изменения положения (состояний) объектов-сигналов во времени, в ближайшем будущем. Следует полагать, что развитие навыка по управлению различного рода движущимися объектами в значительной мере зависит от развития способности предвидеть и экстраполировать во времени (в ближайшем будущем) динамику изменения положений управляемого объекта по отношению к окружающей его среде и другим объектам.

Исследования показывают, что важным условием эффективности управляющих действий в данных условиях выступает умение правильно определить момент или точку будущей встречи двух или более движущихся объектов на основе непосредственного восприятия этих объектов (Л.Б.Ительсон, 1961, А.В.Скрипченко, 1961 и др.). Л.Б.Ительсон различает два основных типа задач, разрешаемых с помощью динамического глазомера: а) задачи на определение неподвижным наблюдателем момента или точки будущей встречи двух движущихся объектов; б) задачи на определение момента или точки будущей встречи самого движущегося наблюдателя с движущимся объектом. Исследования Л.Б.Ительсона показали, что механизм "активного" динамического глазомера является весьма сложным образованием, представляя собой функциональную серию психических

актов, которая составляет единый сенсорно-интеллектуальный комплекс, развертывающийся в структуре первой и второй сигнальных систем. Важно отметить, что функционирование динамического глазомера протекает непрерывно по мере сближения с объектом сопровождается все более точной корректировкой результатов.

Наиболее простой и изученной в психологии является реакция на один движущийся объект (РДО). В данных условиях сигналом для моторного ответа выступает момент достижения движущимся объектом-сигналом некоторой заданной точки. Исследования В.А.Горового-Шалтана, 1932, Н.В.Зимкина, 1936,1937; В.В.Чебышевой, 1958, К.К. Платонова, 1962 и др. показали, что латентный период РДО при прочих равных условиях короче латентного периода простой сенсомоторной реакции. Однако с уменьшением поля обзора точность РДО снижается. По данным Н.В.Зимкина латентный период РДО зависит от "времени предшествования", под которым понимается время от нача ла появления движущегося объекта и до его необходимой остановки. В том случае если "время предшествования" меньше 200-300 мсек., то наблюдаются исключительно запаздывающие реакции. Латентный период РДО приближается к времени простой сенсомоторной реакции. С увеличением времени наблюдения за движущимся объектом до 300 и более мсек. точность РДО увеличивается.

Следует думать, что в последнем случае создаются условия для активного включения в процесс регуляции механизма перцептивной экстраполяции. Укорочение РДО по сравнению с латентным периодом простой сенсомоторной реакции объясняется, очевидно, тем, что в последнем случае реакция испытуемого начинается несколько раньше, чем объект достигнет заданной точки, в противном случае возникает значительное рассогласование во времени, т.е. запаздывание реакции, близкое по времени простой сенсомоторной реакции. Исходя из оценки текущих состояний сигнала-объекта, его скорости, испытуемый определяет его положение на некоторый интервал времени вперед, строит свои движения с учетом динамики изменения состояний сигнала относительно заданной точки. Это практически проявляется в нахождении некоторой точки упреждения. Очевидно, что положение точки упреждения как в пространстве, так и во времени зависит от скорости сближения объектов, а также от времени реакции испытуемого. В значительной степени эффек-

тивность перцептивной экстраполяции определяется способностью человека произвольно регулировать время своих реакций. По данным С.Г.Геллерштейна человек научается регулировать время своих реакций с точностью до $\pm$ 0,04 сек. (С.Г.Геллерштейн, 1958).

А.В.Скрипченко (1961), исследуя точность определения учащимися момента встречи двух движущихся объектов в заранее определенном месте, показал, что не все испытуемые сразу осознают необходимость в определении точки упреждения. Вследствие этого возникают значительные ошибки запаздывания. Данные А.В.Скрипченко, полученные в более сложных условиях, подтверждаются и нашими экспериментами.

В наших экспериментах движущимся сигналом объектом служила метка – темный штрих размером 0,5 х 1 мм, перемещающаяся прямолинейно в узкой горизонтальной щели. Перед каждым опытом метка появлялась в определенном месте. В течение первых 2 сек. она оставалась неподвижной, а затем перемещалась прямолинейно вдоль щели в направлении слева – направо с постоянной скоростью, равной 100 мм/сек. По истечении некоторого времени (времени перемещения первой метки) на пути её движения появлялась другая – неподвижная метка. Время перемещения первой метки до появления второй было 4; 2 и 1 сек. Время до момента совмещения обеих меток т.е. от момента появления второй и до их встречи (время совмещения) оставалось равным 4; 2; 1; 0,5 и 0,25 сек. Таким образом, общее время т.е. время от начала перемещения первой метки и до момента их встречи менялось в диапазоне 1,25 – 8 сек. В опытах было использовано 15 экспозиций, которые предъявлялись испытуемому в случайном порядке. Испытуемый должен был нажатием на ключ "уловить" момент встречи (совмещения) обеих меток. Регистрация времени осуществлялась посредством электронного секундомера типа ССЭШ-63, который автоматически включался ровно за одну секунду до момента встречи обеих меток. Выключение секундомера осуществлялось испытуемым при нажатии на реактивный ключ. При запаздывании реакции испытуемого секундомер показывал время более, чем одна секунда, а при преждевременных – менее секунды.

В предварительных опытах испытуемым не сообщались результаты их действий. Было выявлено, что не все испытуемые осознают

необходимостью нажимать на ключ несколько раньше, чем произойдет действительное совмещение обеих меток. Как выяснилось из словесного отчета они нажимали на ключ именно в момент совмещения меток. Вследствие этого у них возникало значительное запаздывание реакции. Ошибка времени запаздывания даже при значительном времени до встречи - 4 сек. составляла 0,15-0,20 сек. Однако после нескольких тренировочных проб, в которых испытуемым сообщались величина ошибки запаздывание реакции резко уменьшалось до 0,05 - 0,06 сек. В основной серии экспериментов испытуемым результаты их действий не сообщались.

Анализ полученных данных показал, что при довольно значительном времени наблюдения, равном 8-2 сек. ошибка запаздывающих и преждевременных реакций относительно постоянна и колеблется в диапазоне 0,04 - 0,07 сек. Среднее квадратическое отклонение колеблется около $\pm$ 0,02 - 0,04 сек. Однако с уменьшением времени, остающегося до встречи обеих меток, до 0,5 и менее сек. Ошибка запаздывающих реакций начинает увеличиваться и достигает 0,14 - 0,18 сек. (рис.1). Из рис.1 видно, что при времени

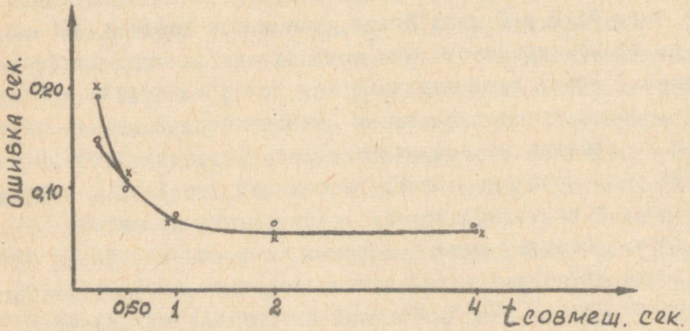


Рис. 1. Увеличение ошибки запаздывания с изменением времени совмещения.

•——• время перемещения первой метки до появления второй равно 4 сек.
o——o —"—"— 2 сек.
x——x —"—"— 1 сек.

совмещения обеих меток, равном 4 - 0,5 сек. различий в точности запаздывающих реакций при времени наблюдения за первой меткой 4 - I сек. практически не наблюдается. Однако при уменьшении времени совмещения до 0,25 сек. и при времени наблюдения за движущейся меткой, равном I сек. ошибка возрастает до 0,18 сек. Различия средних величин статистически значимы. С увеличением "дефицита" времени число преждевременных реакций уменьшается и при длительности перемещения первой метки I сек. и времени совмещения 0,25 сек. оно падает до нуля.

Таким образом, уменьшение общего времени наблюдения за обеими метками (длительность движения первой метки плюс время до совмещения со второй - неподвижной) до 2 сек. при соотношении обеих компонент, равном единице, не влияет на точность реакции. Однако с уменьшением времени совмещения до 0,5 сек. точность реакций начинает снижаться, ошибка запаздывания увеличивается до 0,II сек. В пределах данного уровня точности уменьшения общего времени наблюдения до I,5 сек. не влияет на величину запаздывания, т.е. в данных условиях разницы в величинах ошибки запаздывания при общем времени наблюдения 4,5; 2,5 и I,5 сек. не наблюдается. Различие в сторону увеличения ошибки запаздывания начинают сказываться в условиях, когда время совмещения уменьшается до 0,25 сек., а общее время наблюдения становится меньше I,5 сек., в наших опытах I,25 сек. В этих условиях ошибка запаздывания растет быстрее чем при экспозициях движущейся метки длительностью 4 и 2 сек. Уменьшение времени, в течение которого оценивается скорость сближения обеих меток, до I сек. не вызывает ухудшения точности реакции на их совмещение.

ВРЕМЯ РЕАКЦИИ НА УСЛОВНО-ЗАВИСИМЫЕ СЛУЧАЙНЫЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Г.Г. Вучетич, Г.Е. Журавлев, В.П. Зинченко

Применение теоретико-информационных мер позволило выявить зависимость времени реакции человека на предъявленный символ от свойств всего алфавита символов. Форма зависимости оказалась несравненно более сложной, чем представлялось после первых экспериментов Хика и Хаймена. Создавалось впечатление, что алфавит символов испытуемого отличался от алфавита, задаваемого экспериментатором. При этом под алфавитом мы понимаем не только перечень символов, но и связанные с ними вероятности предъявления.

Когда вероятность предъявления последующей цифры не зависила от предыдущей, испытуемый достаточно быстро создавал верное представление о стохастических свойствах символов, и в эксперименте фиксировалась линейная зависимость времени реакции от энтропии алфавита. Только такие мощные средства как ложная предварительная информация (Конопкин) или введение значимых символов (Кринчик, Леонтьев) искажали линейный характер зависимости.

Мы исследовали поведение испытуемого в условиях, когда предъявляемые символы были связаны условными вероятностями. Методика эксперимента в основном совпадала с изложенной в сообщении авторов на П Всесоюзной конференции по инженерной психологии(Ленинград, 1968).

Эксперименты проводились с помощью ЭЦВМ, которая предъявляла символы в соответствии с заданным стохастическим законом, принимала ответы испытуемого, обрабатывала их и печатала результаты. В качестве символов использовались цифры (0,1,...9), высвечиваемые на семиламельном люминисцентном индикаторе. Испытуемый отвечал с помощью кнопочного пульта. Новая цифра появлялась после того, как испытуемый заканчивал ответ и отпускал нажатую кнопку. Перед началом опыта экспериментатор демонстрировал начертание цифр, способ нажатия кнопок на пульте и давал инструкцию работать по возможности быстрее и без ошибок.

В процессе экспериментов мы обнаружили, что время реакции испытуемых даже на последовательности символов из одного алфавита находились в разные дни в пределах от 0,8 до 1,5 сек. При этом 98%-ый доверительный интервал составлял в большинстве случаев 0,08 сек. Различие было значимым и вызывалось колебаниями в состоянии испытуемого. Чтобы привести результаты к сопоставимому виду, каждый опыт начинался и заканчивался пятиминутным предъявлением "базовой" последовательности, образованной из 10 равновероятных символов. В ходе опыта, продолжительностью 20-30 мин. предъявлялись последовательности (по 5 мин. каждая) с определенными статистическими закономерностями. Средние значения времени реакции по каждой из последовательностей относились к времени реакции на базовую последовательность.

Первоначально нами исследовалось время реакции на цифры, условные вероятности предъявления которых задавались матрицами:

$$M_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0{,}5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}5 \\ 0{,}5 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0{,}5 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0{,}5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0{,}5 \\ 0{,}5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}5 & 0 \end{bmatrix},$$

$$M_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0 & 0{,}5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}5 \\ 0{,}5 & 0 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0{,}5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0{,}5 & 0{,}5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0 & 0{,}5 \\ 0 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}5 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

Каждая строка матрицы означает, с какой вероятностью после появления некоторой цифры будут предъявляться последующие. В частности,4-я строка матрицы M_1 означает, что за цифрой 4 с равными вероятностями (0,5) могут появиться только две цифры 3 или 5.

Если взять за основу только абсолютные вероятности предъявления символов, то энтропия каждого из алфавитов составит 3,3 бит/симв., а при учете условных связей - 1,0 бит/симв. Следовательно, оба алфавита тождественны по своим информационным характеристикам.

На рис.1 представлены относительные времена реакций 4х испытуемых. Они свидетельствуют о существенных различиях во временах реагирования на символы, условно-связанные матрицами M_1 и M_2. Во всех случаях время реакции на M_1 меньше, чем на M_2. Более того, средние значения времени реакции на M_2 и символы, предъявляемые равновероятно, отличаются незначительно.

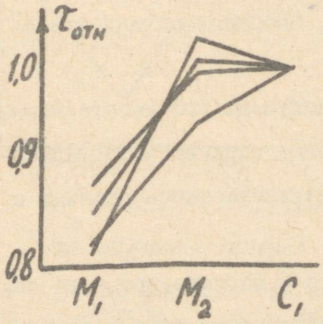


Рис.1. Относительное время реакции на символы из разных алфавитов.

C_1 - базовый алфавит из 10 равновероятных символов.

Можно сказать, что закономерность, заложенная в матрице M_2, не была обнаружена испытуемыми и они видели только последовательность равновероятных символов. Между тем, работая по матрице M_1 испытуемый быстро усваивал привычные связи между символами и оптимизировал свою работу.

Необходимо также отметить различия в алфавите двигательных реакций. Передавая символы из алфавита M_1 испытуемый совершает только два вида движений: вправо или влево к соседней кнопке. Несколько сложнее работа после нажатия кнопок "1" или "0", но и она легко включается в общую схему с небольшими дополнениями. Следовательно, при работе с матрицей M_1 испытуемый после каждого нажатия сталкивается только с двумя равновероятными независимыми альтернативами и достаточно быстро приспосабливается к экспериментальной ситуации. Набор движений, выполняемых при работе с матрицей M_2 совпадает с полным набором движений, необходимых для ответа на равновероятные символы.

Аналогичные различия были получены при работе испытуемых с другими парами матриц, когда сходные информационно-вероятностные закономерности реализовывались разными с позиции испытуемого способами.

Чтобы избежать утомительного и долгого процесса обучения работе с матрицей M_2, в дальнейшем нами были поставлены опыты с достаточно простыми связями между символами. В частности, мы предлагали испытуемым циклические последовательности символов. Энтропия алфавита в этом случае была равна 0

и текст не содержал, по существу, никакой информации. Было обнаружено, что первоначально время реакции испытуемых не отличалось от времени реакции на символы из базового алфавита. После усвоения порядка символов в цикле время реакции снижалось до относительного уровня $\sim 0{,}9$. Частичное разрушение цикла и замена однозначных связей между символами условно-вероятностными не приводило к значимому изменению времени реакции (рис.2).

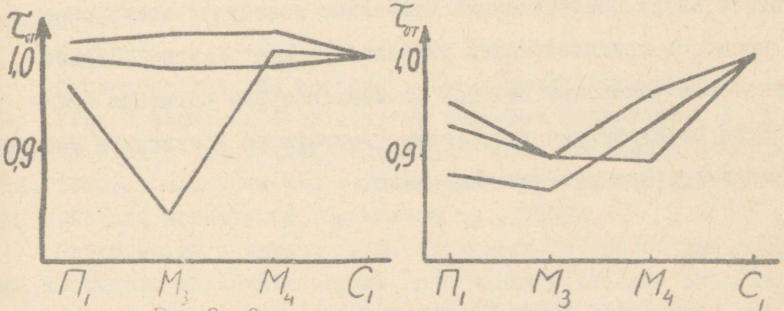
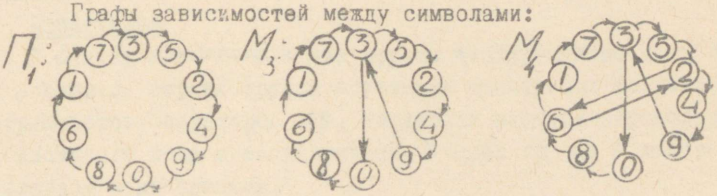


Рис.2. Относительное время реакции до обучения (слева) и после обучения (справа).

Графы зависимостей между символами:



После каждого опыта испытуемых спрашивали, не заметили ли они каких-либо закономерностей в предъявленном материале. Правильный ответ обычно совпадал с достигнутым испытуемым уменьшением времени реакции. Характерно, что большинство испытуемых, прежде чем назвать порядок символов в цикле, воспроизводили пальцами порядок нажатия кнопок на пульте. Этот факт подтверждает важную роль моторной памяти в формировании деятельности испытуемого.

Многие испытуемые отмечали также "чувство легкости" при работе с условно-зависимыми символами, хотя это и не всегда отражалось на времени реакции.

В заключении необходимо отметить, что наличие условных связей между предъявляемыми символами позволяет испытуемому в процессе приспособления уменьшить время реакции. Однако некоторое ускорение ответов не компенсирует снижения количества передаваемой информации, вызванного появлением избыточности в предъявляемом материале.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ОБЪЕМА КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ ОТ ВРЕМЕНИ ЭКСПОЗИЦИИ И НАВЫКА ПЕРЕКОДИРОВАНИЯ ТЕСТОВОГО МАТЕРИАЛА

Г.Г.Вучетич, В.П.Зинченко
/Москва/

Известно, что перекодирование тестового материала существенно увеличивает объем памяти. Смит /проводивший исследования на себе/ после длительной тренировки смог воспроизвести последовательность, составленную из 40 двоичных цифр /Миллер Д., 1964/. В опытах Смита тестовый материал предъявлялся последовательно по схеме классического эксперимента Джекобса. Важным является определение эффективности перекодирования символов при симультанном /тахистоскопическом/ предъявлении тестового материала. Настоящее сообщение посвящено изложению результатов исследования условий и способов перекодирования тестового материала /двоичных цифр в восьмиричные/, предъявляемого симультанно.

Методика

Исследовались два способа предъявления: проекционный тахистоскоп и электролюминисцентные цифровые индикаторы. В последнем случае информация выдавалась на индикаторы с помощью ЭВМ, которая одновременно служила средством регистрации ответных действий испытуемых /Вучетич и др., 1969/.

Переменными в опытах были: количество и способ расположения тестового материала, время экспозиции и степень владения испытуемыми навыком перекодирования. К числу регистрируемых параметров относились: объем памяти и латентное время воспроизведения.

Испытуемые

В опытах участвовали две группы испытуемых по пять человек в каждой. Первая группа обученных испытуемых состояла из программистов-операторов ЭВМ, владеющих навыком перекодирования двоичного кода в восьмиричный. Вторая группа - контрольная- не владела этим навыком.

Исследовалось запоминание семи вариантов тестов, отличающихся количеством и способом расположения двоичных цифр:

I-я серия: ОII
IOO

2-я серия: ОIIО
IОIО

3-я серия: IОI
III
ООI

4-я серия: IIIО
IООI
IОII

5-я серия: ООI ООО
IIО IОI
III IОО

6-я серия: ООО
IОО
IОI
ОII
III
ООI

7-я серия: IIОIОI
ООIIОI
IIIОII

Тесты I -4 предъявлялись с помощью ЭВМ, время экспозиции было равно 500 мсек. Латентное время воспроизведения регистрировалось только при работе с тестами I-4.

Тесты 5-7 предъявлялись с помощью проекционного тахистоскопа. Использовались следующие варианты времени экспозиции : I000, 500, 300, I00 мсек. Каждый тест предъявлялся испытуемому по 30 раз.

Результаты экспериментов

В первой части исследования /тесты I-4/ обнаружена зависимость объема кратковременной памяти от владения навыком перекодирования /см.рис.I/. Различия между двумя группами испытуемых имеются при любом из используемых тестов. Однако по мере увеличения числа предъявляемых символов эта разница существенно увеличивается. При I2 предъявленных символах обученные испытуемые воспроизводят 87%, т.е. в среднем I0,I символа, в то время, как необученные воспроизводят 6I%, т.е. в среднем 7,2 символа.

Латентное время воспроизведения оказалось в прямой зависимости от количества воспроизведенных символов. У испытуемых первой группы эта зависимость проявляется особенно четко.

Таблица I.

Испытуемые	Латентное время испытуемых /в сек/ I-й и 2-й группы при предъявлении символов			
	6-ти	8-ми	9-ти	I2-ти
I-я группа	2,3	2,8	3,5	3,8
2-я группа	2,3	3,0	2,8	3,I

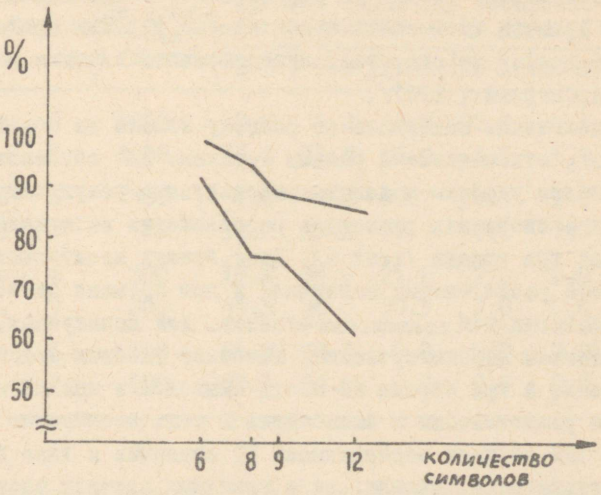


Рис. I. Зависимость объема кратковременной памяти / в % правильных ответов/ от владения навыком перекодирования.

Латентное время воспроизведения у испытуемых первой группы выше по сравнению со второй. Это увеличение происходит за счёт кодирования информации при запоминании и декодирования при воспроизведении. Латентное время воспроизведения может служить важным индикатором сложности преобразований информации, происходящих в кратковременной памяти, в том числе и семантических преобразований входной информации.

Во второй части исследования /тесты 5-7/ испытуемым предъявлялись I8 двоичных цифр. Варьировался способ расположения и время экспозиции. Вариации способа расположения вызваны тем, что мы искали наиболее удобный способ, обеспечивающий максимальный объем памяти для каждой группы испытуемых. Вариации времени экспозиции были связаны с гипотезой о том, что при задаче перекодирования тестового материала этот фактор может иг-

рать более существенную роль по сравнению с результатами, получившимися при предъявлении тестового материала в условиях, когда такая задача не стояла перед испытуемыми. Напомним, что вариации времени экспозиции в достаточно широких пределах /от 15 до 500 мсек./ не оказывают существенного влияния на объем памяти /Д.Сперлинг, 1967/.

Расположение материала по разному влияло на объем памяти испытуемых, относящихся к разным группам. Для обученных испытуемых наиболее удобным и дающим максимальные результаты при всех временных экспозициях оказалось расположение материала в один столбик по три триады /тест 6/. Двое лучших испытуемых при таком способе расположения материала и при времени экспозиции 1 сек. достигли 94% правильных ответов. Для испытуемых, не владеющих навыком перекодирования, наиболее удобным оказалось расположение в три строки по шесть символов в каждой /тест 7/. При таком расположении и экспозиции 1 сек. испытуемые второй группы в 56% случаев воспринимали 12 символов и даже в отдельных, статистически, правда, мало значимых, случаях воспроизводили все 18 символов. Наименее удобным для обеих групп испытуемых оказалось расположение материала в два столбика /тест 5/.

Различное влияние типа расположения материала связано с различными способами обработки предъявляемого материала, которые использовались испытуемыми обеих групп. Независимо от способа расположения материала устойчивыми оказались различия между группами. В таблице 2 приведены сравнительные данные обеих групп в наиболее выгодных условиях работы каждой группы. Для первой группы взят тест 6, для второй - тест 7 при экспозиции 1000, 500, 300, 100 мсек.

Данные, приведенные в таблице 2, свидетельствуют о том, что при времени экспозиции 1000, 500 мсек. результаты обученных и необученных испытуемых отличаются достаточно резко. По мере уменьшения экспозиции эта разница постепенно сглаживается. Это означает, что при экспозиции 100 и 70 мсек /мы провели несколько контрольных опытов на 70 мсек./ становится недостаточно для реализации процесса перекодирования. Даже при экспозиции равной 500 и 1000 мсек обученные испытуемые не ус-

Таблица 2.

Группа испытуемых	Серия	Экспозиция /мсек/	Процент правильно воспроизведенных символов из I8 предъявленных					
			3-6	7-9	I0-I2	I3-I5	I6-I7	I8
Обученные	6	I000	0.0	3.2	4.8	37.2	4.4	50.4
Необучен.	7	I000	I8.3	I5.6	56.0	5.5	I.5	2.0
Обученные	6	500	I.2	47.2	39.7	I0.3	I.6	0.0
Необучен.	7	500	I2.2	28.I	59.7	0.0	0.0	0.0
Обученные	6	300	I7.2	54.0	2I.8	7.0	0.0	0.0
Необучен.	7	300	49.5	30.0	30.5	0.0	0.0	0.0
Обученные	6	I00	64.8	33.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Необучен.	7	I00	60.I	39.9	0.0	0.0	0.0	0.0

певали перекодировать все триады, в основном 4-5 триады. При времени экспозиции 300 мсек. - 2-3 триады и еще несколько - 0и I. Следовательно, можно заключить, что объем кратковременной памяти при выполнении задачи перекодирования предъявленного материала существенно зависит от времени экспозиции. Что касается необученных испытуемых, то в данных опытах они старались найти оптимальный способ запоминания и при каждом новом предъявлении меняли его. Например, группу 00I / I00 / II0 каждый запоминал по своему. Некоторые запоминали как I, I00, II0, другие запоминали месторасположение единиц, принимая 0 за фон, третьи запоминали верхние две триады как ассиметричную фигуру и II0 и т.д. Такие качества предъявленной группы символов, как симметрия расположения, однородная последовательность /I0I0I0/, характерная конфигурация, образованная 0 и I, моментально схватывались и значительно увеличивали объем воспроизведенного материала. Все это говорит о том, что испытуемые не пользуются стандартными способами запоминания, а в каждом отдельном случае пытаются использовать приемы, адекватные предъяв -

ляемому набору.

Задача дальнейшего исследования состоит в выявлении возможных способов преобразований тестового материала, осуществляющихся в кратковременной памяти, а также определения постоянной времени этих преобразований.

Литература

I. Вучетич Г.Г., Барабошкин Ю.М., Березкин Б.С., Зинченко В.П., Наумов А.И. Исследование объема зрительной кратковременной памяти. "Проблемы психологии памяти". Изд-во Харьковского университета, 1969.

2. Миллер Дж. Магическое число семь плюс или минус два. О некоторых пределах нашей способности перерабатывать информацию. Сб."Инженерная психология", изд-во "Прогресс", М., 1964.

3. Сперлинг Дж. Информация, получаемая при коротких зрительных предъявлениях. "Инженерная психология за рубежом". Изд-во "Прогресс", М.,1967.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ В КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ

В.П.Зинченко, Г.Г.Вучетич
/ Москва /

Проблема.

Известно, что результаты измерения объема кратковременной зрительной памяти, существенно зависят от условий предъявления тестового материала и от способа тестирования. Введение в классическую схему тахистоскопического эксперимента метода частичного воспроизведения /Д.Сперлинг, 1963; Г.Г.Вучетич и др., 1969/ резко изменило прежние результаты тахистоскопии в сторону повышения количества воспроизведенных единиц. Еще большая величина объема кратковременной зрительной памяти была получена при сочетании метода частичного воспроизведения с методом подпорогового накопления энергии стимула. Исследования, выполненные по методике частичного воспроизведения, показали, что в кратковременной памяти возможны некоторые преобразования, обеспечивающие избирательность сохранения информации, предъявленной субъекту. Однако эти преобразования чрезвычайно просты. Послестимульная инструкция указывает лишь место, с которого необходимо считать необходимую информацию. Возникает вопрос, возможна ли реализация в кратковременной зрительной памяти более сложных преобразований информации, требующих сканирования и последовательной обработки всего предъявленного стимульного материала. Иными словами, возможны ли в кратковременной памяти семантические преобразования материала и какова постоянная времени этих преобразований.

Методика исследования

Для выяснения возможностей последовательной обработки информации оказалась удобной модификация классической методики измерения объема непосредственной слуховой памяти /Джекобс, 1887/, введенная Г.Бушке /1967/. Бушке не требовал от испытуемых воспроизведения всего предъявленного ряда, а просил их назвать, какой член отсутствовал в предъявленном наборе стимулов. Весь набор был заранее известен испытуемым, а его элементы /двузначные цифры/ предъявлялись в случайном порядке. В наших экспериментах использовался этот методический прием, значительно упрощающий и сокращающий время ответной реакции испытуемого, но вместе с тем требующий осуществления достаточно сложных преоб-

разований предъявленной информации. Испытуемому при этой методике необходимо назвать лишь одну цифру. Но если он ее называет правильно, то это означает, что он некоторое время сохраняет все предъявленные в случайном порядке цифры, упорядочивает их, сканирует, обнаруживает - какая не была предъявлена, и называет ее. Наша методика отличалась от методики Г.Бунке тем, что цифры предъявлялись испытуемым зрительно. Стимулами были двузначные числа: 00, 01, 02 ..... 17. Числа предъявлялись с помощью двух цифровых электролюминисцентных индикаторов. Датчиком информации служила универсальная ЭВМ. Она же служила средством регистрации ответных действий испытуемого и средством измерения латентного периода воспроизведения. Экспозиция каждого двузначного числа, предъявляемого в последовательности, была равна 50 мсек. Затем через определенный интервал на этих же индикаторах предъявлялось следующее число и т.д. Переменными в эксперименте были временные интервалы между числами и длина ряда чисел, которые предъявлялись испытуемому. Использовались 6 вариантов интервалов между следующими один за другим числами: 50, 100, 200, 300, 500 и 1000мсек. В разных вариантах опыта использовались последовательности разной длины: 00-05; 00-06 и т.д. до 00-17. В настоящем сообщении мы рассмотрим результаты, полученные при работе с последовательностями, включая 00-09. При времени экспозиции, равном 50 мсек и интервале, равном 50 мсек, вся последовательность, состоящая, например из 6 /00-05/ чисел, при одном отсутствующем члене, предъявлялась за 450 мсек; последовательность 00-08 при этих же условиях предъявлялась за 750 мсек; 00-09 - за 850 мсек и т.д. Числа предъявлялись в случайном порядке. Задача испытуемого состояла в том, чтобы определить, какое число в предъявленном наборе было пропущено. Длина последовательности всегда была известна испытуемым. Определив отсутствующий член, испытуемый нажимал на соответствующие кнопки пульта, находившегося перед ним. Регистрировался ответ испытуемого и латентное время ответа. На образце протокола показаны выводимые на печать из ЭВМ переменные опыта и регистрируемые параметры. В опытах участвовало 6 взрослых испытуемых в возрасте 20-30 лет. Каждому испытуемому последовательность определенной длины, например, 00-06, при определенном интервале, например, 100 мсек, предъявлялась 30 раз. Все

испытуемые работали со всеми последовательностями и со всеми интервалами. Следовательно, всем испытуемым каждая последовательность с каждым интервалом предъявлялась I80 раз.

Протокол опыта, выдаваемый ЭВМ

Испытуемый	Длина последов.	Время экспоз. /мсек/	Время интерв. /мсек/	Отсутствующ. член	Ответ испытуем.	Латентное время произв./мсек/
Чагина	6	50	50	02	02	I229
	6	50	50	00	05	3918
	6	50	50	I0	00	I033
	6	50	50	0I	0I	2822
	6	50	50	04	03	24I0

При обработке результатов подсчитывался процент правильных ответов каждого испытуемого на каждую последовательность, предъявляемую с каждым интервалом. Те же данные подсчитывались для всех испытуемых. Аналогичным образом определялось для каждой последовательности и каждого интервала среднее латентное время воспроизведения. Это время подсчитывалось отдельно для правильных и для ошибочных ответов.

Результаты экспериментов.

В таблице I приведены данные, характеризующие процент правильного определения отсутствующего члена в предъявленном наборе при разных экспериментальных условиях. В таблицах приведены итоговые данные, полученные у всех 6 испытуемых.

Таблица I

Длина последовательности	Кол-во правильных ответов /%/ при величине интервала / в мсек/					
	50	I00	200	300	500	I000
6	47	69	79	80	92	90
7	53	59	7I	72	88	89
8	37	4I	6I	72	8I	90
9	36	39	40	47	63	76

В таблице II приведены те же данные, полученные у трех лучших испытуемых. В нижней строчке таблицы приведены одно-

го испытуемого - А.Н., который смог работать с последовательностью 00-09 при интервале 50 мсек. Остальные испытуемые в этих условиях работать не смогли.

Таблица 2.

Длина последовательности	Количество правильных ответов /в %/ при величине интервалов /в мсек/					
	50	I00	200	300	500	I000
6	90	90	I00	I00	I00	97
7	83	93	97	97	I00	I00
8	53	80	93	93	93	I00
9	52	70	80	83	97	I00
I0	40	53	77	85	90	97

Приведенные данные свидетельствуют о том, что частота правильных ответов значительно выше вероятности угадывания отсутствующего члена из предъявленного набора.

Выполнение задачи, особенно при коротких интервалах между числами, требовало от испытуемых чрезвычайного напряжения внимания. Малейшее отвлечение приводило к ошибке. Индивидуальные различия между испытуемыми достаточно велики. Хотя частота ответов всех испытуемых отличается от вероятности угадывания, но степень этого отличия не одинакова у разных испытуемых. Именно поэтому мы привели отдельно результаты трех лучших испытуемых, которые оказались более способными к максимальной концентрации внимания на короткие интервалы времени, в которые укладывается предъявление всей последовательности.

Данные, полученные у всех испытуемых, представлены также графически на рис. I и 2, где приведена зависимость количества правильных ответов /в %/ от суммарного времени экспозиции всех чисел и интервалов между ними. На рис. I приведены данные всех шести испытуемых; на рис. 2 - данные трех лучших испытуемых и для последовательности 00-09 данные одного испытуемого.

Такой способ представления результатов удобен тем, что он позволяет анализировать как влияние увеличения суммарного времени экспозиции и интервалов, так и увеличение длины последовательности на успешность выполнения задачи. Из рисунка видно, что оба указанных фактора по разному влияют на эффективность работы испытуемых.

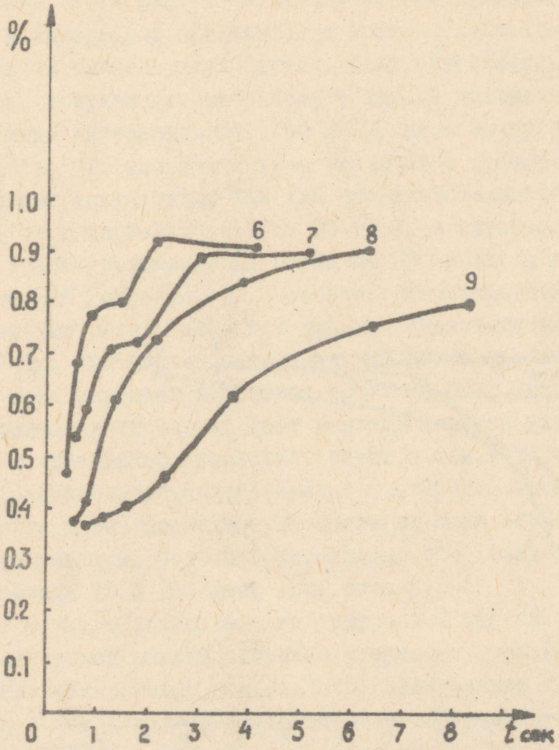


Рис. I. Зависимость количества правильных ответов (в %) от суммарного времени предъявления всей последовательности. Цифры, стоящие рядом с линиями, указывают длину предъявленной последовательности. /Данные по 6 испытуемым/.

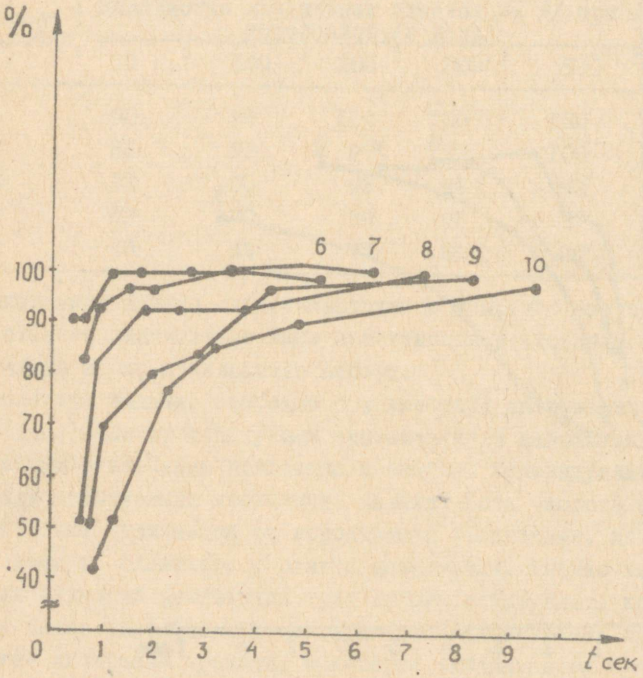


Рис. 2. Зависимость количества правильных ответов (в %) от суммарного времени предъявления всей последовательности. Цифры, стоящие рядом с линиями, указывают длину предъявленной последовательности. /Данные по 3 испытуемым; для последовательности IO - данные по одному испытуемому/.

Эффективность выполнения задачи испытуемыми крайне чувствительна к фактору времени, измеряемому долями секунды. Наибольшее влияние этого фактора наблюдается при суммарном времени экспозиции и интервалов предъявления всей последовательности, не выходящем за пределы двух секунд. Если сопоставить значения результатов, полученных при работе с каждой последовательностью и при величине интервалов 50, 100 и 200 мсек между собой, то можно увидеть, что незначительное увеличение суммарного времени резко улучшает результаты. Так для последовательности 00-05 при переходе от интервала, равного 50 мсек, к интервалу 100 мсек суммарное время увеличивается всего на 250 мсек, а результат улучшается на 22% /см. рис. 1/. Особенно демонстративно такое резкое улучшение результатов при длине последовательностей 8 и 9 /см. рис. 2/. При последовательности 00-07 приращение времени на 350 мсек улучшает результат почти на 30%. Приращение времени за пределами двух секунд дает заметно меньшее улучшение результатов. Полученные данные свидетельствуют о том, что увеличение длины последовательности действует в противоположном направлении. Увеличение длины последовательности на один элемент заметно снижает результаты. Особенно характерно это снижение при величине интервала 50 и 100 мсек /см. рис. 2/.

Таким образом, анализ полученных данных показывает, что в человеческой памяти возможно удержание и сканирование последовательно фиксируемых следов. Это сканирование успешно реализуется даже в тех случаях, когда величина интервала между воздействиями равна 50 мсек. Большая часть испытуемых при таком интервале могла работать с длиной последовательности не больше 9 цифр. Лишь один испытуемый работал с последовательностью из 10 цифр. При увеличении интервалов между цифрами может быть увеличена и длина ряда, с которой могут эффективно работать испытуемые /например, отдельные испытуемые при интервале 500 и 1000 мсек могут работать с последовательностями, состоящими из 16-17 цифр. Анализ этих данных выходит за пределы настоящего сообщения./.

Исследование последовательностей разной длины и различной величины интервалов между цифрами показывает, что примененный метод при дальнейшем его развитии может дать количественные данные о времени и сложности семантических преобразований информации, осуществляющихся в кратковременной памяти. Этот метод мо -

жет служить также и средством измерения объема кратковременной памяти. Несмотря на то, что вся последовательность заранее известна испытуемому, он все же должен удерживать некоторое время весь предъявленный ряд, иначе он не сможет определить отсутствующий член. Результаты показывают, что объем кратковременной зрительной памяти существенно выше, чем объем, измеряемый традиционным тахистоскопическим методом. Результаты определения объема кратковременной памяти по абсолютной величине сравнимы с результатами, полученными методом частичного воспроизведения.

Как указывалось выше в процессе экспериментов осуществлялась регистрация латентного времени воспроизведения. Предварительный анализ этих данных показывает следующее. Латентное время воспроизведения у всех испытуемых в подавляющем большинстве случаев превышает I сек. Это означает, что процесс преобразования полученной информации и выбора ответа продолжается после предъявления всего ряда. Латентное время воспроизведения почти всегда выше для ошибочных ответов по сравнению с правильными. Испытуемые, давая правильный ответ, уверены в нем и быстро реагируют. Когда нет переживания уверенности и есть сомнения, латентный период значительно больше. Очень велики индивидуальные различия между испытуемыми по показателю латентного периода воспроизведения. Поэтому сводные данные по всем испытуемым не являются показательными. В качестве иллюстрации в таблице 3 приведены данные о латентном периоде воспроизведения у одного испытуемого - А.Н., давшего по этой методике наилучшие показатели объема кратковременной памяти и эффективного преобразования предъявленного материала.

Таблица 3.

Длина последовательности	Латентный период воспроизведения /в сек./ при величине интервала /в мсек/ при правильном /+/ и ошибочном выполнении задания /-/											
	50		100		200		500		1000			
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
6	I,32	2,00	I,58	3,II	0,96	I,68	I,57	7,I8	I,43	4,I4		
7	I,I9	I,94	I,0I	2,93	0,93	-	0,96	3,I6	I,40	-		
8	I,52	I,75	I,I7	2,27	I,I7	-	I,06	-	I,5I	-		
9.	I,47	I,97	I,25	I,08	I,I2	I,4I	I,28	-	I,80	5,I6		
I0	I,27	I,44	I,20	I,65	I,I0	I,I6	I,2I	I,62	I,59	I,85		

Данные, характеризующие индивидуальные различия испытуемых по латентному периоду воспроизведения, и зависимость латентного периода от переменных опыта анализируются.

Заключение

В докладе будет дана интерпретация полученного материала в контексте проблемы принятия решений. Экспериментальная модель исследования объема кратковременной зрительной памяти будет рассмотрена как возможный аналог процессов порождения нового образа ситуации, основанного на удержании и сканировании последовательно фиксируемых в кратковременной памяти цепочек следов.

ЛИТЕРАТУРА

I. Вергилес Н.Ю. и Зинченко В.П. Функциональная модель сенсорного звена зрительной системы и возможный механизм кратковременной зрительной памяти. "Вопросы психологии", № 6, 1967.

2. Вучетич Г.Г., Барабошкин Ю.М., Березкин Б.С., Зинченко В.П., Наумов А.И. Исследование объема кратковременной зрительной памяти. В кн.: "Проблемы психологии памяти" под ред. П.И.Зинченко. Изд-во ХГУ, Харьков, 1969.

3. Buschke H. Relative retention in immediate memory determined by the missing scan method. "Nature", 200, pp. 1129 - 1130. 1963

4. Sperling G. A model for visual memory tasks. "Human Factors", vol. 5, pp. 19 - 33, 1963

Изменение вариативности латентного периода простой двигательной реакции при многократном предъявлении стимула как показатель силы процесса возбуждения.

Б.А. ВЯТКИН.
/ Пермь /

Различные авторы, использовавшие латентное время простой двигательной реакции в качестве индикатора нейродинамики человека, предположительно связывают общую вариативность этого времени в течение опыта с различными типологическими свойствами нервной системы - силой /З.И.Бирюкова, 1961/, уравновешенностью /Н.С.Лейтес, 1963/ Д.А.Ошанин, 1956/, подвижностью /Т.Градовска, 1959/ нервных процессов.

В нашей лаборатории с фактами индивидуальных особенностей изменения вариативности времени реакций в ходе опыта мы столкнулись при определении силы нервной системы относительно возбуждения по двигательной методике /методике изменения латентного времени простой двигательной реакции с предупреждением в конце опыта по сравнению с его началом при многократном предъявлении звукового раздражителя/. Было замечено, что у некоторых испытуемых к концу опыта не только увеличивается латентное время простой двигательной реакции что, как известно, характерно для лиц со слабой относительно возбуждения нервной системой, но и резко возрастает вариативность этих реакций /Б.А.Вяткин, 1964/. Возникло предположение, что такое направление изменения вариативности двигательных реакций обусловлено именно слабостью возбудительного процесса. Была поставлена задача - экспериментально выяснить характер зависимости изменения вариативности времени простой двигательной реакции в ходе опыта от данного типологического свойства.

Испытуемыми были учащиеся старших классов школ города Перми в возрасте 15-17 лет - всего 71 человек. Для испытания силы нервной системы относительно возбуждения мы пользовались двумя физиологическими методиками:

а/ методикой угашения с подкреплением условной непосредственно-приспособительной КГР;

б/ двигательной методикой - изменение латентного времени простой двигательной реакции с предупрежде-

нием на звуковой раздражитель при многократном его повторении /от 75 до 240 раз/ в конце опыта по сравнению с началом. Латентное время простой двигательной реакции измерялось электронным секундомером 521-В с точностью до 0,0001 сек.

Показателем силы нервной системы по кожно-гальванической методике служила степень угашения условной приспособительной КГР. Показателем силы возбуждения по двигательной методике служило отношение средней величины последних 10-15 реакций к средней величине первых 10-15 реакций.

В качестве показателя вариативности времени реагирования мы использовали коэффициент вариативности величины латентных периодов двигательных реакций. Он определялся нами дважды - для первых 20 реакций опыта и для последних 20 реакций опыта. Степень изменения вариативности в ходе опыта определялась отношением коэффициента вариативности первых двадцати реакций этого опыта.

Было обнаружено, что для испытуемых с сильной нервной системой характерным является уменьшение вариативности реакций в конце опыта по сравнению с началом, т.е. время реакции в конце опыта становится более стабильным. Для испытуемых со слабой нервной системой, наоборот, характерным является увеличение вариативности времени реакций к концу опыта.

Доказательством зависимости характера и степени изменения вариативности времени реакции в течение опыта от силы нервной системы относительно возбуждения является наличие достоверной положительной корреляции между показателями степени уменьшения вариативности времени реакции к концу опыта с показателями силы нервной системы относительно возбуждения по методике КГР /r = 0,61 при $P < 0,001$/ и по двигательной методике /r = 0,51 при $P < 0,001$/. Другими словами, обнаружено, что чем сильнее нервная система испытуемых, тем менее вариативно становится их время реакции в конце опыта при исследовании силы нервной системы по данной двигательной методике, и, наоборот, чем слабее нервная система испытуемых, тем вариативность времени реакций к концу опыта более возрастает.

Чем это объясняется? Каков физиологический механизм данного явления? На наш взгляд, можно предположить, что причиной

снижения или повышения вариативности латентного времени реакций к концу опыта являются типологические различия в динамике и исходе доминанты, возникающей в коре головного мозга при исследовании высшей нервной деятельности лиц сильного и слабого типов нервной системы. Можно думать, что при задании достаточной трудности /несколько десятков раз подряд как можно скорее реагировать пожатием ключа на предъявление раздражителя/ у лиц с сильной нервной системой доминанта остаётся стойкой на оптимальном уровне, что способствует наличию определённой лабильности /в смысле Введенского/ и, как следствие этого, стабильному времени реагирования. При таком же задании у лиц со слабой нервной системой, вследствии их пониженной работоспособности, доминанта переходит в предпарабиоз, снижается уровень лабильности, что и ведёт к нестабильному реагированию.

Таким образом, полученные результаты подтверждают выдвинутое нами предположение о зависимости степени и направления изменения вариативности латентного времени простой двигательной реакции в течение опыта от силы нервной системы со стороны возбуждения и позволяют использовать этот показатель как один из индикаторов данного типологического свойства в дифференциальной психофизиологии.

Скорость реакции на старте при различной степени нервно-психического напряжения у лиц с сильной и слабой нервной системой.

Б.А. ВЯТКИН.
/ Пермь /

Исследовалось влияние внутреннего побуждения к деятельности /мотива/ на скорость реагирования при относительно меньшей и большей степени нервно-психического напряжения у лиц с сильной и слабой относительно возбуждения нервной системой.

Испытуемыми были учащиеся одного 9 класса школы № 97 гор. Перми - всего 30 человек /12 юношей и 18 девушек/. Фиксировалось время реакции на старте /т.е. время, отделяющее сигнал к бегу и начало первого движения/ в условиях обычного тренировочного занятия /малая степень нервно-психического напряжения/ и в условиях соревнования за коллектив /относительно большая степень нервно-психического напряжения/. В обоих случаях имела место одна мотивация./испытуемые должны были как можно скорее начать бег с низкого старта/. Время реакции на старте определялось с помощью установки, смонтированной в спортивном зале и состоящей из телехронорефлексометра ТХР-56-М, электросекундомеров ПВ-53-Л и специальных стартовых контактных площадок.

Для испытания силы нервной системы мы пользовались двумя достаточно надёжными и апробированными методиками, в основе которых лежит приём "угашение с подкреплением", а именно: методикой угашения с подкреплением условной непосредственно-приспособительной кожно-гальванической реакции /КГР/ и двигательной методикой - изменения латентного времени простой двигательной реакции на звуковой раздражитель при 75 кратном его повторении.

При сопоставлении результатов в скорости реагирования на старте, показанных испытуемыми в условиях обычной тренировки и в условиях соревнования за коллектив, обнаружено, что влияние мотива /как можно быстрее начать бег со старта/ неодинаково на лиц с сильной и слабой нервной системой. Оказалось, что испытуемые с сильной нервной системой в ситуации

соревнования значительно быстрее чем в тренировках реагируют на сигнал: время реакции на старте у этих испытуемых убыстряется с 254 мсек. до 224 мсек. Испытуемые со слабой нервной системой, наоборот, в условиях соревнования реагируют на сигнал медленнее, чем в условиях тренировки: время реакции с 245 мсек. у них замедляется до 261 мсек. Различия в степени изменения времени реакции на старте у лиц с сильной и слабой нервной системой в условиях соревнования по сравнению с условиями тренировки статистически достоверны на уровне 0,001. Обнаружено наличие достоверной положительной корреляции между степенью улучшения времени реакции в соревновании по отношению к времени реакции в тренировке и силой нервной системы по методике КГР /коэффициент корреляции 0,57/ и по двигательной методике /коэффициент корреляции 0,51/. Другими словами, чем сильнее нервная система со стороны возбуждения, тем более значимо положительное влияние мотива деятельности на скорость реакции на старте при относительно высоком уровне нервно-психического напряжения.

Можно думать, что причины этого в следующем: у лиц с сильной и слабой нервной системой в состоянии нервно-психического напряжения возникают доминанты с различной степенью лабильности нервных процессов. У "сильных" доминанта отличается большей лабильностью и поэтому обладает большей устойчивостью и более высоким уровнем активности, чем у "слабых". Доминанта "слабых" благодаря относительно меньшей лабильности отличается неустойчивостью и легко переходит в состояние предпарабиотического торможения, что и является причиной ухудшения времени реакции на старте у этих лиц. Следовательно, влияние мотива на скорость реагирования зависит от силы нервной системы относительно возбуждения и степени нервно-психического напряжения.

ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ И СТРУКТУРЫ МЕЖСИГНАЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ НА СКОРОСТЬ СЕНСО-МОТОРНЫХ РЕАКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА

В.С.ДЬЯЧЕНКО, А.А.ЛОГИНОВ
Минск

Факты, свидетельствующие о влиянии промежутков времени между сигналами на скорость сенсо-моторных реакций, известны в психологии и физиологии давно. В.Вундт (1903), А.Ф.Самойлов (1908), А.И.Бронштейн (1927), С.Телфорд (1931), К.Крэйк (1947), Е.Поултон (1950), А.Т.Уэлфорд (1952-1964), П.О.Макаров (1935-1968), Е.И.Бойко (1954-1968), Н.И.Чуприкова (1967), О.А.Конопкин (1958-1968), И.В.Равич-Щербо (1959), В.Д.Небылицин (1966), А.А.Крылов и А.Ф.Пахомов (1965-1968), У.М. Сиймэнн (1968), Р. Боргер (1968) и др., при изучении влияния интервалов между сигналами (как пусковых, так и предупредительных) на скорость сенсо-моторных реакций получили данные, характеризирующие зависимость скорости ответных реакций от длительности ожидания времени появления сигналов. В процессе изучения зависимости скрытых периодов сенсо-моторных реакций от промежутков времени между сигналами, большинством экспериментаторов применялись одиночные или двойные сигналы с фиксированными интервалами между ними, или же предъявлялись ритмические серии сигналов с изменением темпа появления сигналов. В естественных условиях существования организма, редко встречается действие одиночных или двойных раздражителей. Большинство раздражителей действует совокупно, в определенном цепном порядке с различными интервалами относительно друг друга. Ответные реакции на них так же являются совокупными и развертывающиеся по определенной структуре. В трудовой и спортивной деятельности последовательность и структура действий занимает особое положение. "Структура является таким же важным свойством поведения, как и восприятия. Однако структуры поведения имеют тенденцию быть главным образом развертывающимися во времени ..." (Д.Миллер, Ю. Галантер, К. Прибрам 1965)". Н.А.Рокотова (1964) также приходит к выводу,

что "одной из главных особенностей в поведении человека является способность к составлению длинных упорядоченных последовательностей из отдельных действий" В.Г.Асеев (1965) изучал моторные реакции человека сначала при изменении сигнального значения раздражителей, а затем при изменении порядка их предъявления. Он установил, что "человек более чувствителен к нарушению временной структуры раздражителей, чем к нарушению их сигнального значения". Поступление сигнальной информации через различные промежутки времени в биологическую систему, в момент прохождения по каналу информации предыдущих сигналов, оказывает различное влияние на скорость переработки и вероятность реализации её, внося определенные возмущения в работу механизмов управления и регулирования. Вероятно, решающим в стратегии поведения функциональной системы будет какой-то оптиум "частотно - силовой" характеристики поступающей информации, при котором обратная "выходная" информация будет иметь минимальное рассогласование с "входной". В силу этого, изучение влияния величины и структуры межсигнальных интервалов на скорость сенсо-моторных реакций может вскрыть некоторые особенности построения и регулирования произвольных действий. Исходя из этих предпосылок, нами было проведено исследование с применением хронографической методики регистрации быстроты ответных двигательных реакций на серии сигналов.

Испытуемые (192 школьника I,4,8,10 классов, по 48 мальчиков в каждой возрастной группе) по предварительной инструкции должны были нажимать на резиновый баллон возможно скорее и всегда столько раз, сколько подаётся световых сигналов (длительностью 250 мсек), независимо от скорости их следования друг за другом. Было проведено 14 сеансов тренировочных опытов, в которых межсигнальные интервалы в сериях распределялись в случайном порядке. В первой серии основных опытов программа распределения интервалов времени между сигналами (С) была составлена по схеме последовательно и неравномерно возрастающей длительности ожидания появления сигналов: C_1 - 0 сек., C_2 - 0,2 сек.,

C_3 - 0,4 сек., C_4 - 0,8 сек., C_5 - I сек., C_6 - I,4 чек., C_7 - 2 сек., C_8 - 2,4 сек., C_9 - 3 сек., C_{IO} - 3,4 сек., C_{II} - 4 сек., C_{I2} - 4,4 сек., C_{I3} - 5 сек., C_{I4} - 5,4 сек., C_{I5} - 6 сек., C_{I7} - 7 сек., C_{I8} - 8 сек. Во второй серии опытов сохранялось такое же количество сигналов, те же длительности ожидания их, только структура носила обратный порядок: C_I - 0 сек., C_2 - 8 сек., C_3 - 7 сек., C_4 - 6,4 сек., ... C_{I8}-0,2сек. Реагирование испытуемыми на первый сигнал условно обозначено "0" интервалом, т.к. в тренировочных и основных сериях опытов он появлялся через I-2 секунды после предупредительной команды "внимание". Поступление световых вспышек через следующие промежутки времени (отличавшиеся по длительности в течение всей серии) способствовало выявлению значения предшествующего реагирования и времени ожидания появления последующего сигнала на продолжительность скрытого периода двигательных реакций. Кроме этого, такое распределение промежутков времени в сериях (т.е. варьирование периодов ожидания сигналов), способствует выявлению более "истинной" меры скрытых периодов реакций, чем в том случае, когда сохраняются одинаковые интервалы и может выработаться рефлекс на время, а у школьников, исследуемых возрастных групп он по данным А.С.Дмитриева (I96I-I967) образуется очень быстро. Мы убеждены в том, что эффективность выполнения двигательных реакций на дискретные сигналы в значительной мере определяется способностью человека антиципировать изменение времени появления сигналов. Нами предполагается, что при наличии проблемной ситуации, которая возникает в результате препятствий (рассогласование между субъективным временем ожидания появления сигналов и реальной программой их появления), стоящих на пути к достижению цели, испытуемые могут раскрыть связь между длительностями ожидания сигналов.

Полученные данные о влиянии величины интервала времени между сигналами свидетельствуют о последовательном сокращении продолжительности скрытого периода реакций по мере увеличения

интервала времени между световыми сигналами. Так у школьников семилетнего возраста величина скрытого периода реакций составила: C_0 сек. - 321 ± 58 мсек., $C_{0,2}$ сек. - 542 ± 223 мсек., $C_{0,4}$ сек. - 433 ± 123 мсек., $C_{0,8}$ сек. - 435 мсек., C_1 сек. - 432 ± 121 мсек., ... C_7 сек. - 336 ± 66 мсек., C_8 сек. - 362 ± 81 мсек. У юношей семнадцатилетнего возраста отмечается так же снижение продолжительности скрытого периода реакций при последовательном увеличении интервала времени между сигналами : C_0 сек. - 188 ± 28 мсек., $C_{0,2}$ сек. - 332 ± 86 мсек., $C_{0,4}$ сек 235 ± 47 мсек., $C_{0,8}$ сек. - 211 ± 47 мсек., C_1сек. -200±30 мсек, ... C_7 сек. - 166 ± 25 мсек., C_8 сек. - 170 ± 29 мсек. Поступление сигнальной информации через короткий промежуток времени (0,2 сек), вызывает увеличение продолжительности скрытого периода сенсо-моторных реакций у школьников первых классов на 69%; у учеников 4-х классов на 61%, у восьмиклассников на 59% и у десятиклассников на 76%. Предъявление сигнальной информации в серии с последовательным уменьшением времени ожидания сигнала показало, что у детей семилетнего возраста величина скрытого периода простой двигательной реакции на коротком интервале времени (0,2 сек.) уменьшилась на 54 мсек, у детей одиннадцатилетнего возраста на 70 мсек., у подростков 15-летнего возраста на 67 мсек., а у юношей семнадцатилетнего возраста соответственно на 71 мсек. При этом вероятность реализации перерабатываемой информации увеличивается у испытуемых исследуемых возрастных групп. На коротком интервале между сигналами (0,2 сек) так же отмечается увеличение продолжительности скрытого периода реакций, у первоклассников на 50%, у школьников 4-х классов на 36%, у учеников 8-х классов на 38% и у десятиклассников на 35%.

Проведенные серии опытов позволили выявить оптимальный межсигнальный интервал времени, на котором у испытуемых наблюдается наименьшее возмущение в функциональной системе, лежащей в основе сенсо-моторной реакции. У учащихся семилетне-

го возраста он находится между 4,4-6 секундами, а у юношей семнадцати лет он равен I-2 секундам. На этих промежутках времени отмечается наименьшее изменение продолжительности скрытого периода реакций с наибольшей вероятностью (Pi) реализации получаемой информации (Pi = 0,97 - I,0).

Предъявление сигнальной информации в сериях (по возрастанию), выявило обратную зависимость между величиной скрытого периода двигательных реакций и продолжительностью межсигнального интервала времени.

При поступлении в информационный канал сигнала в период обработки предыдущей информации отмечается значительное увеличение продолжительности скрытого периода простой двигательной реакции у детей школьного возраста. Увеличение скрытого периода простой двигательной реакции на коротких промежутках времени рассматривается как проявление изменения соотношения возбуждений в различных частях функциональной системы, лежащей в основе двигательной реакции в результате воздействия предыдущего сигнала и ответной реакцией на него.

Структурная упорядоченность межсигнальных интервалов времени в сериях раздражений, оказывает влияние на скорость ответных реакций. Последовательное сокращение промежутков времени между сигналами в серии, вызывает уменьшение продолжительности скрытых периодов двигательных реакций по сравнению с длительностью скрытого периода реакций в серии с увеличением промежутков времени между сигналами. При этом, распределение различных групп в каждой структуре, а так же число элементов в отдельной группе оказывает влияние на скорость и точность переработки и реализации получаемой информации. Скорость субъективной упорядоченности структуры зависит от направления распространения различных групп в предъявляемой объективной структуре.

Неизбежным компонентом в процессе дискретной переработки и реализации сигнальной информации является антиципирующая деятельность человека. При дискретном реагировании она проявляется, в основном, в применении двух стратегий алгоритмов поведения: совпадения и несовпадения эфферентной и эфферентных волн возбуждения. Алгоритм совпадения является более предпочтительным в стратегии поведения испытуемого, т.к. даёт более высокий эффект при обработке и реализации сенсо-моторной информации.

Сокращение оптимального межсигнального интервала у школьников иссследуемых возрастных групп связано по-видимому с повышением надежности функциональной системы, лежащей в основе сенсо-моторной реакции.

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ СКРЫТОГО ПЕРИОДА ПРОСТОЙ СЕНСО-МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ АНТИЦИПИРУЮЩЕЙ ФУНКЦИИ МОЗГА

А.А.ЛОГИНОВ, В.С.ДЬЯЧЕНКО

Минск

Формирование функциональной системы, лежащей в основе сенсо-моторной реакции, в ответ на внешний стимул всегда характеризуется различной длительности временной задержкой. Продолжительность этой задержки по данным различных авторов колеблется от 150 до 1000 мсек. и более и зависит как от сигнальной информации, так и сложности её переработки и реализации в действии. Кроме того, быстрота реакций в значительной степени зависит также от того, насколько точно человеку известно ожидаемое и отконтролировано реальное влияние его действий на выходные параметры системы. В соответствии с этим человек независимо от получаемой инструкции улавливает непредусмотренные ею изменения в окружающей среде, скорость собственных реакций и дополнительно самоинструктируясь вносит коррективы в свои действия. Таким образом, разумное, целенаправленное поведение можно рассматривать как сочетание способности прогнозировать и "квантовать" поступающие сигналы и максимально быстро формировать для реагирования на них оптимальные функциональные системы, обеспечивающие достижение цели в соответствии с заданной инструкцией.

Исследуя скорость простой двигательной реакции на звуковой сигнал, В.Лауфбергер (1962) установил, что при общем времении в 177 мсек., 5 мсек.приходится на сенсорный вход, 102 мсек. - на сенсорное время коры головного мозга, 28 мсек. на двигательное время коры головного мозга, 13 мсек. - на прохождение импульса и 29 мсек. - на движение мышцы. Таким образом, наибольшее время задержки приходится на сенсо-моторное время коры головного мозга. Надо полагать, что последнее обстоятельство определяется сложностью процессов, происходящих в коре: сенсорный синтез, сличение в механизме обратной связи, работа задающего и программирующего механизмов и пле-

ния и т.д., т.е. всё, что связано с процессом построения стратегии поведения, самоинструктированием и прогнозированием. Следовательно длительность скрытого периода простой двигательной реакции, да и вообще любого действия может представить возможность для объективной оценки состояния антиципирующей функции мозга. Однако, эта возможность становится наиболее реальной в случае подачи сигналов, особенно, с изменяющимся межсигнальным интервалом.

Исходя из этой предпосылки, мы изучили динамику скрытого периода простой двигательной реакции в онтогенезе (192 мальчика-школьника от 7 до 17 лет) на предъявление им серии сигналов (световая вспышка 250 мсек) двух вариантов - по возрастанию и убыванию ожидания длительности его появления. Выявлено, что в серии с последовательным неравномерным удлинением межсигнального интервала отмечается увеличение продолжительности скрытого периода реакций на второй сигнал, следующий через 0,2 секунды после первого (исходный). При последующем нарастании длительности межсигнального интервала (всего 18 сигналов с интервалом перед последним в 8 сек.) отмечается снижение величины скрытого периода реакций. Однако у учащихся семилетнего возраста до конца серии продолжительность скрытого периода простой двигательной реакции остаётся несколько выше, чем на исходный сигнал. У юношей семнадцатилетнего возраста после обработки и реализации информации на 4 сигнала в серии, отмечается снижение продолжительности скрытого периода простой двигательной реакции на 12-24мсек по сравнению с длительностью его на исходный сигнал. Эта тенденция сохраняется до конца серии. Высокие коэффициенты вариативности длительности скрытого периода простой двигательной реакции на интервале в 0,2 сек (41,2% у детей семилетнего возраста и 25,8% у юношей) по-видимому, связаны не только с индивидуальными особенностями скорости проведения возбуждения по элементам функциональной системы, но и особенно с затратой времени на выбор и скорость построения "нервной модели стимула"(термин Е.Н. Соколова,1969). Эта модель включает в себя не только физические

характеристики стимула и его временную последовательность, но и определенные обобщения, способствующие логико-детерминированному прогнозированию событий. Наличие сформированной "нервной модели стимула" способствует сокращению величин скрытого периода простой двигательной реакции, соответственно увеличение продолжительности скрытого периода простой двигательной реакции говорит о том, что поиск оптимальной "нервной модели стимула" не завершен. Анализ отчетов испытуемых показывает, что быстрота формирования "нервной модели стимула" зависит прежде всего от субъективной уверенности или неуверенности испытуемого в раскрытии реальной программы подачи сигналов. Таким образом, важным условием, определяющим успешность или неуспешность прогнозирования времени появления сигналов и изменение степени готовности ответа на него, является подтверждение или неподтверждение гипотез о времени появления сигналов в предшествующих ситуациях. Испытуемыми отчетливо осознаётся неравномерность интервалов времени между сигналами и факт рассогласования момента начала двигательных реакций с моментом смещения времени появления сигналов. Определяя направление смещения времени появления сигналов (скорее логически, чем вероятностно-статистически), испытуемые оценивают это как одно из ведущих условий опыта, которое воспринимается как требование изменения стратегии поведения в отношении времени ожидания сигнала и скорости ответа на него. Подтверждением вышеизложенному служат также результаты изучения динамики скрытого периода простой двигательной реакции в серии с последовательным уменьшением длительности межсигнальных интервалов. Так, при восьмисекундном интервале между первым (исходным) и вторым сигналами скрытый период простой двигательной реакции на второй сигнал, так же как и в предыдущей серии опытов, был более длительным, чем на исходный с соответствующим увеличением коэффициента вариативности. Дальнейшее укорочение межсигнального интервала сопровождается последовательным снижением длительностей скрытого периода двигательных реакций. Исключение составляют короткие (0,2 сек. в конце серии) промежутки времени.

Сопоставление длительностей скрытого периода простой двигательной реакции, в период формирования "нервной модели стимула"(начало в серии по увеличению интервалов между сигналами) с длительностью его на тех же интервалах между сигналами, но при сформированной "нервной модели стимула" (в серии с последовательным уменьшением длительностей межсигнальных интервалов) свидетельствует о сокращении длительности скрытого периода реакций на 50-70 мсек и амплитуды коэффициента вариативности. Таким образом, данные о динамике скрытого периода простой двигательной реакции могут служить объективными показателями антиципирующей функции мозга. Нам кажется, что этот тест в изложенной интерпретации может найти свое приложение при профотборе, оценке степени спортивной тренированности, совершенства овладения произвольным двигательным навыком в изменяющихся условиях среды, способности оперативного выбора наиболее адекватного моторного поведения и т.д.

О ВЗАИМОСВЯЗИ БЫСТРОТЫ И ПРАВИЛЬНОСТИ ВЫБОРА РЕШЕНИЯ ПРИ ЗРИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ ФОРМЫ.

А.И.Коган, Москва.

Обратная зависимость между быстротой и правильностью выбора решения обычно считается аксиоматичной, независимо от характера задачи, решаемой человеком. В этом сообщении рассматриваются результаты экспериментов, при выполнении которых эта зависимость оказалась нарушенной.

Методика. Задача испытуемого: без ошибок и как можно быстрее оценить каждый предъявленный объект как совпадающий с эталоном или как отличный от него. Использованы три типа объектов: 1) кольцо Ландольта (МК) с угловым размером разрыва $40''$; "эталон" - кольцо без разрыва; 2) двойное кольцо (ДК) с линейным эксцентриситетом 0,2 мм (угловой размер $3'$); эталон - концентрическое кольцо и 3) пара черных дисков (ГП) один из которых выступает над фронто-параллельной плоскостью больше другого, так что разница углового размера дисков - $1'20''$; эталон - пара равновысоких дисков. В каждой последовательности даются объекты одного типа, эталонные и тестовые чередуются в случайном порядке. Рабочее поле (6×8^0), яркостью 135нт, находится в 25 см от глаз испытуемого. Ответ испытуемого (нажим одной из двух кнопок) автоматически приводит к смене объекта очередным. В одном опыте предъявляется не менее 100 объектов одного типа. Автоматически регистрируются: число ответов (N), число правильных ответов (n) и чистое время экспозиции (T). Вычисляются: быстрота решения (N/T), правильность ($\frac{n}{N} = p$) и интегральный показатель - продуктивность работы (P):

$$P = \frac{N}{T}\left[1 + p\log_2 p + (1-p)\log_2(1-p)\right] \text{ бит/сек} \quad (1)$$

С каждым из 252 испытуемых проведено по 2 опыта; экстенсивное исследование проведено с 9 тренированными наблюдателями.

Результаты. Обычная обратная зависимость между показателями скорости и правильности найдена при исследовании продуктивности различения (объекты МК); замедлению работы сопутствовало увеличение правильности различения разрыва кольца. Найдено хорошее соответствие между показателем продуктивности различения и оптической характеристикой (остротой зрения с учетом объема аккомодации и характера рефракции) испытуемых. Такое соответствие было слабо выражено для задачи оценки рельефа (объекты ГП); оно полностью отсутствовало для задачи оценки формы (объекты ДК). При изучении корреляции между показателями быстроты и правильности решения последних двух задач (Рис.1) обнаружено, что испытуемые делятся на три группы.

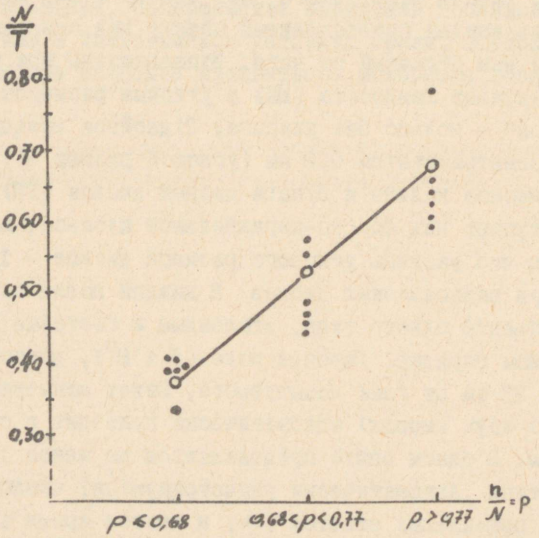


Рис. 1 Зависимость между показателями скорости ($\frac{N}{T}$ - ордината) и правильности ($\frac{n}{N}=p$ - абсцисса) при зрительной оценке формы и рельефа. (Средние, полученные в 504 опытах на 252 нетренированных людях.)

Есть варианты "быстро и хорошо" (крайняя правая), "медленно и плохо" (крайняя левая) и "средне и средне", но нет вариантов "медленно и хорошо" и "быстро, но плохо". По численности: в "плохой и медленной" группе 51 человек, в средней 140, в "хорошей и быстрой" - 61 человек. Распределение не совпадает с оценкой остроты зрения и т.п. показателей. Выдвинуто предположение о том, что между скоростью и правильностью оценки формы может существовать и прямая зависимость. Дополнительно проведено 6 опытов, отличавшихся только тем, что регистрировались скорость и правильность каждого ответа. Результаты этих опытов обработаны по формуле:

$$r = \frac{\frac{T - T_1}{N} - \frac{T}{N}}{\sqrt{p(1-p)}\,\sigma_T} \qquad (2)$$

где r - коэффициент корреляции, p - доля правильных ответов, T_1 - сумма времени, затраченного на ответы, оказавшиеся неправильными, T - полное время экспозиции всех объектов, число которых - N, σ_T - среднее квадратичное отклонение экспозиции одного объекта. Здесь определялась корреляция между правильностью решения и длительностью экспозиции (т.е., величиной, обратной скорости решения). Во всех 6 опытах найдена отрицательная корреляция между этими величинами; в 4 опытах она была незначительна (от -0,07 до -0,18), но в 2 опытах достигла -0,43 и -0,72.

Во время продленных опытов (Рис.2), в которых предъявлялись две последовательности по 400 объектов выявлен ряд особенностей, имеющих значение для темы этой работы: от начала к концу опыта возрастают и скорость и правильность решения, но в ходе опыта оба показателя колеблются - трудность задачи субъективно непостоянна; наиболее высокий показатель правильности соответствует скорости 0,55 - 1,00 отв/сек: как при увеличении, так и при снижении скорости за пределы этого диапазона доля неправильных ответов возрастает; колебания показателя продуктивности (P) и его составляющих выражены тем больше, чем труднее задача для испытуемого (ниже средняя величина P за весь опыт), но при условии, что параметры задания яв-

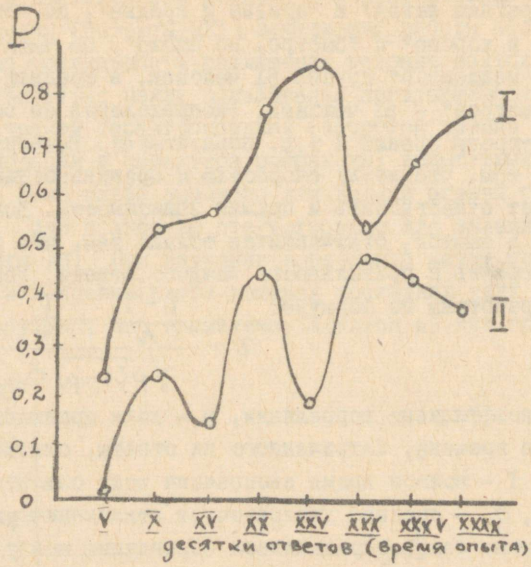


Рис. 2 Динамика продуктивности (Р) в длительном опыте: две последовательности по 400 объектов в каждой. Показатель продуктивности выведен для каждой полусотни ответов. Продуктивность зрительной оценки формы - кривая I, оценки рельефа - кривая II.

ляются надпороговыми; в условиях, совпадающих с порогом (уменьшение яркости поля, увеличение расстояния) при показателе правильности порядка 0,5, колебания выражены слабо.

В дополнительно проведенных опытах инструкцию изменили: "не спешите; отвечайте только тогда, когда вы уверены в правильности ответа". В начале опыта, при скорости всего 0,05-0,1 отв/сек показатель правильности был существенно ниже, чем в конце опыта. Независимо друг от друга испытуемые так коммен-

тировали новые условия: "Чем дольше на него смотришь, тем непонятнее"; это относилось к объектам ДК, реже - к объектам ГП, никогда - к кольцам Ландольта. Несмотря на новую инструкцию, все испытуемые уже к середине второго десятка ответов увеличивали скорость до обычного порядка; показатель правильности возрастал не до, а после увеличения скорости.

Обсуждение. В этих опытах испытуемый произвольно избирает ту скорость решения, при которой правильность решения субъективно максимальна. Инструкция во всех случаях делает акцент на правильности. Во время показа эталонных и неэталонных объектов перед началом опыта экспериментатор убеждается в том, что каждый испытуемый правильно различает объекты, во всяком случае, способен правильно различать их. И все же, все испытуемые совершают ошибки, причем они не замечают разрыва кольца только в тех случаях, когда отвечают слишком быстро, а при оценке формы и рельефа - и в тех случаях, когда слишком затягивают ответ.

Цель обсуждения: найти правдоподобное объяснение наблюденного факта - прямой зависимости между скоростью и правильностью оценки формы (будем пока рассматривать для простоты только объекты ДК). Важно то, что сами испытуемые не подозревают об этой зависимости; напротив, неуверенность в правильности сделанной оценки приводит к замедлению следующего ответа; если же оценка субъективно воспринимается как правильная, то и следующий ответ дается быстро. Важно и другое - в первом случае объективная вероятность того, что следующий ответ будет правильным, меньше, чем во втором случае. Ключом объяснения нам представляется тот факт, что в отношении заведомо надпорогового объекта ДК вообще может быть допущена ошибка, не обусловленная слишком краткой экспозицией. Причем эта ошибка с одинаковой вероятностью совершается в обоих противоположных случаях: концентрическая фигура оценивается как ассиметричная и наоборот. Это свидетельствует о том, что при оценке объекта ДК имеет место не только различение градиентов яркости (как при оценке МК), но и глазомерное сопоставление пространственного расположения контуров двойного кольца. Отличие состо-

ит в том, что в последнем случае между "да" и "нет" существует не резкая граница, а плавный переход. Например, если в глазомерной оценке формы участвует колебательный сенсорный процесс, подобный тому, который имеет место при восприятии фигур-перевертышей (куба Неккера, например), то фактор времени будет иметь самое прямое отношение к правильности оценки именно в тех случаях, когда этого времени проходит достаточно много. Наши опыты не дают возможности проверить такую гипотезу, но в принципе она поддается проверке.

В оценке рельефа по объектам ГП решающую роль играет восприятие разницы видимого размера дисков, составляющих пару. Фактор диспаратности краев дисков (стереоскопический механизм) не имеет решающего значения. По-видимому, правильность восприятия разницы в видимом размере не является простой функцией восприятия угловых различий; колеоания оценки свидетельствуют о том, что и здесь существует нерезкий переход "да" и "нет".

Нерезкость границы между ответами "да" и "нет" (или "есть" и "нет") свойственна вообще пороговым исследованиям. Порог определяется статистически. При неизменных физических условиях ответы "есть" и "нет" чередуются. Причиной этого чередования являются колебания в "настройке" воспринимающего аппарата. Некоторые из них известны (тремор глаза, колебания аккомодации и т.п.), причем есть и такие, которые никак не связаны с двигательным аппаратом и осуществляются в чисто сенсорной сфере (упоминавшиеся выше "перевертывания" фигур). Последние происходят лишь в тех случаях, когда наблюдение длится достаточно долго, по сравнению с первыми. Не исключено, что надежная оценка таких признаков, как симметрия фигуры (объекты ДК) и "рельефность" (объекты ГП) требует определенной быстроты работы; в тех случаях, когда темп ее снижается, колебательный сенсорный процесс, участвующий в оценке, "выходит из-под контроля". Этого не происходит в том случае, когда зрительная задача может быть сведена к восприятию числа градиентов яркости в единице рабочего поля (различение разрыва кольца, например); по-видимому, этого не произойдет и в тех случаях, когда задача состоит в различении гештальтов ("опознании"), т.е. в классификации объектов по строго закрепленным в сознании отдельным

"гнездам". Если же задача состоит в дифференцировке объектов, относящихся к одному и тому же "гнезду", то есть относится к категории оценочных задач, в действие вступают дополнительные сенсорные механизмы, зависимость которых от сохранения определенной быстроты работы статистически выявилась в наших опытах.

Выводы. I. При произвольном выборе оптимальной скорости решения надпороговой зрительной задачи, связь между быстротой и правильностью решения зависит от формального содержания задачи: а) при различении яркостных градиентов сохраняется обратная зависимость между скоростью и правильностью решения; б) при оценке формы и рельефа, когда существенную роль играет глазомерный (сенсорный) процесс, существует оптимальная скорость выбора решения (в наших опытах - 0,55 - I,00 отв/сек). 2. Сенсорные процессы, участвующие в оценке формы (по признаку симметрии) и рельефа (по признаку видимого размера) имеют колебательный характер. Правильность оценки не является простой функцией различения контуров объекта и угловой разницы в размерах.

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРАТЕГИЙ ОПЕРАТИВНОГО МЫШЛЕНИЯ

М.А.Котик
Тарту

При управлении большой системой перед оператором часто возникают задачи, при решении которых могут использоваться различные стратегии оперативного мышления. Эффективность подобных стратегий может быть определена методами теории информации.

Исходя из условий задачи, оператор целенаправленно оценивает состояние системы, выделяя те характеристики, от которых зависит результат решения. Предположим, решение рассматриваемой задачи зависит от n технических параметров, контролируемых приборами /рассмотрение не изменится, если эти параметры будут оцениваться какими либо иными способами/.

Среднее количество информации / J_i / о параметре i, воспринимаемое оператором с данного прибора, как было показано [2], можно определить по формуле:

$$J_i = -\log_2 \frac{\delta_i}{\Psi_i} \qquad /1/$$

где δ_i -разрешающая способность отсчетов параметра i с прибора;
Ψ_i -рабочий диапазон изменения параметра i.
Подобным путем можно оценить среднее количество информации, воспринимаемое оператором с каждого из n приборов.

В реальных условиях, где в задачу оператора входит контроль всех n приборов, где его деятельность усложнена, разрешающая способность отсчетов данного прибора, очевидно, окажется ниже. Она будет также обусловлена избранной стратегией оперативного мышления.

Предположим, установлено, что при решении данной задачи операторы используют f различных стратегий. Оценим, для примера, характеристики стратегии a. По значениям ошибок, допускамых операторами при отсчетах данного прибора в рассматриваемой стратегии, можно оценить остаточную энтропию /ΔH_{ia}/ измеряемого параметра и подсчитать информацию /J^*_{ia}/, снимаемую с прибора в реальных условиях:

$$J^*_{ia} = J_i - \Delta H_{ia} \qquad /2/$$

Решим обратную задачу, и по полученной информации J^*_{ia} /2/, найдем среднюю разрешающую способность отсчетов /δ^*_{ia}/ параметра i в реальных условиях:

$$\delta^*_{ia} = \Psi 2^{-J^*_{ia}} \qquad /3/$$

Подобным путем возможно для каждого прибора найти значение разрешающей способности отсчетов, при использовании стратегии a : $\delta^*_{1a}, \delta^*_{2a}, \ldots, \delta^*_{ia}, \ldots, \delta^*_{na}$

Зная величину рабочего диапазона данного прибора/Ψ_i/, находим число дискретных участков шкалы, которое идентифицирует оператор в стратегии a:

$$m_{ia} = \frac{\Psi_i}{\delta^*_{ia}} \qquad /4/$$

Таким образом можно и для других приборов найти число дискретных участков шкалы, различаемое оператором: $m_{1a}, m_{2a}, \ldots, m_{na}$.

Число всевозможных дискретных состояний системы, то есть условий решения задачи /ситуаций/ / S_a / будет:

$$S_a = \prod_{i=1}^{n} m_{ia} \qquad /5/$$

Если считать, что все эти условия появляются с равной вероятностью, то разрешаемая энтропия / H_a/ при оценке условий получится:

$$H_a = -\log_2 \frac{1}{S_a} \qquad /6/$$

Предположим рассматриваемая задача характеризуется энтропией / H /, которая в среднем равна:

$$H_a = -\sum_{j=1}^{k} P_j \log_2 P_j \ , \qquad /7/$$

где P_j - вероятность появления j-го решения, среди k возможных.

Для разрешения этой неопределенности пусть требуется такая точность отсчетов приборов, при которой разрешаемая энтропия при оценке ситуации будет не ниже H . Однако практически, из-за ошибочных отсчетов приборов это условие не выполняется и получается разница:

$$H - H_a = \Delta H'_a \ , \qquad /8/$$

где $\Delta H'_a$ определяет прирост энтропии задачи за счет неточной оценки ситуации.

В процессе оперативного мышления оператор осуществляет объединение сообщений отдельных приборов, их сопоставление с целью выявить такую информацию, в которой наиболее явно он может усмотреть искомый результат решения. Между параметрами большой системы, как правило, существует определенная функциональная связь. Поэтому при выполнении всех преобразований информации с требуемой степенью точности, энтропия задачи будет сохраняться на одном уровне. Однако практически все эти преобразования информации оператор выполняет в уме, с допущением определенных приближений и округлений. Это влечет за собой потери информации, которые увеличиваются за счет отсутствия отдельных данных /не все параметры контролируются приборами/ и ошибок оператора. Таким образом, в результате преобразований информации происходит прирост энтропии /$\Delta H''_a$/ разрешаемой задачи.

В результате суммарная энтропия задачи /$H_{\Sigma a}$/, с которой сталкивается оператор, получается:

$$H_{\Sigma a} = H + \Delta H'_a + \Delta H''_a \qquad /9/$$

На основе суммарной энтропии, которую должен разрешать оператор в данной стратегии a /$H_{\Sigma a}$/, и остаточной, неразрешенной оператором в этой задаче энтропии /H_o/, возможно оценивать эффективность применяемой стратегии.

Исходя из существующих методов [I], в данном случае удобнее определять характеристику неэффективности стратегии /$\bar{W}_a$/:

$$\bar{W}_a = \sum_{i=1}^{s} Q(\Delta_{ai}) M\left(\frac{H_\Sigma}{\Delta_{ai}}\right) \qquad /10/$$

где $Q(\Delta_{ai})$ - вероятность ошибочного решения задачи при использовании стратегии a в условиях i,

$M\left(\frac{H_\Sigma}{\Delta_{ai}}\right)$ - условное математическое ожидание суммарной энтропии задачи при данных ошибках в ее решении,

s - число возможных условий работы системы.

Вероятность ошибочного решения можно характеризовать остаточной энтропией $H_o(\Delta_{ai})$, тогда формулу /10/ запишется в виде:

$$\bar{W}_a = \sum_{i=1}^{s} H_o(\Delta_{ai}) M\left(\frac{H_\Sigma}{\Delta_{ai}}\right) \qquad /11/$$

Эффективность стратегии /W_a/ возможно определить величиной обратной характеристики $\overline{W}_a$, то есть:

$$W_a = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} H_o(\Delta_{ai}) M\left(\frac{H_z}{\Delta_{ai}}\right)} \qquad /12/$$

где $H_z \geq H_o(\Delta_{ai})$

В качестве иллюстрации к изложенному методу, приведем результаты исследования эффективности стратегий оперативного мышления летчиков при решении одной навигационной задачи.

По показаниям двух навигационных приборов - указателя курса /УК/ и указателя радиокомпаса /УРК/ летчики должны были определять с какой стороны относительно оси взлетно-посадочной полосы /ВПП/ находится самолет. С данной задачей летчики часто встречаются при заходе на посадку в отсутствии видимости земли. На приборе УК летчик может отсчитать угол между осью самолета и осью ВПП, а на УРК - угол между осью самолета и направлением на наземный радиомаяк, расположенный в начале ВПП.

Эксперимент проводился в следующей последовательности. С помощью специальной тахистоскопической установки летчику кратковременно предъявлялась пара указанных приборов. За время экспозиции он должен по возможности точнее отсчитать на приборах указанные углы и по ним оценить положение самолета. После окончания отсчетов, испытуемый излагал метод, которым он пользовался при решении задачи. В экспериментах участвовало 50 летчиков, каждый отсчитывал по 30 различных сообщений.

Из систематизации полученных данных было установлено, что летчики решали задачу посредством пяти стратегий.

I стартегия заключалась в следующем. После отсчета требуемых углов на приборах УК и УРК, летчики мысленно доворачивали самолет в направлении на радиомаяк, пока стрелка на УРК не встанет вертикально /то есть на ноль/. Новое положение стрелки УК будет однозначно определять местоположение самолета: если стрелка будет правее посадочного курса, то самолет - слева и наоборот

II стратегия. После отсчета приборов производится мысленный доворот самолета на курс, равный посадочному. В новом положении самолета стрелка на УК будет указывать вертикально вверх, а стрелка на УРК отклонится в сторону, где лежит ВПП.

Ш стратегия является комбинацией первых двух. Летчики мысленно доворачивают самолет или на радиомаяк, или на курс ВПП Причем, выбирается тот вариант, при котором требуется мысленно доворачивать самолет на меньший угол.

IУ стратегия представляет собой мнемоническое правило. Стерлки указателей мысленно совмещаются на одном приборе. Между стрелками образуется определенный угол - створ. Если этот створ будет симметричен относительно вертикали, то самолет находится на оси ВПП, а если наклонен, то в ту сторону, где находится взлетно-посадочная полоса.

У стратегия. После отсчета углов на УК и УРК, испытуемые получали представление об отклонении самолета от посадочного курса и курса на радиомаяк. На основе этих данных, без дополнительной переработки информации, они оценивали положение самолета.

В результате эксперимента были получены следующие характеристики пяти указанных стратегий /таблица I/.

Таблица I

Стратегия	$\delta^*_{УК}$:град	$\delta^*_{УРК}$: град	H : бит	$\Delta H'$: бит	$\Delta H''$: бит	H_ε : бит	H_o : бит	W
I	6,60	8,67	I,60	0,I00	0,730	2,430	0,569	0,73
П	5,20	8,30	I,60	0,093	0,7I2	2,405	0,560	0,74
Ш	6,80	8,40	I,60	0,094	0,787	2,43I	0,325	I,27
IУ	7,I0	9,40	I,60	0,890	-	I,689	0,534	I,II
У	I2,55	I9,20	I,60	0,254	-	I,854	0,970	0,56

В данном эксперименте энтропия $\Delta H'$ рассчитывалась на основе статистических данных - по количеству ошибочных отсчетов, из которых следовали ошибочные решения.

Анализ таблицы I показывает, что У стратегия, в которой испытуемые решали задачу без соответствующей переработки информации и выявления фактора, однозначно связанного с ее решением, оказалась наименее эффективной. Наибольший коэффициет эффективности W получился в стратегиях Ш и IУ.

Выбор стратегии для решения любой частной задачи следует согласовывать с общим способом действий оператора в рассматриваемых условиях. Так при заходе на посадку, согласно существующей методике, летчик доворачивает самолет на радиомаяк. Такому маневру наиболее соответствует I стратегия. Исходя из этого и учитывая неплохую эффективность данной стратегии, можно заключить,что в условиях захода на посадку целесообразно использовать I стратегию.

ЛИТЕРАТУРА

I. КОНСТАНТИНОВ В.Д., СИНДЕЕВ И.М. Методы обоснования требований к надежности и эффективности простых и сложных систем. Труды ВВИА им. проф. Жуковского, выпуск I020 , I963.

2. КОТИК М.А. О влиянии формы представления информации на передаточные свойства летчиков. Труды ВВИА им. проф. Жуковского, выпуск I094, I965.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ ОПЕРАТОРА НА НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ СИСТЕМЫ "ЧЕЛОВЕК-МАШИНА"

М.А. Котик

Тарту

Во многих современных больших системах оператор работает в условиях жесткого лимита времени. В таких системах его несвоевременные действия расцениваются как отказ звена "оператор", который, в общем случае, может приводить к выходу из строя всей системы. Поэтому для инженерной психологии представляет существенный интерес выявление характеристик временных ограничений, с которыми сталкивается оператор при управлении системой, а также оценка надежности оператора и всей системы в рассматриваемых условиях. Данный вопрос оказывается актуальным как при разработке и проектировании новых систем, так и при оценке эксплуатационных характеристик уже существующих.

В рассматриваемых системах оператор действует в соответствии с сообщениями /командами/, поступающими от многочисленных контрольных приборов. Время, которым располагает оператор для выполнения данной команды или управляющего воздействия, строго ограничено. Поэтому не исключена возможность, когда оператор, контролируя одни приборы и реагируя соответствующим образом на их сообщения, опоздает с ответными действиями на сообщения других приборов. Оценим для подобных условий вероятность отказа системы из-за несвоевременных действий оператора.

К решению этого вопроса можно подойти с позиций теории массового обслуживания. Контрольные приборы оператор осматривает в определенной последовательности, затрачивая на обзор каждого прибора соответствующее время. Сообщения об отклонениях от нормы регулируемых параметров - заявки на обслуживание - поступают на данный прибор с определенной интенсивностью, зависящей от конструкции системы и условий ее работы. Очевидно у разных приборов будет различная интенсивность заявок. На обслуживание заявок данного прибора расходуется в среднем какое-то определенное время.

Ограничимся вначале рассмотрением "среднего" достаточно обученного оператора, не допускающего ошибок на рассматриваемом интервале времени. Приближенно можно считать, что для каждого прибора существует определенное среднее значение времени контрольного обзора и времени обслуживания его заявок. Указанные характеристики берутся для условий, при которых на оператора воздействуют наиболее типичные психофизиологические факторы, влияющие на его временные характеристики. Возможные вариации этих факторов и их влияние на время работы оператора пока не учитываются. При подобном подходе мы фактически оцениваем физические возможности среднего оператора во-время обслужить поступающие на приборы заявки.

Предположим, в системе возникло возмущение и на данный прибор /например, I / поступила заявка i, которую требуется обслужить за время T_i. Успешная работа оператора будет возможна при условии, что время / t_i /, потребное для обслуживания этой заявки, будет: $t_i < T_i$. Поэтому при обслуживании данной заявки оператор сможет располагать каким-то резервным временем / t_{zesi} /:

$$t_{zesi} = T_i - t_i \qquad /1/$$

Очевидно, при другом возмущении на этот прибор поступит заявка / k /, которая будет характеризоваться иным значением резервного времени / t_{zesk} /

$$t_{zesk} \neq t_{zesi}$$

Как показывает практика [2], вероятность появления в заданных условиях бо́льших или меньших возмущений, подчиняется часто нормальному закону распределения. Очевидно, в таких случаях и вероятность появления различных t_{zes} также будет распределена вокруг среднего значения резервного времени / $\bar{t}_{zes}$ / по тому же нормальному закону со среднеквадратическим отклонением σ. Вероятность появления i-го значения t_{zes} будет:

$$R(t_{zesi}) = \int_{t_{zesi}}^{t_{zesi+1}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \cdot e^{-\frac{(t_{zesi}-t_{zes})^2}{2\sigma^2}} dt_{zes} \qquad /2/$$

/В принципе рассмотрение не изменится, если закон будет и иным/.

Теперь рассмотрим случай: заявка поступила на прибор I

в то время, когда оператор осматривал другие приборы и обслуживал их заявки, затратив на это время t_o . Установлено [I], что во многих системах управления вероятность / F / поступления заявок на обслуживание за данное время / t_o / может быть описана показательным законом с определенной интенсивностью. Пусть интенсивность поступления заявок на прибор I будет λ_1 , тогда:

$$F(t_o) = 1 - e^{-\lambda_1 t_o}$$

Вероятность события, что за время t_o успеет возникнуть возмущение и истечь связанное с ним резервное время получится:

$$F(t_o - t_{zes}) = 1 - e^{-\lambda_1 (t_o - t_{zes})} \qquad /3/$$

Так как вероятности R и F независимы, то вероятность /$S_i(t_o)$/ отказа системы из-за запоздалых действий оператора, обусловленных обслуживанием в течение t_o других приборов, будет:

$$S_i(t_o) = \left[1 - e^{-\lambda_1 (t_o - t_{zesi})}\right] \int_{t_{zesi}}^{t_{zesi+1}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma} \cdot e^{-\frac{(t_{zesi} - \bar{t}_{zes})^2}{2\sigma^2}} dt_{zes} \qquad /4/$$

Средняя же вероятность отказа системы из-за задержки оператора на время t_o для обзора и обслуживания других приборов равна:

$$S(t_o) = \sum_{i=1}^{n} \left[1 - e^{-\lambda_1 (t_o - t_{zes\,i})}\right] \int_{t_{zesi}}^{t_{zes\,i+1}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma} \cdot e^{-\frac{(t_{zesi} - \bar{t}_{zes})^2}{2\sigma^2}} \cdot dt_{zes} \qquad /5/$$

где n - число разрядов, на которые делятся возмущения и t_{zes} .

Оценим факторы, обуславливающие значение t_o .

Предположим, что оператор работает с n контрольными приборами. Введем следующие обозначения соответственно для I,2,.. ..,n прибора:

$t_1, t_2, \ldots, t_n$ - время контрольного обзора приборов;
$t_{10}, t_{20}, \ldots, t_{no}$ - время обслуживания заявок на этих приборах;
$\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n$ - интенсивность поступления заявок на приборы;
$\nu_1, \nu_2, \ldots, \nu_n$ - интенсивность обслуживания заявок.

Решим эту задачу вначале для случая: n = 2 приборам. Оценим вероятность несвоевременного обслуживания заявки на приборе I.

а/ Вероятность заявки на приборе I, пока контролировался прибор 2, будет:

$$P_o = 1 - e^{-\lambda_1 t_2} \qquad /6/$$

Для этого случая можно считать, что оператор отвлекся от прибора I на время $t_0 = t_2$, для которого находим $S(t_2)$.

б/ Вероятность появления заявки на прибор I, в период обслуживания прибора 2, обусловлена вероятностями ряда независимых событий:

- появлением заявки на прибор 2 $P_1' = 1 - e^{-\lambda_2 (t_1 + t_2)}$
- обслуживанием этой заявки $P_1'' = 1 - e^{-\nu_2 t_{20}}$
- появлением в этот период заявки I $P_1''' = 1 - e^{-\lambda_1 t_{20}}$

Полная вероятность рассматриваемого события будет:

$$P_1 = [1 - e^{-\lambda_2 (t_1 + t_2)}][1 - e^{-\nu_2 t_{20}}][1 - e^{-\lambda_1 t_{20}}] \qquad /7/$$

Этому событию, согласно /5/ соответствует вероятность $S_1(t_{20})$. Полная вероятность / S_1 / отказа системы из-за позднего обслуживания прибора I, вызванного задержкой оператора на приборе 2, определится:

$$S_1 = P_0 S(t_2) + P_1 S(t_{20})$$

или в развернутом виде:

$$S_1 = (1 - e^{-\lambda_1 t_2}) \cdot S(t_2) + [1 - e^{-\lambda_2 (t_1 + t_2)}][1 - e^{-\nu_2 t_{20}}][1 - e^{-\lambda_1 t_{20}}] \cdot S(t_{20}) \qquad /8/$$

Аналогичным методом можно получить формулы для определения рассматриваемой вероятности в случае наличия на приборном пульте 3, 4 и большего числа приборов.

В общем случае для n приборов методом индукции возможно вывести следующую формулу вероятности отказа системы из-за несвоевременного обслуживания прибора I:

$$S_1 = \Psi + \sum_{j=2}^{n} \varphi(j_1 \kappa) \prod_{\alpha = j_1 \kappa}^{n} f(\alpha) + \sum_{j<\kappa<\ell}^{n} \varphi(j, \kappa, \ell) \prod_{\alpha = j, \kappa, \ell}^{n} f(\alpha) + \dots + \sum_{j<\kappa<\dots<n}^{n} \varphi(j, \kappa, \dots n) \prod_{\alpha = j, \kappa, \dots n}^{n} f(\alpha) \qquad /9/$$

где

$$\Psi = [1 - e^{-\lambda_1 \sum_{j=2}^{n} t_j}] \cdot S\left(\sum_{j=2}^{n} t_j\right)$$

$$f(\alpha) = [1 - e^{-\lambda_\alpha \sum_{j=2}^{n} t_j}][1 - e^{-\nu_\alpha t_{\alpha 0}}].$$

$$P(j,k)=\left[1-e^{-\lambda_1\left(\sum_{\alpha_0=j_0}^{k_0} t_{\alpha_0}+\sum_{\substack{\alpha=2\\ \alpha\neq j,k}}^{n} t_\alpha\right)}\right]\cdot S\left(\sum_{\alpha_0=j_0}^{k_0} t_{\alpha_0}+\sum_{\substack{\alpha=2\\ \alpha\neq j,k}}^{n} t_\alpha\right);$$

$$P(j,k,l)=\left[1-e^{-\lambda_1\left(\sum_{\alpha_0=j_0}^{l_0} t_{\alpha_0}+\sum_{\substack{\alpha=2\\ \alpha\neq j,k,l}}^{n} t_\alpha\right)}\right]\cdot S\left(\sum_{\alpha_0=j_0}^{l_0} t_{\alpha_0}+\sum_{\substack{\alpha=2\\ \alpha\neq j,k,l}}^{n} t_\alpha\right);$$

. . . . . .

$$P(j,k,\ldots,n)=\left[1-e^{-\lambda\left(\sum_{\alpha=j_0}^{n_0} t_{\alpha_0}+\sum_{\substack{\alpha=2\\ \alpha\neq j,k,\ldots,n}}^{n} t_\alpha\right)}\right]\cdot S\left(\sum_{\alpha_0=j_0}^{n_0} t_{\alpha_0}+\sum_{\substack{\alpha=2\\ \alpha\neq j,k,\ldots,n}}^{n} t_\alpha\right).$$

Значения S находятся по формуле /5/.

Полученную формулу /9/ можно использовать для определения вероятности несвоевременных действий оператора относительно заявок любого из n приборов. В этом случае для рассматриваемого прибора требуется, кроме указанных данных, знать закономерность изменения значений, поступающих на него возмущений / зависимость аналогичную /2/ /. Присвоив этому прибору индекс I, можно по формуле /8/ или /9/ оценить интересующую нас вероятность.

До сих пор в формулах /6-9/ мы рассматривали временные характеристики деятельности "среднего" оператора. Для более полного анализа системы целесообразно выявить разброс значений $t_1, t_2, \ldots, t_n$, а также $t_{10}, t_{20}, \ldots, t_{n0}$, характерный для большой совокупности операторов. Затем по формуле /9/ определить вероятности отказа системы:

S_1' - для операторов, действующих наиболее быстро,

S_1'' - для наиболее медлительных операторов.

Полученный таким образом диапазон изменения вероятности:

$$S_1'' > S_1 > S_1'$$

позволит более полно охарактеризовать связь временных ограничений оператора с надежностью работы системы.

Представляется также возможность выявить влияние отдельных психологических факторов на указанные временные характеристики деятельности оператора и, по изменению этих характеристик, посредством /9/, оценить воздействие этого фактора на надежность работы системы / с позиции дефицита времени/.

Таким образом, данный подход позволяет давать не только приближенные оценки влияния временных ограничений оператора на надежность работы всей системы, но и осуществлять более глубокий инженерно-психологический анализ воздействия на нее различных психофизиологических факторов, с получением количественных характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

I. ГНЕДЕНКО Б.В. КОВАЛЕНКО И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. Изд-во "Наука", М. 1966.

2. КОТИК М.А. Основы инженерной психологии. Изд. ТГУ, Тарту 1969.

О ЗАВИСИМОСТИ ВРЕМЕНИ РЕАКЦИИ ПРИ СЛЕЖЕНИИ ОТ ЭНТРОПИИ СКОРОСТИ И ИНТЕРВАЛА ВРЕМЕНИ

С.Кучеровская, Г.Суходольский,
И.Тимофеева, Л.Устинова.
/Ленинград/

При одномерном слежении с преследованием периодически изменяется скорость движения цели, и задача человека состоит в том, чтобы, изменяя скорость прицельного приспособления /визира/, как можно точнее совмещать его с целью в течение всего времени движения цели.

Полное время реакции в таких условиях состоит из суммы двух компонентов - латентного и моторного. Латентный компонент - это промежуток времени от момента объективного изменения скорости цели до начала изменения скорости визира человеком. Моторный компонент - это промежуток времени от начала изменения скорости визира до момента, в который эта скорость уравнивается со скоростью цели.

На величину времени реакции оказывают влияние те виды неопределенности, которые имеют место в конкретных условиях слежения. В частности, это неопределенность момента времени, в который происходит изменение скорости цели, и неопределенность значения этой скорости.

Мерой неопределенности момента изменения скорости может служить энтропия, определяемая как логарифм отношения длительности интервала времени между изменениями скорости цели к некоторой "пороговой" величине различения длительностей интервалов времени. Мерой неопределенности величины скорости может служить энтропия, определяемая логарифмом отношения этой величины к "пороговой" величине скорости движения руки с визиром.

Нами экспериментально показано, что латентный компонент времени реакции зависит непосредственно от энтропии интервала времени, а моторный - от энтропии скорости. При этом, в общем виде, обе зависимости удовлетворяют "закону Хика", но в явной форме различны и нуждаются в дополнительном исследовании.

Установлено, что величины латентного и моторного компонентов отрицательно и нелинейно коррелируют. В частности, при тренировке, если одна из энтропий равна нулю, то происходит перераспределение величин латентного и моторного компонентов времени реакции. Тот компонент, для которого энтропия отсутствует, уменьшается, а тот, - для которого энтропия имеется, соответственно увеличивается. В результате этого полное время реакции может оставаться неизменным и даже увеличиваться при одновременном улучшении качества слежения и уменьшении информационной загрузки человека.

Показано, что при нулевой энтропии интервала времени и не нулевой энтропии скорости латентный компонент времени реакции зависит по "закону Пьерона" от величины скорости цели. Наоборот, при нулевой энтропии скорости и не нулевой энтропии интервала времени моторный компонент времени реакции в общем виде по этому же закону зависит от величины интервала времени.

НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОСТЫХ РЕАКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА

ЛЕБЕДЕВ А.Н., ЛУЦКИЙ В.А.
(Москва)

Введение

Результаты предыдущих нейрофизиологических опытов привели нас к гипотезе о нерефлекторном дрейфе пороговых характеристик нейрона (Лебедев, Луцкий, 1968, 1969). Гипотеза позволяет, исходя из небольшого числа предпосылок, об"яснить многие характерные явления в деятельности нервных структур и некоторые простые формы целостного поведения, определяемые этой деятельностью.

Исходное предположение состоит в том, что порог нейрона U, измеряемый разностью между текущим и критическим уровнями поляризации генераторной мембраны, не остается постоянным при отсутствии внешних воздействий, а изменяется во времени в соответствии с уравнением

$$\tau \dot{U} + U - K f[U(t-\tau_0)] = 0 \qquad (I)$$

где τ, K и τ_0 параметры, а $f(x)$ – нелинейная функция запаздывающего аргумента. Параметры и функция имеют ясный физический смысл и могут быть определены экспериментальным путем (Луцкий, Лебедев 1969).

В работе на основе этой модели и общепринятых нейрофизиологических соображений оценивается средняя величина и разброс времени двигательных реакций испытуемых на случайные сигналы. Оценка сравнивается с экспериментальными данными.

I. Поведение элементов в системе и формирование реакции

Упрощенная блок-схема элемента, поведение которого описывается характеристическим уравнением (I) приводится на рис. Ia с обозначениями, принятыми в теории автомати-

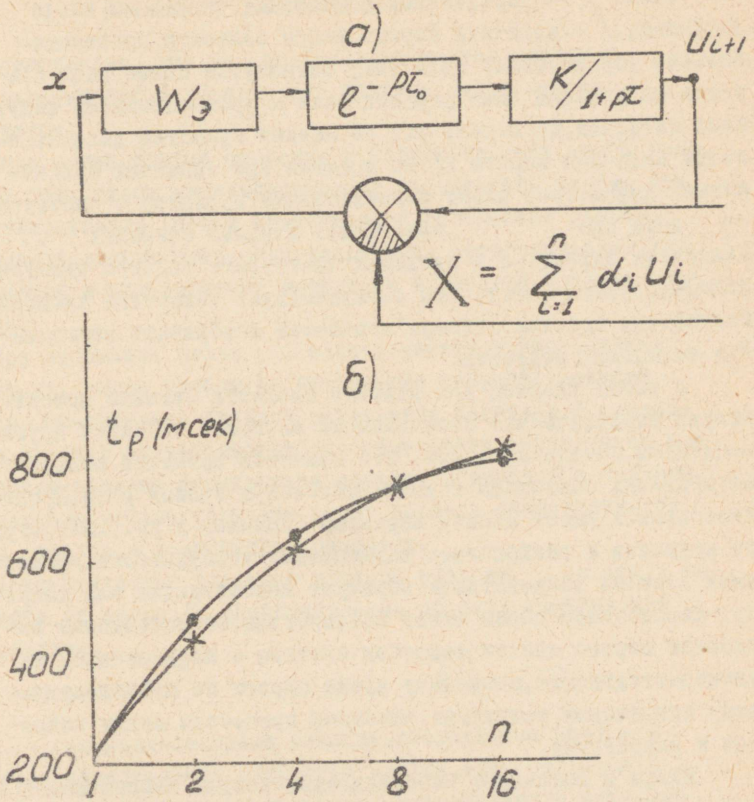


Рис. 1. а) Блок-схема элемента.
X-входной сигнал, $W_э$- звено с нелинейной передаточной функцией $f(x)$, $e^{-p\tau_0}$ - звено запаздывания, $K/_{1+p\tau}$ - Инерционное звено.

б) Зависимость времени выбора (t_p) от числа равновероятных сигналов (n):

-x-x-x- в эксперименте

-•-•-•- теоретическая.

ческого регулирования.

Здесь X - усреднённый сглаженный сигнал на входе элемента, U - величина порога этого элемента, пропорциональная усредненному выходному сигналу. На схеме ради простоты не указаны цепи формирования и преобразования импульсных сигналов, поскольку это не меняет существа дела. Изменение величины порога U во времени при типичных соотношениях параметров имеет колебательный характер с частотой f даже при неизменных входных сигналах. Колебания находятся в пределах частотного спектра электроэнцефалограммы (ЭЭГ), что соответствует известным экспериментальным оценкам спектра колебаний мембранных потенциалов отдельных нейронов.

В любом входном для данного элемента сигнале присутствуют периодические составляющие выходных сигналов других элементов, связанных с ним. Это является причиной взаимного затягивания колебаний группы нейронов в единый ритм. Процесс затягивания имеет цепной характер (Ливанов и др., 1965). Группа нейронов с синхронными колебаниями возбудимости, вызванными внешним воздействием образуют консолидацию или матрицу, формирующую образ этого воздействия. Согласованные колебания порога многих нейронов связаны с поддержанием их жизнедеятельности, поскольку дрейф порога по предварительному заключению результат обменных процессов между нейроном и окружением.

Входя в различные консолидации, каждый нейрон может участвовать в формировании различных образов. Возможное число образов максимально, когда в каждой консолидации участвует около половины элементов из общего числа нейронов с близкими параметрами τ, τ_0 и K, т.е. нейронов со сходными частотными свойствами. По этой причине количество нейронов, принимающих участие в формировании отдельного образа, может быть очень велико, составляя большую часть всего мозга. Тем самым, по-видимому, решается проблема инвариантности образов и подтверждается тезис об эквипотенциальности разнородных мозговых структур.

2. Теоретическая оценка времени простой реакции и реакции выбора.

Естественно, что чем больше альтернатив содержит предъявляемый набор образов, тем большее число матриц формируется.

Если формирование сигналов в нейронной сети мозга происходит так, чтобы минимизировались вероятность ошибки при опознании, сигналы разных консолидаций, отвечающие различным образам, должны быть равноудаленными ортогональными. Для этого может использоваться частотный и фазовый принцип разделения.

При небольшом числе (~ единиц-десятков) альтернатив в условиях, когда требуется наибольшая скорость реакции вероятно преобладает фазовое разделение сигналов в сравнительно широкой полосе частот. По мере роста альтернатив или усложнения образов формируются матрицы колебаний с большим затягиванием частот. Сигналам таких образов свойственны не только фазовые, а и частотные различия.

Математическое ожидание времени реакции t_p (в сек) в зависимости от числа n распознаваемых образов определится соотношением:

$$t_p = t_o + \Delta t \; ; \quad \Delta t = \frac{K_n}{\Delta f(n)} \cdot \frac{n-1}{2n}$$

где t_o – минимальное время реакции, наблюдаемое при $n=1$. Это время определяется скоростью прохождения сигналов в нервной сети и временем совершения двигательного акта. Оно равняется для человека 150–300 мсек, Δt – временная добавка, связанная с различием фаз колебаний в матрицах различных образов, K_n – коэффициент меньше 1, зависящий от формы колебания и отношения амплитуды колебания к амплитуде сигнала элемента, от которого поступают синхронизирующие импульсы. Для простых реакций $K_n \approx 0{,}5 \div 0{,}7$ по нашим оценкам, $\Delta f(n)$ – полоса частот, в которой лежат сигналы нейронов матрицы. При небольшом числе простых альтернатив $\Delta f(n) = 0{,}5 \div 0{,}8$ гц может быть определена из спектральной характеристики сигна-

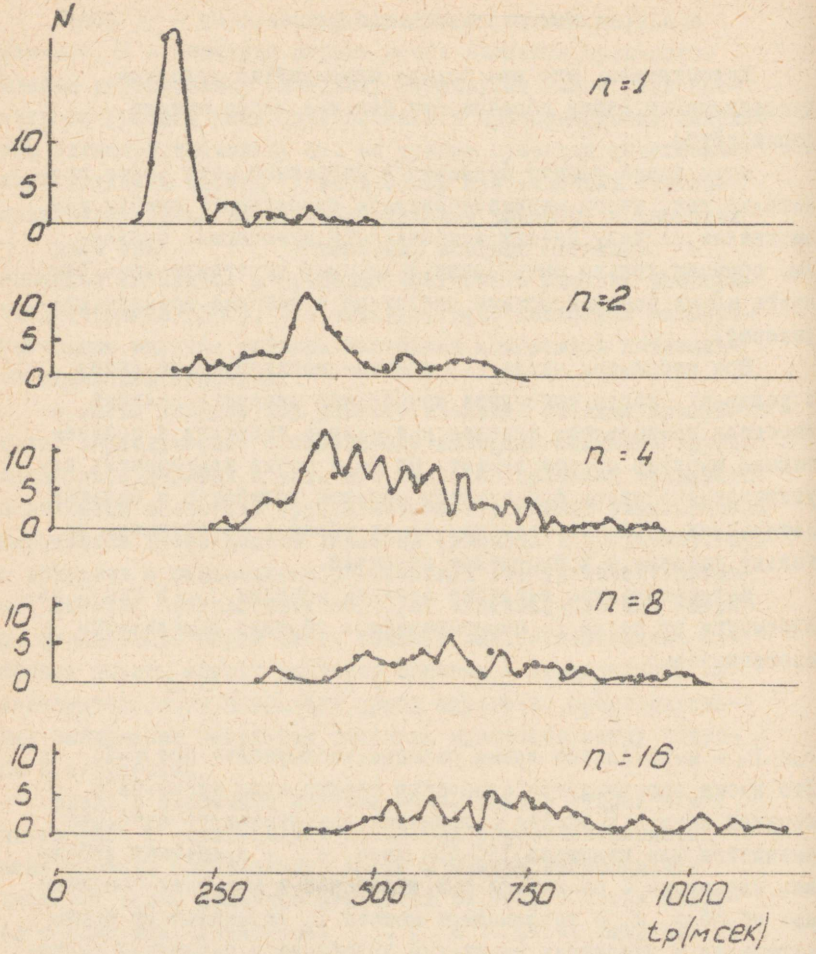


Рис. 2.

Распределение числа реакции (N) по времени выбора (tр) в зависимости от числа равновероятных сигналов (n).

лов мозга. Для сложных образов $\Delta f(n) \sim 0{,}1$гц. Построенная в результате подстановки числовых параметров теоретическая зависимость $t_p(n)$ приведена на рис.1б.

3. Описание эксперимента и сопоставление с результатами расчёта

Гистограммы распределения времени реакций, получен - ные в одном из опытов приведены на рис.2. Измерялся скрытый период двигательной реакции (нажатие на кнопку) в ответ на вспышку. Вспышка длительностью I мсек появлялась на экране осциллографа с промежутками 3-4сек на поле размерами 40х1мм в случайных пунктах поля. Число пунктов (n) составляло от 2 до I6. Чётные пункты маркировались черным, нечётные белым цветом контрольной линии. По заданию испытуемый нажимал как можно скорее одну из двух кнопок, цвет которых соответствовал маркировке. В контроле испытуемый (n =I) нажимал на кнопку независимо от локализации вспышки. Сопоставление результатов расчёта с экспериментом (Рис.Iб) показывает хорошее совпадение.

Выводы:

I. Гипотеза о колебательном характере выходных сигналов нейронов позволяет с хорошей точностью оценить величину и распределение времени реакции выбора и объяснить отклонение от закона Хика в зависимости от числа альтернатив.

2. Исследование модели применительно к проблемам опознавания образов позволит по нашему мнению найти ответы на многие фундаментальные вопросы, связанные с идентификацией образов и памятью.

ВРЕМЯ РЕАКЦИИ И ЗАПОМИНАНИЕ.

А.М.Левинов

Если требуется, чтобы испытуемый на данный сигнал α ответил определенной, например, моторной реакцией, то, при прочих равных условиях, время реакции испытуемого будет существенно зависеть от того, насколько эта реакция сформирована. Иначе говоря, время реакции будет в большой мере зависеть от того, насколько испытуемый запомнил и автоматизировал действия, связанные с реактивным движением.

При выработке комплекса "сигнал-реакция" в нервной системе организуется специальная структура, отвечающая за этот комплекс ([1]). В дальнейшем нервную структуру, которая организуется при предъявлении сигнала α и выполнении соответствующей реакции, будем называть блоком А, соответствующим данному сигналу α .

Очевидно, что для построения блока, оптимальным образом реагирующего на данный сигнал, необходимо затратить некоторое количество энергии, природа которой: нервная, электрическая или химическая - нас в данном случае не интересует.

Пусть для полной организации блока А необходимо затратить энергию, равную М. Вполне вероятно, что возможны блоки различной сложности, однако, для простоты всюду ниже мы будем предполагать, что все блоки имеют одинаковую сложность и, следовательно, требуют для своего построения одинакового количества энергии.

Поскольку энергия на организацию блока поступает в процессе тренировки, то при малом числе упражнений количество полученной энергии может оказаться недостаточным для полного построения блока. Обозначим через Ф то количество энергии, которое действительно пошло на организацию данного блока после некоторого числа упражнений. Очевидно, что при Ф меньшем М блок А полностью сформирован не будет и, следовательно, соответствующий комплекс "сигнал-реакция" не будет работать оптимальным образом. Если же Ф равно или больше М, то блок сформируется полностью и, при прочих равных условиях, время реакции будет

минимальным.

Введем теперь величину Д, которая показывает, сколько еще энергии нужно затратить для организации данного блока, если уже проведена некоторая тренировка. Очевидно,

$$Д = \begin{cases} М - Ф, & \text{если } Ф < М \\ 0, & \text{если } Ф \geqslant М \end{cases} \qquad (1)$$

Чем больше величина Д, тем блок хуже организован, тем большим будет время Т реакции на сигнал, соответствующий этому блоку. Ниже мы рассмотрим выводы, которые получаются из простейшего предположения:

$$Т = \alpha + \beta Д \qquad (2)$$

где α и β – некоторые константы. Формула (2) предполагает, что (при прочих равных условиях) время реакции зависит от степени организации блока и тем меньше, чем лучше организован блок. Для оптимально построенного блока время реакции минимально и в процессе дальнейшей тренировки остается неизменным ([2], [3]).

Пусть при однократном выполнении комплекса "сигнал–реакция" на организацию блока поступает энергия, равная В, определяющая его частичное построение – частичное запоминание соответствующей структуры. Однако, известно, что при отсутствии подкрепления начинается забывание. При этом вначале забывается большая часть запоминаемого материала, а чем дальше, тем забывание слабее ([4]). Иначе говоря, можно предположить, что при отсутствии подкрепления данного сигнал–реактивного комплекса и появлении новых сигналов, отличных от данного, блок начинает разрушаться, причем вначале это разрушение идет интенсивно, а чем дальше, тем оно становится слабее.

Если предположить, что после сигнала a появляются сигналы

$$a_1, a_2, \ldots, a_k \qquad (3)$$

отличные от a, то они будут действовать как шум, разрушающий блок А. Мы будем считать (и это, как выше уже было сказано, соответствует экспериментальным данным), что разрушение блока А под воздействием каждого из сигналов (3) и реакций на них тем слабее, чем дальше от a в последовательности (3) находится этот сигнал. Мы будем предполагать, что эта зависимость обрат-

но пропорциональна, то есть энергию разрушения блока А сигналом a_1 (появившимся сразу следом за a) примем равной п, от следующего сигнала a_2 – равной $п/2$, ... , энергию разрушения от сигнала $a_к$ примем равной $п/к$, где п – некоторая энергетическая постоянная.

Таким образом, если после сигнала a идет последовательность отличных от него сигналов (3), то после последнего из этих сигналов и выполнения реакций сохранится лишь часть блока А, которая соответствует энергии Е построения блока, где

$$E = B - п\left(1 + \frac{1}{2} + \ldots + \frac{1}{к}\right) \qquad (4)$$

Известно, что для достаточно больших к имеет место соотношение

$$1 + \frac{1}{2} + \ldots + \frac{1}{к} = C + \ln к \qquad (5)$$

где С – некоторая константа (см., напр., [5], стр.20). В силу (5) формула (4) примет вид:

$$E = B - п\,(C + \ln к) \qquad (6)$$

Теперь предположим, что от испытуемого требуются реакции на сигналы

$$a_1, a_2, \ldots, a_n \qquad (7)$$

предъявляемые соответственно с частотами

$$q_1, q_2, \ldots, q_n \qquad (8)$$

Обозначим через N суммарное число предъявлений всех сигналов (7). Тогда среднее число предъявлений $б_р$ некоторого сигнала $a_р$ из совокупности (7) можно найти по формуле

$$б_р = N q_р \qquad (9)$$

где $q_р$ – частота предъявлений сигнала $a_р$.

С другой стороны, среднее "расстояние" $к_р$ между двумя последовательными предъявлениями этого сигнала будет обратно пропорционально частоте его предъявлений, то есть

$$к_р = \frac{1}{q_р} \qquad (10)$$

(При этом мы всегда предполагаем, что "расстояния" $к_р$ достаточно велики, так как иначе формула (5) дает слишком грубую оценку).

Легко видеть, что после N -кратного предъявления сигналов из множества (7) и выполнения отвечающих им реакций, величина энергии Φ_p, которая пойдет на построение блока A_p (соответствующего сигналу ω_p) будет определяться числом σ_p предъявлений сигнала, и ее можно найти из соотношения

$$\Phi_p = E_p \sigma_p \qquad (11)$$

(где E_p получается из формулы (6) при $k = k_p$).

Пользуясь (6), (9) и (10), мы из (11) находим:

$$\Phi_p = N B q_p - N n q_p (C - \ln q_p) \qquad (12)$$

В силу нашего предположения (2) время T_p реакции на сигнал будет определяться соотношением

$$T_p = \alpha + \beta \Delta_p = \alpha + \beta (M - \Phi_p) \qquad (13)$$

Найдем теперь среднее время реакции T_{cp} для всех сигналов (7). Его можно определить по формуле

$$T_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{p=1}^{n} T_p \qquad (14)$$

Пользуясь теперь тем, что сумма частот (8) равна единице, то есть

$$\sum q_p = 1$$

мы, подставляя (13) в (14), получаем:

$$T_{cp} = \alpha + \beta M + \frac{1}{n} \beta N (nC - B) - \frac{1}{n} \beta N n \sum q_p \ln q_p \qquad (15)$$

Если обозначить

$$\gamma = \alpha + \beta M + \frac{1}{n} \beta N (nC - B) \qquad (16)$$

$$\delta = -\frac{1}{n} \beta N n \qquad (17)$$

то формула (15) примет вид:

$$T_{cp} = \gamma + \delta \sum q_p \ln q_p \qquad (18)$$

на которой основывается весь так называемый "информационный" подход к проблеме узнавания. Из всего сделанного выше с очевидностью следует, что к теории информации эта формула может не иметь никакого отношения, кроме внешнего сходства. Но тогда и весь "информационный" подход к проблеме узнавания и описания скорости реакции на некоторый набор сигналов становится по меньшей мере, весьма сомнительным.

В заключение отметим, что величины γ и δ, как это следует из (I6) и (I7), не являются постоянными. Даже в экспериментах с одними и теми же сигналами и реакциями они существенно зависят от числа N предъявлений сигналов (7). Легко видеть, что при продолжительной тренировке испытуемого перед экспериментом и кратковременном характере самого эксперимента относительное изменение величины N будет незначительным и, следовательно, изменение значений γ и δ может остаться незамеченным (в большинстве случаев из-за того, что это изменение меньше ошибки эксперимента).

Если же проводить эксперименты с одним и тем же набором сигналов и реакций, но для сильно отличающихся значений N, то, соответственно, величины γ и δ получатся существенно различными.

Это различие между величинами γ и δ в разных экспериментах может стать еще большим, если пользоваться различными наборами сигналов и реакций, поскольку в этом случае могут различаться между собой и другие константы, входящие в (I6) и (I7).

Возможно, именно этим обстоятельством объясняется тот факт, что попытка экспериментальным путем найти значения γ и δ оказалась неудачной, поскольку разные экспериментаторы пришли в своих опытах к существенно отличающимся друг от дрга значениям этих величин ([6]).

К сожалению, более подробный и опирающийся на опытные данные анализ характера изменения параметров γ и δ оказывается весьма затруднительным, поскольку, как мы уже отмечали в [7], большинство экспериментаторов не указывает в своих работах количества предъявлений сигналов (то есть степень тренированности испытуемых), что является весьма существенным фактором в экспериментах подобного рода.

ЛИТЕРАТУРА.

I). П.К.Анохин. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. Изд. "Медицина", М., I968.

2). Mowbray G.H., and Rhoades M.V. On the reduction of choice reaction times with practice. Quart. J. Exp. Ps chol., 1959, 11, 16-23.

3). Н.В.Туркина. Исследование опознания букв зрительной системой. Сб. "Механизмы опознания зрительных образов", изд. "Наука", Л., 1967.

4). Р.Вудвортс. Экспериментальная психология. Изд. "Иностр. литер.", М., 1950.

5). Г.М.Фихтенгольц. Основы математического анализа, т.2. Изд. "Наука", М., 1968.

6). А.Н.Леонтьев, Е.П.Кринчик. Переработка информации человеком в ситуации выбора. Сб. "Инженерная психология", изд. МГУ, 1964.

7). А.М.Левинов. Время узнавания: информация или обучение?. "Вестник научной мысли", 7, 1969.

ОБ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ, ВОЗРАСТНЫХ И ПОЛОВЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ВРЕМЕНИ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА.

В.П.ЛИСЕНКОВА

Ленинград.

У 70 испытуемых в возрасте от 17 до 20 лет исследовались индивидуальные особенности простой сенсомоторной, натуральной, дизъюнктивной реакции и реакции на движущийся объект. Проведено более 500 опытов. Кроме того, интересно было проследить как соотносятся между собой временные характеристики всех перечисленных выше реакций.

Анализ экспериментальных данных в плане индивидуальных различий показал, что разброс индивидуальных различий по группе в целом достаточно велик. Так среднее время простой сенсомоторной реакции колеблется у испытуемых этой группы от 0,27 до 0,50 сек. Среднее время натуральной реакции находится в пределах 0,32–0,72 сек. Среднее минимальное время дизъюнктивной реакции равно 0,43 сек, а среднее максимальное время 0,86 сек. Величина индекса индивидуальной тенденции в реакциях на движущийся объект у испытуемых этой группы колеблется от 0,32 до 4,80 сек.

Корреляционный анализ полученных данных указывает на существование положительных статистически значимых корреляционных связей внутри простых сенсомоторных и дизъюнктивных реакций.

Так, латентный период простой сенсомоторной реакции с предупредительным сигналом и инструкцией реагировать как можно быстрее положительно коррелирует с латентным периодом натуральной реакции (ζ =0,42, $P < 0,01$). Большему латентному периоду простой сенсомоторной реакции с инструкцией реагировать как можно быстрее соответствует и больший латентный период натуральной реакции.

Общее время простой реакции положительно коррелирует с общим временем натуральной реакции (ζ =0,32; $P < 0,05$). Общее время простой сенсомоторной реакции положительно коррелирует и с общим временем дизъюнктивной реакции (ζ =0,37; $P < 0,05$). (См.табл.интеркорреляций). Это означает, чем боль-

Таблица интеркорреляций по группе I7-20 лет (70 человек)

№№ пп:	Показатели	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
I.	Латентный период простой сенсомоторной реакции	-	•								
2.	Моторный компонент простой сенсомоторной реакции	II	-								
3.	Время простой сенсомоторной реакции	64	8I	-							
4.	Латентный период натуральной реакции	42	09	28	-						
5.	Моторный компонент натуральной реакции	0I	3I	25	I5	-					
6.	Время натуральной реакции	22	26	32	6I	87	-				
7.	Латентный период дизъюнктивной реакции	I9	I3	20	2I	-07	03	-			
8.	Моторный компонент дизъюнктивной реакции	I6	28	30	23	25	32	-0I	-		
9.	Время дизъюнктивной реакции	25	32	37	3I	I7	23	6I	74	-	
I0.	Реакция на движущийся объект (соотношение запаздывающих и преждевременных реакций)	I9	0I	I0	I7	07	I2	-0I	02	-	

Примечание: нули и запятые перед величиной коэффициента корреляции опущены.

ше время простой сенсомоторной реакции, тем больше время натуральной и дизъюнктивной реакций.

Временные характеристики реакций на движущийся объект ни с одним из перечисленных показателей значимых корреляционных связей не имеют (См.табл.интеркорреляций).

При анализе данных раздельно по мужской и женской группам каких-либо половых различий по средним арифметическим обнаружить не удалось. По женской и мужской группам средние арифметические имеют почти одинаковую величину. Различия средних по критерию t статистически незначимы.

Для выяснения возрастных особенностей исследовались временные характеристики простой сенсомоторной, натуральной, дизъюнктивной реакций и реакции на движущийся объект у детей дошкольного и школьного возраста. На 30 детях в возрасте шести лет проведено около 300 опытов.

Анализ экспериментальных данных показал, что величина среднего времени и индивидуальный разброс среднего времени простой сенсомоторной, натуральной, дизъюнктивной реакции и реакции на движущийся объект мало чем отличается от средних данных, полученных на группе испытуемых 17-20 лет.

Среднее время простой сенсомоторной реакции по группе дошкольников колеблется от 0,27 до 0,62 сек., натуральной реакции - от 0,31 до 0,69 сек. Среднее время дизъюнктивной реакции лежит в пределах 0,42-0,71 сек. Минимальная величина индекса индивидуальной тенденции реакций на движущийся объект в группе дошкольников равна 0,58 сек., а максимальная - 4,43 сек. Корреляционный анализ внутренних связей различного рода исследуемых реакций указывает на существование уже в дошкольном возрасте достаточно тесных положительных корреляционных связей между временем простой сенсомоторной и натуральной реакцией (r =0,75), между величиной натуральной и дизъюнктивной реакций (r =0,43). См.табл.интеркорреляций.

Временные характеристики реакций на движущийся объект в группе дошкольного возраста значимо не коррелируют с временными характеристиками ни простых сенсомоторных, ни дизъюнктивных реакций.

Таблица интеркорреляций по группе дошкольников (30 человек)

№№ пп	Показатели	I	2	3	4	5	6	7	8	9	IO
I.	Индекс индивидуальной тенденции в РДО	-									
2.	Общее время простой сенсомоторной реакции	0,5	-								
3.	Латентный период простой сенсомоторной реакции	OI	76	-							
4.	Моторный компонент простой сенсомоторной реакции	07	92	45	-						
5.	Общее время натуральной реакции	I2	75	66	66	-					
6.	Латентный период натуральной реакции	03	55	76	3I	70	-				
7.	Моторный компонент натуральной реакции	I2	65	39	68	88	32	-			
8.	Общее время дизъюнктивной реакции	27	27	30	I9	43	37	35	-		
9.	Латентный период дизъюнктивной реакции	34	I6	45	-04	29	42	IO	69	-	
IO.	Моторный компонент дизъюнктивной реакции	04	24	-07	37	30	06	39	66	-06	-

Примечание: нули и запятые перед величиной коэффициента корреляции опущены.

Половые различия по критерию t в группе дошкольников статистически не значимы. Кроме того, временные особенности простой сенсомоторной и дизъюнктивной реакций и реакций на движущийся объект исследовались на 40 детях школьного возраста (9-10 лет). Проведено более 350 опытов.

Обнаружено, что величина среднего времени реакций и индивидуальный разброс по группе школьного возраста больше, чем в группе 17-20 летних испытуемых и гораздо больше, чем в группе испытуемых дошкольного возраста. Среднее время простой сенсомоторной реакции в группе школьников колеблется от 0,38 до 0,92 сек., натуральной реакции - от 0,54 до 1,18 сек. Среднее время дизъюнктивной реакции лежит в пределах 0,51-1,14 сек. Минимальная и максимальная величины индекса индивидуальной тенденции реакций на движущийся объект в группе школьников достаточно близки. Минимальная величина равна 0,64, максимальная 0,93.

В результате корреляционного анализа в группе школьного возраста обнаружена достаточно тесная связь временных характеристик простой сенсомоторной и натуральной реакции (r=0,59 $P<$ 0,01), простой сенсомоторной и натуральной реакции (r=0,55; $P<$ 0,01), натуральной и дизъюнктивной реакции (r=0,51; $P<$0,01).

Обнаружена также в группе школьников значимая положительная корреляционная связь особенностей индивидуальной тенденции, проявляющейся в реакциях на движущийся объект, с величиной латентного периода дизъюнктивной реакции (r=0,42; $P<$ 0,01). Смысл этой корреляции в том, что чем больше величина латентного периода дизъюнктивной реакции, тем больше запаздывание в реакциях на движущийся объект. См.табл.интеркорреляций. Половые различия по критерию t в группе школьников статистически незначимы.

Таблица интеркорреляций по группе школьников 9-10 лет (40 человек)

№№ пп	Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Индекс индивидуальной тенденции в РДО	-									
2.	Общее время простой сенсомоторной реакции	-0,1	-								
3.	Латентный период простой сенсомоторной реакции	-0,1	59	-							
4.	Моторный компонент простой сенсомоторной реакции	-13	87	28	-						
5.	Общее время натуральной реакции	-01	59	39	45	-					
6.	Латентный период натуральной реакции	-06	24	19	04	57	-				
7.	Моторный компонент натуральной реакции	-10	33	31	29	67	32	-			
8.	Общее время дизъюнктивной реакции	-04	55	18	44	51	28	15	-		
9.	Латентный период дизъюнктивной реакции	42	-01	18	-19	02	26	-10	21	-	
10.	Моторный компонент дизъюнктивной реакции	-15	50	-16	50	52	13	25	85	19	-

Примечание: нули и запятые перед величиной коэффициента корреляции опущены.

О СКОРОСТИ ИЗБИРАТЕЛЬНОГО ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ

В.Я.Ляудис, Е.В.Землянская

Харьков

Изучение скорости реакций, связанных с высшими формами умственной деятельности, составляет важный предмет в цикле исследований специфики человеческого поведения. Трудность исследований скорости таких реакций заключается в необходимости учитывать качественное своеобразие прошлого опыта, - ту динамику форм предметной ориентировочной деятельности, которая, в конечном счете, определяет в актуальной ситуации скорость реакции. В этой связи представляет интерес изучение скорости избирательного воспроизведения.

Под избирательным воспроизведением мы понимаем способность человека актуализировать полученную информацию по любому инвариантному признаку в соответствии с варьирующими задачами деятельности. Скорость избирательного воспроизведения - такой показатель, который изменяется по мере усвоения человеком логических способов переработки определенной информации и становится оптимальным в связи с социальными требованиями использования соответствующей информации в разнообразных ситуациях деятельности и общения. В силу отмеченной зависимости скорость избирательного воспроизведения может служить определенным критерием эффективности продуктивной деятельности, характерной для человека.

Рассмотрим экспериментальные данные, подтверждающие указанные положения. Прежде всего обратимся к фактам, раскрывающим зависимость скорости избирательного воспроизведения от условий формирования модели объекта на разных уровнях переработки информации. Следует обратить внимание на то обстоятельство, что избирательное воспроизведение не является функцией любой переработки информации человеком. Далеко не всякая умственная модель объекта может быть актуализирована по разнообразным критериям. Широко известен в практике обучения и в повседневной жизни факт, когда человек воспроизводит полностью и точно всю полученную информацию, но не может актуализировать ту же информацию по иному критерию или припомнить ее отдельные элементы

в ином порядке, чем первоначально усвоенный. Поэтому следует говорить об определенном уровне преобразования информации, который позволяет человеку принять задачу избирательного воспроизведения и выполнять ее без длительного перебора всей полученной информации.

Опыты показали, что оптимальная скорость избирательного воспроизведения достигается в ситуации, где человек с помощью практических и вербальных действий обнаруживает и учитывает вероятностную структуру информации, относящейся к определенному алфавиту./I/ Изменение скорости избирательного воспроизведения мы фиксировали в процессе формирования способов логической переработки определенной информации у взрослых испытуемых. Испытуемые специально обучались классифицировать фигуры, имеющие несколько признаков и отобранные из нового для них алфавита. До обучения и на разных этапах обучения они получали задание запоминать ряды фигур, группируя их по определенным критериям. После окончательного запоминания ряда проверялась скорость избирательного воспроизведения элементов ряда по двум критериям - основному и дополнительному. За основной критерий принимались те признаки фигур, с помощью которых выделялись группы элементов ряда. К дополнительному критерию относились все остальные признаки, служившие дифференциации элементов внутри групп. Для оценки реальных изменений скорости воспроизведения и исходя из того, что время - величина, обратная скорости, мы учитывали, во-первых, абсолютные величины времени припоминания элемента по разным критериям, и во-вторых, отношение этих величин. Мы считали, что оптимальная скорость избирательного воспроизведения достигнута, если время воспроизведения элемента по основному критерию равнялось времени исполнительной реакции (в нашем случае - времени словесного обозначения фигуры со всеми ее признаками), а латентный период припоминания элемента по дополнительному критерию не превышал более чем вдвое времени исполнительного действия.

У необученных испытуемых после запоминания ряда фигур отмечалось следующее отношение времени воспроизведения элементов по основным и дополнительным критериям (в сек.): 3,6 : 12,9. В результате освоения определенного способа группировки фигур скорость припоминания по каждому критерию возросла, а разница

показателей между критериями уменьшилась таким образом, что можно было говорить об уравнивании скорости воспроизведения по двум критериям: I,0 : I,I.

Та же тенденция в изменении скорости избирательного воспроизведения наблюдалась в другой серии экспериментов у испытуемых, обучавшихся классифицировать элементы того же алфавита в процессе стихийной тренировки. /2/ После тренировки отношение времени воспроизведения по двум критериям здесь также изменилось: I,5 : 3,8. Наблюдалось сходное с полученным в первом эксперименте уменьшение каждого из показателей. Помимо этого оказалось, что при переходе испытуемых к иному неосвоенному ранее способу группировки ряда фигур, скорость избирательного воспроизведения элементов уменьшалась и вновь появлялась существенная разница показателей времени припоминания между двумя критериями. Этот факт свидетельствовал о том, что увеличение скорости избирательного воспроизведения обеспечивалось переработкой полученной информации на основе освоения к о н к р е т н о г о с п о с о б а группировки элементов данного алфавита.

В специально проведенной серии опытов сравнивалась скорость избирательного воспроизведения в двух группах испытуемых, различавшихся степенью освоенности одного и того же способа группировки элементов алфавита. Всем испытуемым для запоминания предъявлялся один и тот же ряд фигур. Каждая из фигур отличалась от других по 4 признакам (форма, цвет, величина, буква). Один из признаков - буква - служил основой группировки ряда фигур. В соответствии с этим критерием все испытуемые образовывали при запоминании ряда четыре группы фигур (с буквами А,а, Б,б). Испытуемые первой группы (необученные) впервые сталкивались с этим способом группировки фигур. Испытуемые второй группы (обученные) предварительно осваивали группировку фигур по критерию, использованному в данном опыте. В таблице I указаны показатели времени избирательного воспроизведения, четко различающиеся для обеих групп испытуемых.

Различие показателей (оцененное по критерию Стьюдента), оказалось значимым для дополнительного критерия. При большем числе испытуемых различие между показателями по основному кри-

Таблица I

Группы испытуемых	Время воспроизведения (в сек.)	
	Основной критерий	Дополнительный критерий
Необученные	2,96	9,64
Обученные	I,58	3,82

терию также может быть значимым. Мы беремся это утверждать на основе ряда данных, полученных в других сериях опыта. Важным фактом здесь является не только значимость различий между группами по дополнительному критерию, но и то обстоятельство, что разница времени воспроизведения по двум критериям в группе обученных испытуемых значительно ниже той же разницы для группы необученных испытуемых. Эти факты свидетельствуют о прямой зависимости скорости избирательного воспроизведения от уровня освоенности определенного способа преобразования информации. Экспериментальный анализ указанных фактов /3/ показал, что оптимальная скорость избирательного воспроизведения достигается человеком потому, что он научается учитывать частоту распределения признаков алфавита в конкретном ряду и сочетания значений признаков. Умственная модель объекта, построенная на основе такого учета вероятностной структуры предъявленной информации, обладает неограниченными возможностями избирательного использования.

Такой показатель, как скорость избирательного воспроизведения заслуживает значительно большего внимания, чем то, которое ему до сих пор уделялось. Обычно этот показатель используется эмпирически, в практике обучения, не становясь однако точной количественной мерой процесса формирования и использования знаний. Полученные нами данные говорят о том, что рассмотренные показатели скорости избирательного воспроизведения могут служить достаточно точным и высоко чувствительным критерием освоенности способов умственной деятельности. Такой критерий можно также применять для прогнозирования возможностей оптимального использования усвоенной человеком информации в предстоящей деятельности.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. В.Я.Ляудис — Строение процесса запоминания. Сб. "Проблемы психологии памяти", Изд-во Харьковского университета, Харьков, 1969.

2. В.Я.Ляудис, Е.В.Земляинская — Зависимость воспроизведения от условий формирования умственной модели объекта. Вестник ХГУ, выпуск 30, Изд-во Харьковского университета, 1969.

3. В.Я.Ляудис, Е.В.Земляинская — Регуляция процесса воспроизведения. В печати.

К ПОСТАНОВКЕ ВОПРОСА О РОЛИ АДАПТАЦИИ ЗРЕНИЯ В РЕАКЦИЯХ НА СВЕТОВОЙ СТИМУЛ

С.А.Михайлов

(Новосибирск)

Укорочение времени простой зрительно-двигательной реакции (ВР) при увеличении интенсивности раздражителя является фундаментальным фактом экспериментальной психологии. В настоящее время это явление получило об"яснение с позиций общефизиологического закона силы (Е.И.Бойко,1961), согласно которому, чем больше энергии поступает в нервную систему от раздражителя, тем быстрее протекают процессы во всех ее звеньях и тем больше эффект (И.П. Павлов,1949). В приведенной формулировке закон справедлив только для постоянных условий адаптации.Кроме того, проявление закона силы регламентируется действием закона относительной лабильности (Е.Н. Введенский,1952), который ставит эффект раздражения в зависимость от состояния нервной ткани.

Материалы исследования нижнего порога зрения говорят о том, что физиологическая сила раздражителя является, скорее всего, функцией его интенсивности, измеренной в единицах порога, а не в абсолютных физических величинах. Следовательно,темновая адаптация глаза, во много раз понижающая порог световой чуствительности, должна привести к пропорциональному увеличению физиологической силы неизменного по интенсивности раздражителя. Действительно, Хартлайн получил увеличение пачки импульсов в одиночном волокне зрительного нерва подковообразного краба в ответ на неизменный стимул по мере углубления темновой адаптации глаза (по Г.Бартли,1963).

С увеличением физиологической силы раздражителя связывают обычно и результаты опытов Ховленда (Е.И.Бойко,1964). Адаптируя глаз к свету от 2000 до 500 лк и к темноте,Ховленд получил укорочение ВР на постоянный раздражитель яркостью 2700 лк к белому при снижении адаптирующей яркости. Разница во ВР при переходе от адаптации 2000 лк к 500 лк составила 14 мсек (причем на 1600 лк разница уже была в 8 мсек и в дальнейшем сокра-

щалась более медленно), а при переходе от 500 лк к полной темноте эта разница составила всего 9 мсек. Световая чувствительность же при переходе от 2000 лк к 500 лк повышается незначительно, тогда как при переходе к темноте происходит резкое ее повышение уже в течение 2-3 минут адаптации. Если сравнить данные о изменении чувствительности с результатами Ховленда, то прямая интерпретация их с позиции закона силы не покажется такой очевидной.

Исследования Т.Н. Ушаковой (1958) показали, что в темноте, по сравнению с адаптацией к 0,5 лк, ВР укорачивается на стимул неизменной интенсивности только при его локализации на периферии (20 и 30° кнаружи по горизонтальному меридиану). Для центрального же стимула в темноте ВР даже удлиняется. Применявшийся стимул имел интенсивность, скорее всего, порядка 1 лк. Последующие, более продолжительные, опыты показали, что даже для периферического стимула проследить закономерное укорочение ВР в ходе темновой адаптации не удается.

Анализ осциллограмм Хартлайна, приводимых Г.Бартли (1963), показывает, что увеличение числа разрядов в волокне зрительного нерва Limulus в ходе темновой адаптации не сопровождается каким-либо заметным уменьшением их скрытого периода. Механизм этого явления не совсем понятен, но сам по себе факт очень интересен. Причина его возможно лежит в снижении чувствительности нервной ткани. Результаты экспериментов С.В. Кравкова (1950) и, приводимые им данные Бронштейна, Зимкина и Лебединского говорят о снижении электрической чуствительности нервных приборов зрительного анализатора у человека в условиях темновой адаптации. Во всяком случае результаты Ховленда вряд ли связаны с уменьшением времени зрительного процесса в результате повышения физиологической силы раздражителя. Скорее всего дело в другом. В материалах Ховленда обращает на себя внимание близость яркостей сигнала и адаптирующего поля при максимальном освещении. Коэффициент контраста равен 0,2. При снижении яркости фона контраст увеличивается, достигая в полной темноте значения 1,0, а ВР, как мы видели, сокращается. Но зависимость ВР от величины контраста есть такой же несомненный факт, как и зависимость его от интенсивности стимула. Эта зависимость

проявляется даже тогда, когда исключаются адаптационные влия - ния, например, при тахистокопическом пред"явлении (М.Н. Чухрий 1959). Очевидно, влияние контраста, а не что иное, и наблюдается в опытах Ховленда.

При каких же условиях следует ожидать минимального вре - мени разворачивания зрительного процесса? Риггс и Грэхем обнаружили укорочение латентного периода реакции нервного волокна омматидия подковообразного краба на пороговую (для получения фиксированного ответа в частоте импульсов) засветку (ΔI) при увеличении адаптирующей яркости (I). Этот результат нельзя интерпретировать, как влияние интенсивности засветки независимо от адаптирующей яркости, поскольку эффект обнаруживает динамику во времени при адаптации к яркости. Наиболее стабильный во времени результат получается при использовании высоких интенсивностей

В описанном эффекте частота разрядов оказывается прямо связанной с латентным периодом ответа, Согласно С.В. Кравкову (1950), критическая частота слияния световых мельканий по мере пребывания глаза в темноте повышается для периферии и снижается для центра. Другими словами,лабильность центрального зрения в темноте снижается; на свету она, напротив, повышается. Критическая частота увеличивается с увеличением интенсивности мигающего света. Однако проведенные аналогии еще не дают права для выводов о зависимости латентности зрительной функции от условий адаптации.

Величиной, прямо связанной с временем нарастания зрительного ощущения, является "время инерции зрения". Исследования А.В. Луизова (1961) убедительно свидетельствуют об уменьшении времени инерции зрения с 200 до 50 мсек при увеличении адаптирующей яркости от 0(полная темноте) до 200-300 лк на белое. Величина 50 мсек. является предельной для условий диффузной засветки сетчатки; дальнейшее увеличение яркости адаптирующего поля не приводит к ее уменьшению.

Проведенный анализ со всей очевидностью свидетельствует, на наш взгляд, о сокращении времени сенсорного процесса в светлоадаптированном глазу (по крайней мере для центрального зрения). Следовательно, можно ожидать, что при прочих равных

условиях ВР на свет окажется минимальным при адаптации к яркости не менее 200 лк на белое.

Проведение экспериментов по измерению ВР в условиях адаптации к яркости 200 лк на белое (не менее) потребует соответствующего увеличения интенсивности стимула.

В.Б. Вальцев, работая на сетчатке лягушки, установил,что засветка непрерывным светом никак не сказывается в реакции ЭРГ на прерывистый свет, если отношение яркостей не менее I:50.Не имея аналогичных данных для глаза человека, воспользуемся этой величиной для ориентировки. Необходимая яркость стимула получается I0000 лк на белое; контраст его с фоном составит 0,98. Площадь стимула должна быть не менее 2^0 при жесткой фиксации взора, и не менее 5^0 при свободной фиксации. Предполагается, что площадь стимула не менее указанных размеров уже не будет оказывать влияние на скорость и величину (что менее обосновано) сенсорного ответа. Форма светового сигнала должна быть прямоугольной или, по крайней мере, имеющей фронт нарастания не более I0 мсек. Время полной суммации для раздражителей такой интенсивности будет около 50 мсек, однако выключение стимула до завершения реакции нежелательно, поскольку влияние эффекта прекращения на ВР неоднозначно. Восстановление уровня адаптации после засветки должно завершаться за время не более 25 сек (И.А.Пеймер,I968) - это необходимый промежуток времени перед повторным раздражением.

В заключение отметим, что адаптация к яркости 200 лк на белое позволит вести эксперименты с темными об"ектами на светлом фоне и цветными об"ектами не меняя условий освещения, что является важным для получения сравнимых результатов. Предлагаемые условия адаптации обеспечивают стабилизацию почти всех показателей функционального состояния зрительного анализатора, при достаточно высоком уровне функции (С.В.Кравков,I950).

ОБ ОПТИМИЗАЦИИ УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ БАЗОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ВРЕМЕНИ ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНЫХ РЕАКЦИЙ

С.А. Михайлов, В.С. Сильфенко
(Новосибирск)

Исследование зависимости времени простой сенсомоторной реакции (ВР) от действия разнообразных факторов, также как использование его в качестве показателя функционального состояния нервной системы, требует получения базовых значений времени реагирования. Условия проведения базовых измерений должны обеспечить устойчивые однородные результаты, не отягощённые влиянием неконтролируемых переменных. Выбор условий является ответственным этапом, поскольку ВР обнаруживает зависимость от одних факторов только при наличии других и не обнаруживает в их отсутствии. Характерным примером этого является исследование У.М. Сийманна(1968), в котором с помощью факторного анализа было показано групповое влияние некоторых характеристик сигнала и условий опыта на ВР. В связи с этим назрела насущная необходимость определения оптимальных условий проведения базовых измерений ВР, результаты которых могли бы стать отправным пунктом всестороннего изучения ВР в инженерной психологии, психологии труда и промышленной гигиене.

На наш взгляд, критерием оптимальности выбранных условий может служить близость полученных значений ВР к несократимому минимуму, которая вместе с тем должна обеспечить и малую вариативность результатов(И.Е. Цибулевский, 1962). Руководствуясь этим тезисом, попробуем определить основные параметры экспериментальной ситуации, которые должны обеспечить высокую скорость и устойчивость реакций. Здесь будут рассматриваться только зрительно-моторные реакции, как наиболее часто встречающиеся в практической деятельности человека.

Вопросы подбора испытуемых, их подготовка к эксперименту и влияние на ВР половых и возрастных различий, конституции и типа ВНД, рода основной деятельности испытуемого и личностных факторов- не рассматриваются. Не рассматривается также влияние экстремальных факторов и фармакологических воздействий..

Характеристика поля адаптации. В сообщении одного из авторов (С.А. Михайлов, настоящий сборник) обосновывается при измерении времени зрительно-двигательных реакций применение световой адаптации к яркости порядка 200 лк на белое. Лучше всего, если адаптирующим полем будет служить экран, на котором пред"является раздражитель. Это должно быть белое, матовое поле с коэффициентом отражения около 0,8, но не меньше 0,6. Необходимая для адаптации яркость экрана обеспечивается за счёт светильников общего освещения. Экран должен занимать не менее 60° в центральном поле зрения. Этого обычно достаточно, чтобы непроизвольное перемещение взора не сказывалось на адаптацию. Коэффициенты отражения предметов, попадающих в поле зрения одновременно с экраном, следует подобрать таким образом, чтобы соотношение яркостей было не менее 0,6. По данным Э.Л. Котовой (1968) такое соотношение является оптимальным среди прочих показателей и по времени сенсомоторных реакций. Это соотношение приводит к наименьшему утомлению зрения в процессе работы, что также важно для нормального течения эксперимента. Доводить коэффициент перепада яркостей до величин близких единице- нерационально, т.к. это в ходе опыта может привести к отрицательному эффекту из-за монотонности.

Важно обеспечить равномерную засветку экрана, так чтобы яркость во всех участках была одинакова. Неравномерность яркости экрана, на котором пред"является пусковой стимул, как показали эксперименты В.Г. Асеева (1969), может привести к удлинению ВР.

Засветку экрана лучше производить люминисцентными потолочными светильниками, расположенными так, чтобы свет от них падал на экран под углом, возможно близким к прямому. Недавние исследования с использованием электрофизиологических показателей (Ф.М. Черниловская и И.М. Великсон, 1968), вновь подтвердили преимущество люминисцентного освещения перед лампами накаливания, отмеченное ранее в работах С.В. Кравкова с сотрудниками (обзор см. у С.В. Кравкова, 1950). Особенно благоприятны лампы белого света(ЛБ). Их преимущество перед лампами дневного света (ЛД) не сказывается прямо на времени реакции, но по показателям лабильности и возбудимости зрительного анализатора они выходят на

первое место (Ф.М. Черниловская, 1968). Засветка лампами ЛБ способствует различению цветов и снижает цветовое утомление.

Последним параметром поля адаптации, на котором необходимо остановиться - это блёскость. Её отрицательное влияние на зрение и корковые процессы не требуют комментариев (С.В.Кравков 1950). При использовании люминисцентных ламп опасность возникновения блёскости увеличивается. Причина этого- в колебаниях светового потока. Ф.М. Черниловская (1968) рекомендует для устранения слепящего воздействия люминисцентных ламп включать их в сеть постоянного тока. Паллиативной мерой может быть подключение их на три фазы.

Параметры окружающей среды. Из параметров окружающей среды больше других исследовалось действие шума. С.В. Кравков (1950) на основании собственных экспериментов приходит к выводу о снижении чувствительности периферического зрения и повышении чувствительности центрального при слуховых раздражениях. Он же приводит данные Е.Н. Семеновской, получившей противоположный эффект. Может быть именно эффектом повышения чувствительности зрения можно об"яснить уменьшение ВР на свет при действии непрерывного звука, которое обнаружил Дженкинс (по Шоллю,1966), хотя этот результат может быть об"яснён и неспецифической активацией. Как бы там ни было, длительное действие интенсивного шума оказывает своё обычное неблагоприятное действие. Р.П. Стеклова, изучавшая влияние звуковых раздражителей интенсивностью 75, 85, 100дб, приходит к выводу, что первые пред"явления звука снижают порог, а последующие повышают его. С.В. Алексеев и Г.А. Суворов (1967) нашли,что при часовом действии белый шум 90 дб увеличивают ВР, шум 80 дб извращает силовые отношения. Сразу после воздействия шума 70 дб заметных сдвигов во ВР не было обнаружено. Нозал (Nosal, 1968) подтверждает угнетающее влияние шума 90 дб. Т.А. Орлова (1957) утверждает, что длительный шум, начиная с 65 дб ослабляет внимание. Последнее замечание очень важно для экспериментов по ВР. Очевидно, нужно потребовать, чтобы в помещениях, где проводятся базовые измерения ВР, уровень шума не превышал 40 дб, т.е. громкости нормального голоса, при оптимуме 30-35 дб - зона комфорта. Нужно учитывать, что "абсолютная тишина"

обостряя слуховой порог, действует отвлекающе. Вполне допустимы естественные слабые шумы: легкий ветер, шум листвы. Недопустимы смысловые (речь) и внезапные звуки (отчетливые шаги, хлопающие двери и т. д.).

По влиянию вибрации на ВР в литературе нет отчетливых данных. На латентный период (ЛП) вибрация, скорее всего, не сказывается (R.Dudek a.D.E.Clemers ,1965). По У.Вудсону и Д.Коноверу (1968) вибрация с частотой 2,5-3,5 гц и амплитудой 12 мм улучшает ВР кисти, однако эта же вибрация ухудшает внимание. Вибрации от 70 гц и выше с амплитудами от 0,6 до 1,5 мм снижают остроту зрения. Однако, больше всего вибрация сказывается на точности движения. Это нельзя не принимать во внимание. Желательно, чтобы вибрация на месте испытуемого при базовых измерениях ВР не превышала нижнего порога чувствительности. Поскольку опыты предлагается вести в условиях световой адаптации, а при включенном зрении вибрационная чувствительность угнетается (Б.Г.Ананьев, 1961), то вполне допустимо, если при частоте до 10 гц амплитуда вибрации не превышает 0,01 мм, а в области 100 гц - 0,0001 мм.

Относительно влияния температурных условий на ВР также нет определенных сведений. Р.Шоллль (1966) полагает, что температура воздуха не оказывает влияния на ВР. По свидетельству гигиенистов (Л.К.Хоуянов, Р.Г.Лейтес и Б.И.Марцинковский, 1958) высокие температуры (свыше $+30^{\circ}C$) приводят к общей вялости, снижению внимания и замедлению реакций. Низкие температуры (ниже $+15^{\circ}C$) нарушают внимание и точную координацию движений, вызывают двигательное беспокойство. Однако, в довольно широком пределе удовлетворительных температур ВР, скорее всего устойчиво. Очевидно, при базовых замерах нужно стремиться к условиям температурного комфорта - $+18 \div 22^{\circ}C$.

Самостоятельного влияния влажности на ВР и двигательную деятельность никто не наблюдал. Можно предполагать, что она индифферентна ко ВР в довольно широких пределах.

Время проведения базовых измерений. В ряде работ было показано, что время суток играет роль при измерении ВР. Клейман, Тительбаум и Фейвесон (цит. по Р.Шоллю) обнаружили уменьшение ВР утром и увеличение после обеда. Другие исследо-

ватели дают более сложную картину изменений. Скорость реакции, скорее всего, прямо связана с уровнем бодрствования, если в приведенных исследованиях фактор утомления исключался. Во всяком случае, проведение базовых измерений ВР в дообеденное время предпочтительнее. Следует также учитывать, что активное пищеварение, как и голод, удлиняют ВР (Р.Шоллль, 1966).

Поза испытуемого и тип моторного действия. Важным условием проведения измерений ВР является правильная организация двигательного акта и позы испытуемого. Этим вопросам в литературе по времени реакции уделяется незаслуженно малое внимание.

Общее положение о влиянии органа движения заключается в том, что ВР верхних конечностей короче, чем нижних; реакция ведущей рукой короче, чем неведущей (Б.Ф. Ломов, 1966), а двумя руками в ряде случаев быстрее, чем одной (С.М.Блинков, А.К.Москатова, 1969). К.К.Платонов (1962) утверждает, что ВР указательным пальцем меньше, чем безымянным. К.Н.Корнилов (1927) исследовал тип движения (нажим, вращение, перемещение и т. д.). В общем случае оказалось, что ВР короче, если кинематическая цепь, выполняющая движение, проще.

Обычно сгибатели, при прочих равных условиях, имеют меньшее ВР, чем разгибатели (данные Вернеля, приводимые Р.Шоллем, 1966), однако тренировка снимает эти различия. Шоллль, ссылаясь на данные Хенри, высказывает мнение, что скорость реакции не связана со скоростью движения. Очевидно, в этом случае скорость реакции берется только по скрытому периоду, поскольку при измерении ВР с помощью любого органа управления время движения войдет в совокупное время реагирования, и в этом случае скорость выполнения движения должна сыграть свою роль. Существенное влияние на ВР оказывает сопротивление органа управления. Так, по Мак-Кормику, увеличение сопротивления рычага от 15 до 40 кг удлиняет ВР с 0,16 до 0,75 сек (Б.Ф. Ломов, 1966). Общее правило заключается в следующем: ВР растет пропорционально сопротивлению органа управления, с помощью которого оно измеряется (У.Вудсон и Д.Коновер, 1968).

Положение органа управления относительно испытуемого также будет играть свою роль, поскольку оно определяет способ движения и сложность кинематической цепи. Влияние этого фак-

тора на точность движений была показана В.А. Якуниным (1968).

По данным Ф.Полнауэра (F.F.Polnauer ,1967) на точность реакции слежения оказывает влияние положение тела испытуемого. Поскольку точность слежения во многом зависит от ЛП реакции (Г.В.Суходольский,1968), то влияние положения тела непосредственно на ВР весьма вероятно. Кроме того, неудобная поза вызывает неприятные ощущения и двигательное беспокойство, а в результате - отвлечение внимания и снижение установки на реакцию.

Предлагается при базовых измерениях ВР типа "глаз-рука" создавать испытуемому свободную ненапряженную позу с опорой на спинку кресла, наклоненную выше поясничной области назад на угол 20^{0}. Крышка стола должна находиться на уровне локтя; плечо опущено вертикально вниз. Предплечье должно опираться на плоскость стола не свисая. Вторая рука должна лежать на подлокотнике. Кнопка под указательный палец (высота над уровнем крышки - 5-15 мм) располагается напротив плеча испытуемого. Глубина расположения от передней кромки стола - 400 мм. Желательно,чтобы ход кнопки не превышал 3 мм, а механическое сопротивление - 100-150 гр. В противном случае это должно специально оговариваться. Для удобства позы немалое значение имеет и положение ног испытуемого. Бедро должно располагаться горизонтально. Для соблюдения этого условия можно рекомендовать разновысотные подставки для ног.

Соблюдение предлагаемых условий должно свести к минимуму влияние нерегулируемых переменных и обеспечить устойчивые результаты измерений.

"ВРЕМЯ СЕНСОРЕЧЕВОЙ РЕАКЦИИ ОПЕРАТОРА ПРИ СЧИТЫВАНИИ ПОКАЗАНИЙ С ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА"

НИКИФОРОВ Г.С.
Ленинград

К настоящему моменту уже достаточно проверенным фактом является то, что режим контрольного считывания показаний с измерительного прибора предпочтительнее количественного режима с точки зрения числа допускаемых оператором ошибок и его временных затрат на выполнение отсчетов с прибора.

При оптимальных условиях работы комплекса "измерительный прибор–оператор" об"яснение отмеченного преимущества контрольного режима перед количественным не вызывает затруднений. В своем исследовании мы задались целью выяснить сохранится ли такое преимущество при нарушении условий оптимальной работы упомянутого комплекса. В качестве экстремального фактора было введено ограничение времени на восприятие показания прибора (время экспозиции прибора в опытах было равным $t_э$ = 0,8 сек, 0,3 сек).

Исследования проводились на круглошкальном измерительном приборе (щитовой амперметр, тип М150). Данный прибор имеет равномерную шкалу, разбитую на пятьдесят наименьших делений (цена одного такого деления 0,1 а) и оцифрованную только по отметкам типа "А" (на шкале всего шесть цифр: 0; 1; 2; 3; 4; 5). Прибор находился от испытуемого на расстоянии одного метра; освещенность прибора в опытах была 300÷400 лк. Время экспозиции прибора испытуемому обеспечивалось с помощью тахистоскопа (типа "падающей шторки"). В ходе опыта для обоих режимов считывания регистрировались результат выполненного отсчета и латентный период сенсоречевой реакции испытуемого, который измерялся с помощью электронного секундомера с точностью до 0,01 сек. По каждому режиму считывания в опытах приняло участие шесть испытуемых (лица мужского поля, возраст 20–28 лет). Все испытуемые в течение пяти дней проходили предварительную тренировку, а затем в течение двух дней выполняли контрольные отсчеты (на одного испытуемого приходилось в среднем сто контрольных отсчетов для

каждого значения $t_э$). Испытуемые работали с установкой на точность считывания. В опытах по количественному считыванию пред"являемые показания менялись в случайном порядке. Соответственно, в опытах по контрольному считыванию последовательность пред"явления зон была также случайной. При этом само число зон (их было три), а также величина их интервала (она составляла одно большое деление шкалы или иначе десять наименьших) оставались неизменными на протяжении всех опытов. Перед каждым пред"явлением (в случае режима контрольного считывания) испытуемый готовился работать только с той зоной, для которой зажигалась соответствующая сигнальная лампочка. При этом режиме испытуемый говорил "да", если указательная стрелка прибора находилась внутри или на одной из границ зоны и, соответственно, "нет", если стрелка выходила за пределы зоны. При режиме количественного считывания испытуемый каждый раз называл величину полученного им отсчета по прибору.

Результаты экспериментов (только по латентному периоду сенсоречевой реакции $t_л$) приведены в таблице № I. Вычислены оценки математического ожидания и дисперсии, а также соответствующие им доверительные интервалы при значении доверительной вероятности β = 0,99. Раскроем содержание использованных в таблице обозначений:

t_1 - латентный период сенсоречевой реакции для режима количественного считывания.

$t_п$ - -"- -"- контрольного считывания. Это время реакции при считывании только тех показаний, которые находились в одной из двух "пограничных" областей той или иной зоны. В нашем случае протяженность пограничной области составляла два наименьших деления, т.е. по одному наименьшему делению по обе стороны от границы зоны.

t_2 - латентный период сенсоречевой реакции для режима контрольного считывания, вычислявшийся только для тех показаний, которые находились внутри зоны. Протяженность внутренней области зоны составляла шесть наименьших делений.

Таблица №1

$t_э$ сек	$t_л$ сек	$\tilde{m}$	$\tilde{D}$	$I_{\beta\tilde{m}}$	$I_{\beta\tilde{D}}$
0.3	t_1	1.34	0.12	1.26-1.42	0.09-0.15
	$t_п$	1.35	0.31	1.20-1.51	0.20-0.43
	t_2	1.10	0.14	0.99-1.24	0.06-0.22
0.8	t_1	1.23	0.05	1.18-1.28	0.04-0.06
	$t_п$	1.32	0.23	1.20-1.44	0.14-0.33
	t_2	1.13	0.08	1.08-1.19	0.06-0.10

При вычислении средних значений t_1 и t_2 учитывались результаты, полученные по всем трем зонам.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что при нарушении оптимальных условий работы комплекса "измерительный прибор-оператор" пограничные области становятся "слабым" местом режима контрольного считывания. Именно при считывании показаний в этих пограничных областях исчезает преимущество режима контрольного считывания перед количественным с точки зрения величины временных затрат на выполнение отсчета. Уязвимость этих областей усугубляется еще и тем фактором, что подавляющее число допущенных ошибок при режиме контрольного считывания пришлось на показания, находившиеся в этих областях.

Выделение контролируемой зоны цветом (что уже применяется на практике), очевидно, может в определенной мере помочь в преодолении отмеченных выше недостатков. Но, например, при внезапном и быстром развитии аварийной ситуации, когда на принятие решения о том вышел или нет контролируемый параметр за допустимые пределы остаются доли секунды, когда исключительно высока ответственность оператора за предпринимаемые им действия, возможно, что и цветового выделения зоны окажется недостаточно для безошибочного выполнения отсчета с прибора. Вероятно, в этом плане можно предположить, что сочетание зрительного и звукового предупредительного сигнала при вхождении стрелки в пограничную область (что соответствует приближению контролируемого параметра к критической величине) повысило бы как надежность (безошибочность) контрольного считывания, так и способствовало бы сокращению времени реагирования на такие показания.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ КРИТЕРИЕВ И ПАРАМЕТРОВ СКОРОСТИ РЕАГИРОВАНИЯ

Э.Пунг и У.Сийманн /Тарту/

Комплексное экспериментальное исследование скорости реагирования человека позволяет получить большое количество данных, характеризующих сложные психические процессы и изменения в психических функциях во время реагирования. Результаты статистической обработки первичных данных выражаются в различных критериях, интерпретация которых является основой психологического анализа проблем, выдвинутых в программе эксперимента. Но и сами эти критерии могут быть объектом анализа. Нами был проведен соответствующий эксперимент в психологической лаборатории Тартуского университета.

Цели эксперимента.

I. Определить, каким образом различные статистические критерии отражают влияние различных экспериментальных факторов.

2. Найти коррелятивные связи между различными параметрами.

3. Выяснить группы (плеяды) параметров, характеризующих различные аспекты психической деятельности во время реагирования.

4. Исследовать в условиях комплексного эксперимента влияние эмоционального напряжения.

5. Исследовать константность индивидуальных особенностей по скорости реагирования.

6. Проверить достоверность вырабатываемой нами методики исследования скорости реагирования.

План исследования.

Эксперимент был проведен в 4 сериях:
I серия (фон I), II серия (фон II), III серия (не-

посредственно до экзамена), IУ серия (непосредственно после экзамена).

Каждая серия состояла из 7 циклов, каждый цикл - из I2 звуковых сигналов по следующему плану (интенсивности: I=56дб, 2=77 дб, 3=97 дб, 4=II7 дб).

Таблица I

№№ сигналов по порядку	I	2	3	4	5	6	7	8	9	Io	II	I2
Интенсивность сигнала	2	I	3	4	2	3	I	4	3	2	4	I
Интенсивн. предыдущего сигнала	I	2	I	3	4	2	3	I	4	3	2	4
Обозначение сигнала	1С2	2С1	1С3	3С4	4С2	2С3	3С1	1С4	4С3	2С3	2С4	4С1

Все испытуемые участвовали во всех экспериментах (реагировали в общей сложности 336 раз).

Испытуемые и методика.

Испытуемыми были студенты 3 курса отделения иностранных языков (средний возраст 2I,I года).

Применялись звуковые сигналы (с частотой Iооо гц) и с продолжительностью сигнала 65 ± 3 мсек; интервалы между сигналами колебались от 5,2 до 7,0 сек. Управление экспериментами было полностью автоматизировано. Сигналы (С) были четырех ступеней интенсивности - 56, 77, 97 и II7 дб.

Статистический анализ результатов.

Первичный анализ данных дал 4I показатель для каждого испытуемого. Вторичный вариационный анализ характеризует результаты всей группы. Для каждого параметра имеются следующие показатели: среднее арифметическое ($\bar{x}$), стандартное отклонение (σ), стандартная ошибка (SE), вариационный коэффициент (V).

Исследовались следующие параметры:

(I) $\bar{x}$ С I; (2) σ С I; (3) $\bar{x}$ С 2; (4) σ С 2; (5) $\bar{x}$ С 3;

(6) σ С 3; (7) $\bar{x}$ С4; (8) σ С 4; (9) $\bar{x}$ тотально;

(Io) σ тотально; (II) суммарный коэффициент СК; (I2) $\bar{x}$ цикла I; (I3) σ цикла I; (I4) $\bar{x}$ цикла 2; (I5) σ цикла 2;

(I6) $\bar{x}$ цикла 3; (I7) σ цикла 3; (I8) $\bar{x}$ цикла 4;

(I9) σ цикла 4; (2o) $\bar{x}$ цикла 5; (2I) σ цикла 5;

(22) $\bar{x}$ цикла 6; (23) σ цикла 6; (24) $\bar{x}$ цикла 7;

(25) σ цикла 7; (26) $\bar{x}$ IC2; (27) σ IC2; (28) $\bar{x}$ 2CI;

(29) σ IC3; (3o) $\bar{x}$ IC3; (3I) σ IC3; (32) $\bar{x}$ 3C4; (33) σ 2C3;

(34) $\bar{x}$ 4C2; (35) σ 4C2; (36) $\bar{x}$ 2C3; (37) σ 2C3; (38) $\bar{x}$ 3CI;

(39) σ 3CI; (4o) $\bar{x}$ IC4; (4I) σ IC4; (42) $\bar{x}$ 4C3; (43) σ 4C3;

(44) $\bar{x}$ 2C3; (45) σ 2C3; (46) $\bar{x}$ 2C4; (47) σ 2C4; (48) $\bar{x}$ 4CI;

(49) σ 4CI; (5o) начальная ордината прямой, (5I) показатель наклона кривой.*

---

* Наклон кривой (к) и начальная ордината при гипотетическом продолжении прямой по оси (b) были найдены по уравнениям:

$$\begin{cases} k \sum x + nb = \sum y \\ k \sum x^2 + b \sum x = \sum xy \end{cases}$$

где к – показатель наклона кривой;
x – значение по абсциссе, т.е. интенсивности сигнала;
y – значение по ординате, т.е. ВР;
n – количество точек;
b – начальная ордината прямой.

Прямая была найдена по методу наименьших квадратов.

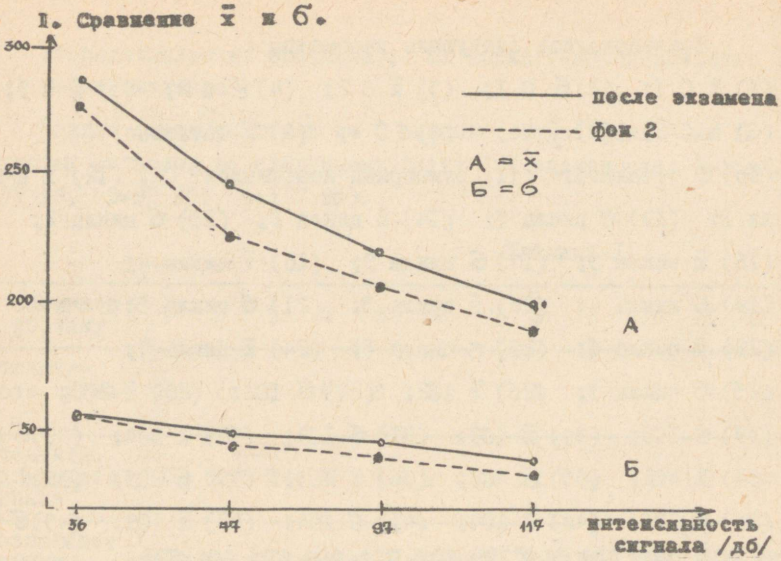


Рис. I. Сравнение зависимостей $\bar{x}$ и от психического состояния испытуемых и от интенсивности сигналов.

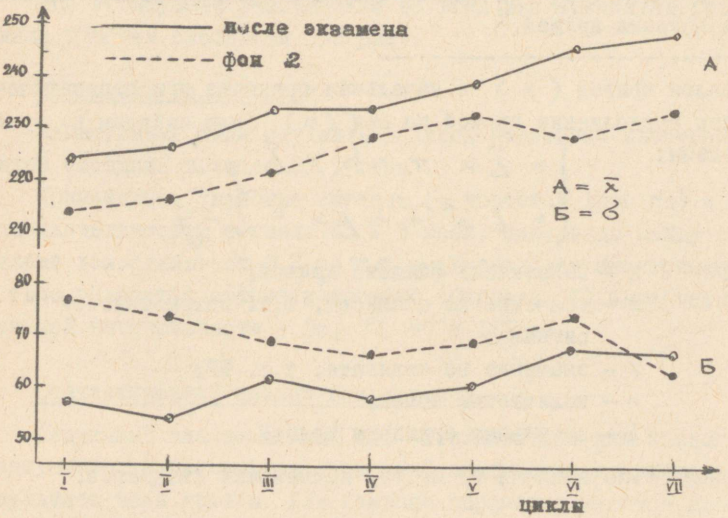


Рис. 2. Сравнение зависимостей $\bar{x}$ и от утомления испытуемого в ходе эксперимента.

II. Коррелятивные связи между $\bar{x}$ и σ.

Таблица 2.

Корреляции между $\bar{x}$ и σ по циклам(x

Цикл	Фон I	Фон 2	До экзамена	После экзамена
I	63I	6о4	3о2	567
2	729	733	543	443
3	592	689	5I3	252
4	58I	7о4	7оI	468
5	6о6	659	424	6о4
6	597	477	5оо	676
7	44о	5I8	5оо	37I

Таблица 3.

Коррелятивные связи между $\bar{x}$ и σ
в условиях применения сигналов различной
интенсивности (фон 2)

	xCI	xC2	xC3	xC4	CI	C2	C3	C4
xCI	x							
xC2	8I9	x						
xC3	766	946	x					
xC4	672	886	9I3	x				
CI	594	349	299	I77	x			
C2	5оI	6о7	484	4о5	34I	x		
C3	438	5I5	6I9	456	27I	543	x	
C4	364	56I	568	685	23I	582	5I5	x

(x Здесь и далее в корреляционном коэффициенте пропущены О и запятя.

III. Корреляτивные связи между критериями в различных сериях.

Таблица 4.

Коррелятивные связи между $\bar{x}$ CI в различных сериях

	Фон I	Фон 2	До экз.	После экз.
Фон I	x			
Фон 2	5I5	x		
До экз.	688	6I2	x	
После экз.	6I2	5I5	7I8	x

Таблица 5.

Коррелятивные связи между $\bar{x}$ C4 в различных сериях

	Фон I	Фон 2	До экз.	После экз.
Фон I	x			
Фон 2	834	x		
До экз.	642	866	x	
После экз.	897	867	785	x

Таблица 6.

Корреляционные связи между δ CI
в различных сериях

	Фон I	Фон 2	До экз.	После экз.
Фон I	x			
Фон 2	I9o	x		
До экз.	o88	259	x	
После экз.	424	I36	o23	x

Таблица 7.

Корреляционные связи между δ C4
в различных сериях

	Фон I	Фон 2	До экз.	После экз.
Фон I	x			
Фон 2	679	x		
До экз.	553	77o	x	
После экз.	62I	562	625	x

IУ. Влияние интенсивности предыдущего сигнала на последующие (в критериях $\bar{x}$ и б).

Таблица 8.

Абсолютные результаты в порядке возрастания

(ср.значение ВР / тип сигнала)

№№ п/п	Среднее арифметическое				Стандартное отклонение			
	Ф I	Ф 2	До экз.	После экз.	Ф I	Ф 2	До экз.	После экз.
I	I74 3C4	I8o 2C4	I79 3C4	I94 IC4	3I 3C4	29 IC4	3I IC4	35 IC4
2	I78 2C4	I8I IC4	I89 IC4	I94 3C4	36 2C4	33 2C4	33 3C4	36 3C4
3	I84 IC4	I85 3C4	I9I 2C4	I95 2C4	38 2C3	34 3C4	36 2C4	39 2C3
4	I89 2C3	I95 IC3	I97 IC3	2o6 2C3	4I IC4	35 IC3	37 2C3	39 2C4
5	I93 IC3	I99 2C3	2oI 2C3	2I2 IC3	43 4C3	39 2C3	39 IC3	4I 4C3
6	I98 4C3	2o4 4C3	2I2 4C3	2I6 4C3	44 2C3	38 4C3	44 4C3	42 2CI
7	225 IC2	2I8 IC2	23I IC2	24o IC2	48 4C2	39 4C2	45 4C2	44 3C2
8	226 3C2	225 3C2	235 3C2	24o 3C2	49 IC2	43 IC2	47 IC2	45 IC3
9	232 4C2	229 4C2	242 4C2	249 4C2	5I 3C2	44 3C2	47 3C2	46 4C2
Io	285 2CI	267 2CI	28o 2CI	287 2CI	63 2CI	44 3CI	5o 3CI	49 IC2

У. Путь максимальных корреляций всех обследуемых параметров.

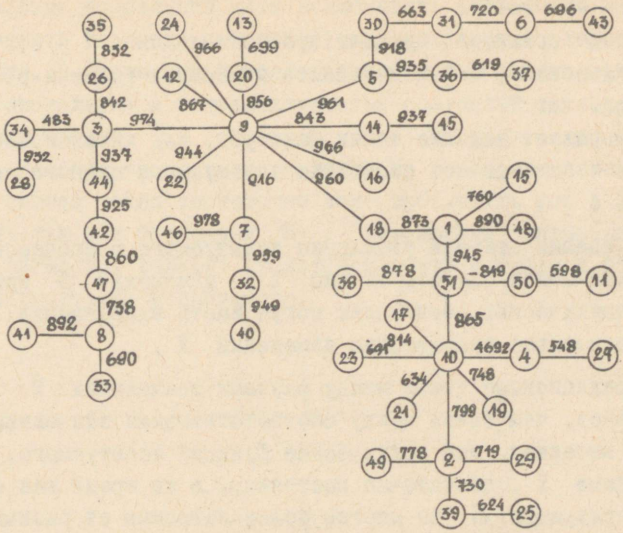


Рис. 3. Путь максимальных корреляций в фоне I.

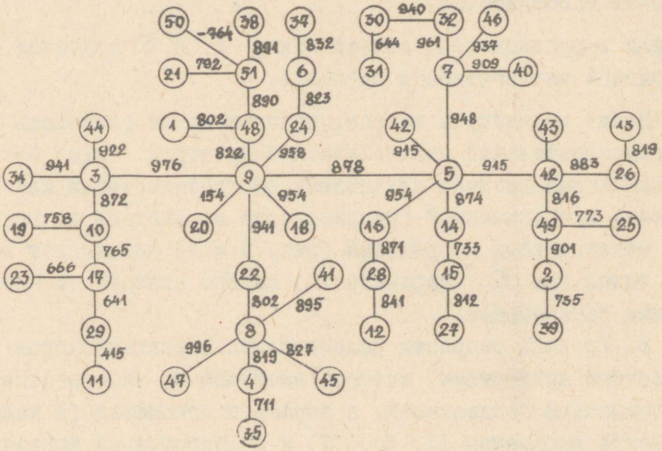


Рис. 4. Путь максимальных корреляций в фоне 2.

Выводы:

I. Из сравнения средних арифметических ($\bar{x}$) и стандартных отклонений (σ) результатов измерения времени реакции явствует, что:

а) $\bar{x}$ выражает влияние таких факторов, как интенсивность сигнала и психическое состояние испытуемого намного яснее, чем σ ;

б) для оценки степени утомления испытуемого в процессе эксперимента может служить только $\bar{x}$; изменения σ при некоторых психических состояниях могут иметь направление, даже противоположное направлению изменений $\bar{x}$.

в) корреляционные связи между разными значениями $\bar{x}$ заметно сильнее, чем связи между соответствующими значениями σ; отсюда вытекает, что психические функции испытуемого, характеризуемые $\bar{x}$, достаточно постоянны, в то время как функции, характеризуемые σ во многом более зависимы от разных влияний экспериментальной ситуации;

г) по-видимому, значения σ подходят для выяснения типологических особенностей;

д) сила корреляционных связей между $\bar{x}$ и σ является разной при разной интенсивности сигналов.

Может возникнуть вопрос, правомерно ли учитывать σ как самостоятельный статистический критерий. Может быть, его изменения вызваны случайными обстоятельствами или недостатками эксперимента? Группирование параметров на графиках пути максимальных корреляций (рис. 3 и 4) доказывает обратное: тотальное σ (параметр Io) сильно связано со многими другими параметрами.

2. Уровень скорости реагирования характеризуется статистическими критериями, которые вытекают не непосредственно из абсолютных показателей, а выражают отношения (в нашем эксперименте параметры II, 5o, 5I) и с абсолютными показателями $\bar{x}$ и σ связаны слабо.

3. Статистический анализ при помощи вычисления пути

максимальных корреляций дает возможность достаточно четко группировать параметры, используемые для оценки скорости реагирования. В сравнении корреляционных путей выявляется влияние эмоциональных и интеллектуальных состояний на силу корреляционных связей.

4. Влияние предыдущего сигнала на регаирование на следующий сигнал можно достаточно ясно проследить как в значениях $\bar{x}$, так и в значениях σ. Изменения, вызванные предыдущим сигналом, зависят от интенсивности сигнала и от психического состояния испытуемого.

24

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ОПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ЗРИТЕЛЬНОГО ПОИСКА С ПОМОЩЬЮ ВРЕМЕНИ РЕАКЦИИ

Т. А. РАТАНОВА
/Москва/

Для исследования процессов опознания важное значение имеют случаи, когда наблюдатель одновременно воспринимает ряд объектов; среди этих объектов есть такой, который отличается от других определенной особенностью /или особенностями/, известной наблюдателю. Назовем объект, обладающий этой особенностью "альфа-объектом" /α/, а объекты, не обладающие этой особенностью, "бета-объектами" /β/. Наблюдатель должен различать случаи I/когда среди множества предъявляемых объектов есть α-объект; такую совокупность объектов назовем "плюс-раздражителем", 2/когда среди предъявляемых объектов α-объект отсутствует, все предъявляемые объекты являются β-объектами; такую совокупность объектов назовем "минус-раздражителем". Конкретные ситуации плюс- и минус-раздражителей могут быть весьма различны. Мы для исследования вначале взяли наиболее простую ситуацию: I/когда α-объект отличается от β-объектов только по величине, но степень отличия ее разная /шесть вариантов/; 2/форма α-объекта одинаковая с формой β-объектов и эта форма наиболее простая - круглая, т.е. α- и β-объекты имеют форму круга.

Ранее нами было проведено исследование, в котором наблюдателю предъявлялось одновременно множество объектов /I6/, расположенных по кругу. В половине общего числа случаев все I6 кружков были одинаковы друг с другом по величине /диаметр каждого равнялся 4 мм/. В другой половине случаев I5 кружков имеют ту же величину, но один, расположенный каждый раз в разных местах круга, имел большую величину /имело место 6 вариаций его величины - в 5, 6, 8, I2, I6, 20 мм/. На плюс-раздражители испытуемый должен был реагировать нажатием на ключ одной рукой, на минус - раздражители - другой рукой.

Но чтобы верно реагировать на плюс - и минус-раздражители, испытуемый должен был каждый раз устанавливать, входит ли в раздражитель какой-либо α-кружок или же не входит.

Возмлжны разные предположения относительно того, как он это

устанавливал. I/Можно предположить, что он воспринимал предъявленные ему I6 кружков, расположенных по кругу, как одну фигуру, и замечал, является ли этот большой круг вполне правильным, или же в одном месте этого круга имеет место некоторая неправильность, некоторое "выбухание". 2/Испытуемый оценивал одновременно несколько участков предъявленного раздражителя /т.е. одновременно несколько групп кружков/ и замечал, есть или нет α-кружок. 3/Испытуемый последовательно воспринимает кружки, входящие в раздражитель, по отдельности или группами, скажем по 2-3-4 кружка и таким образом находит α-кружок среди других кружков. Стало быть, в условиях нашего эксперимента возможны два основных предположения: /а/испытуемый сразу путем одного акта внимания устанавливает, имеет ли он дело с плюс- или минус-раздражителем; /б/он устанавливает это путем нескольких последовательных актов внимания, направленных на восприятие разных частей раздражителя, т.е. имеет место поиск отличающегося кружка.

Результаты ранее проведенного нами исследования позволили сделать следующие выводы:

I/В случае предъявления испытуемому I6 кружков имел место зрительный поиск, который отсутствовал в двух других наших сериях, где всегда предъявлялись либо один /2-я серия/, либо два кружка /3-я серия/, т.к. в экспериментах было получено, что среднее время, необходимое для установления наличия или отсутствия α-кружка в первой серии оказалось значительно больше среднего времени в двух других сериях.

2/Когда испытуемому предъявляется множество объектов /I6/, то наличие или отсутствие α-кружка он устанавливает не сразу, а путем ряда последовательных актов восприятия, т.к. /а/среднее время на минус-раздражители оказалось больше среднего времени на плюс-раздражители, /б/показатели вариативности для положительной реакции в первой серии больше, чем во второй и третьей сериях.

Однако из описанного исследования возник вопрос, какова величина того участка, в пределах которого человек оценивает кружки одноактно. Интересно проследить величину того участка, в котором сохраняются закономерности, характерные для поисковой деятельности человека, и в котором они нарушаются.

Для решения этого вопроса мы провели три серии экспериментов,

в которых были созданы условия для поиска α-кружка, но был взят только "кусок" /большего или меньшего размера/ большой ситуации /из I6 кружков/, использовавшейся в описанной ниже первой серии ранее проведенных экспериментов. В первой серии этот "кусок" состоял из 3-х кружков, во второй - из 5-ти кружков, в третьей - из 7-ми кружков. Кружки располагались всегда в центральной части верхней дуги окружности. α и β-кружки были той же величины: β- в 4 мм, α- в 5, 6, 8, I2, I6, 20 мм. Плюс- и минус-раздражители предъявлялись одинаково часто - по 90 раз в первых двух сериях, по 84 раза - в третьей. α-кружок каждой величины предъявлялся в первых двух сериях по I5 раз, в третьей серии - по I4 раз. Каждый раз он находился на разном месте /на одном из возможных 3-х, 5-ти, 7-ми мест в разных сериях/.

Раздражители предъявлялись на экране с помощью проекционного аппарата /на просвет/. Расстояние от глаз испытуемого до экрана было приблизительно 60-70 см. На плюс-раздражители испытуемый должен был реагировать нажатием на кнопку правой рукой, на минус-раздражители - левой рукой. Время двигательной реакции испытуемого регистрировалось с помощью электросекундомера в млс. В каждой серии участвовало 6 человек одних и тех же испытуемых-студентов вузов. С каждым испытуемым в первой серии проведено по 3 опыта, во второй и третьей сериях - по 4 опыта. Опыты по каждой серии чередовались, начиная с серии из 3-х кружков.

При обработке результатов экспериментов учитывалось среднее арифметическое время реакции для каждого испытуемого в отдельности и для группы в целом а/ на минус-раздражитель и б/ на каждый из шести плюс-раздражителей; среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариативности, средне квадратическая ошибка. Все указанные показатели характеризуют результаты экспериментов одинаково.

Результаты экспериментов представлены в табл. I /среднее время реакции, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариативности/ и на графике I /среднее время реакции по каждой серии/

Как видно из таблицы и графика, в исследовании получены следующие основные результаты.

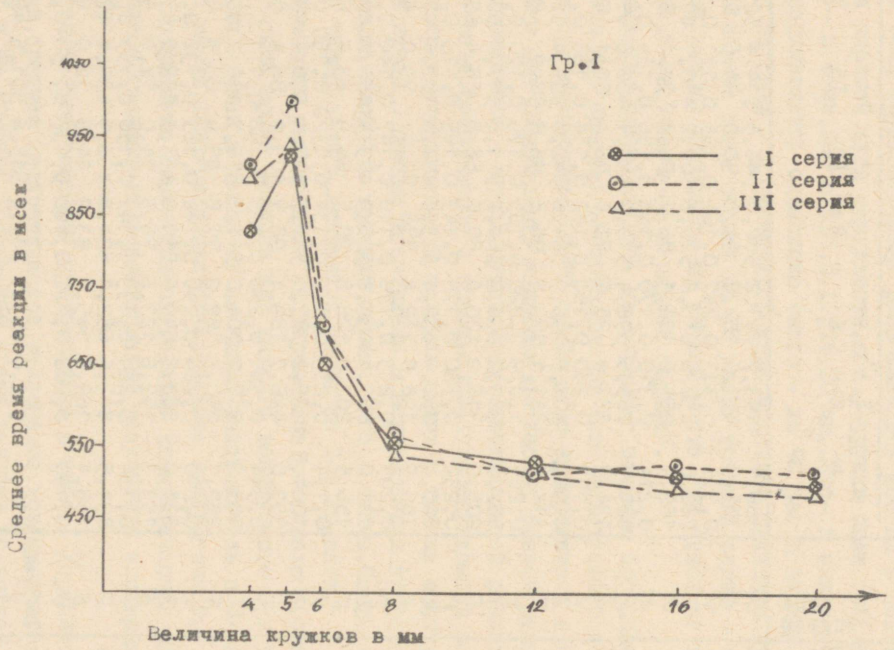
I/ Скорость различения плюс- и минус-раздражителей во всех опытах трех серий находится в прямой зависимости от степени различия по величине между α- и β-кружками. Наибольшим временем ха-

Табл.I

Время реакции в мсек

$\bar{x}$ - средн.арифм.
σ - средн.кв.откл.
v - коэф.вариант.

Серия	№ опыта	Показатели	Величина кружков в мм						
			4	5	6	8	I2	I6	20
I	1	$\bar{x}$	988,1	1193,7	741,2	580,0	546,5	534,4	525,6
		σ	311,9	457,0	182,8	94,8	90,0	91,5	89,0
		v	0,316	0,383	0,247	0,164	0,165	0,171	0,169
I	2	$\bar{x}$	760,0	832,6	613,8	528,6	505,2	480,7	477,3
		σ	162,9	258,0	104,1	86,1	78,8	74,1	69,7
		v	0,214	0,310	0,170	0,163	0,156	0,154	0,146
I	3	$\bar{x}$	689,9	765,5	596,4	510,7	491,1	486,8	477,4
		σ	134,7	183,4	95,5	72,6	75,4	81,1	67,2
		v	0,195	0,240	0,160	0,142	0,154	0,166	0,141
II	1	$\bar{x}$	1106,2	1261,5	795,9	584,6	540,1	529,4	523,6
		σ	314,9	1361,1	175,3	96,6	96,8	90,2	80,9
		v	0,285	1,079	0,220	0,165	0,179	0,170	0,154
II	2	$\bar{x}$	882,8	989,2	676,2	564,2	521,8	517,4	504,3
		σ	205,0	316,9	120,6	80,7	56,8	58,4	62,6
		v	0,232	0,320	0,178	0,143	0,109	0,113	0,124
II	3	$\bar{x}$	810,4	852,4	638,1	523,0	494,0	480,7	476,8
		σ	166,5	198,8	112,4	576	72,7	70,0	67,2
		v	0,205	0,233	0,176	0,110	0,147	0,146	0,141
II	4	$\bar{x}$	806,0	865,4	633,8	526,9	493,5	486,6	476,6
		σ	156,5	202,0	108,8	70,5	64,9	63,4	69,1
		v	0,194	0,233	0,172	0,134	0,1320	0,130	0,145
III	1	$\bar{x}$	1024,8	1125,2	787,1	564,7	527,4	506,4	498,2
		σ	353,0	428,7	189,1	98,7	103,2	86,4	91,7
		v	0,344	0,381	0,240	0,175	0,196	0,171	0,184
III	2	$\bar{x}$	905,2	917,2	704,0	547,6	516,7	490,2	486,1
		σ	262,1	260,3	169,2	77,8	85,4	66,5	69,6
		v	0,290	0,284	0,240	0,142	0,165	0,136	0,143
III	3	$\bar{x}$	831,0	860,5	640,6	519,0	493,0	469,1	459,5
		σ	153,3	192,6	123,6	76,5	74,0	72,7	59,0
		v	0,184	0,224	0,193	0,147	0,150	0,155	0,128
III	4	$\bar{x}$	834,5	813,6	652,1	524,8	496,9	480,4	472,5
		σ	158,4	169,6	145,1	83,9	64,8	72,0	65,0
		v	0,190	0,208	0,222	0,160	0,130	0,150	0,138
I		общее $\bar{x}$	818,6	932,0	653,5	541,3	515,6	501,5	494,4
II		общее $\bar{x}$	908,7	995,4	690,5	551,9	514,0	505,3	497,0
III		общее $\bar{x}$	904,7	938,3	700,0	540,3	509,4	487,5	480,0


Гр.I
I серия
II серия
III серия
Среднее время реакции в мсек
1050
950
850
750
650
550
450
4
5
6
8
12
16
20
Величина кружков в мм

рактеризуются плюс-раздражители с α-кружком, минимально /на I мм/ отличающимся от β-кружков, т.е. с α-кружком, величиной в 5 мм. При следующих двух /особенно втором/ отличиях α-кружка от β-кружков наблюдалось довольно резкое снижение времени реакции. При всех последующих отличиях α-кружка от β-кружков время реакции на плюс-раздражители также уменьшается, но незначительно.

2/Общее среднее время на минус-раздражители и на плюс-раздражители с двумя минимальными отличиями по величине заданного кружка во всех опытах вместе существенно зависит от количества воспринимаемых кружков только в условиях предъявления 3-х и 5-ти кружков. Оно значительно меньше в серии с 3-мя кружками и больше в серии с 5-ю кружками. Среднее время опознания не увеличивается при предъявлении 7-ми кружков: оно приблизительно одинаково с временем восприятия 5-ти кружков.

3/Среднее время реакции на плюс-раздражители с α-кружком, величиной в 8, I2, I6, 20 мм, во всех опытах трех серий близко друг к другу, т.е. время опознания плюс-раздражителей с α-кружком указанной величины не зависит от количества предъявляемых кружков /3-х, 5-ти, 7-ми/.

4/Во всех опытах всех трех серий, т.е. в условиях одновременного предъявления испытуемому и 3-х, и 5-ти, и 7-ми кружков время реакции на минус-раздражители оказалось меньше, чем время реакции на плюс-раздражители с наименьшим α-кружком, но больше времени на следующее второе отклонение α-кружка от β-кружков. Таким образом, этот результат является сходным с результатом второй и третьей серий /один и два воспринимаемых кружка/ и отличается от результатов первой серии /I6 кружков/, ранее проведенных экспериментов.

5/В экспериментах имели место два рода ошибочных действий испытуемых а/типа "пропуска"; в этих случаях испытуемые не замечали, пропускали имевшийся α-кружок и поэтому давали отрицательную реакцию; б/типа "ложных тревог"; в этих случаях испытуемые давали положительную реакцию тогда, когда заданный кружок отсутствовал. Следует отметить, что в опытах значительно преобладали ошибки типа "пропуска". Эти ошибки относятся исключительно к α-кружку минимальной величины /в 5 мм/ и составляют значительный процент от общего числа реакций испытуемых /I5,7-

42,2%/. Ошибки типа "ложных тревог" наблюдались в опытах в незначительном количестве /I,I – 4,4 %/.

Анализ полученных в исследовании результатов /среднего времени реакций, среднего квадратического отклонения и коэффициента вариативности/, а также субъективных показаний испытуемых позволяют сделать следующие выводы.

I. Повидимому, существует критическая зона, в которой сохраняется зависимость между временем восприятия и количеством предъявляемых объектов. В наших экспериментах она ограничивается 5-ю кружками, т.к. увеличение количества кружков с 5-ти до 7-ми не привело к увеличению времени их восприятия.

2. Более вероятно, что одноактное восприятие всегда имело место при предъявлении любого /3,5,7/ количества кружков только в случаях плюс-раздражителей с α-кружком, величиной в I2, I6, 20 мм. Частота случаев одноактного восприятия уменьшается при плюс-раздражителях с α-кружком в 6 и 8 мм, еще больше уменьшается в случае опознания минус-раздражителей. Наименьшее их число имеет место при плюс-раздражителях с α-кружком минимальной величины /в 5 мм/.

3. На основании результатов данного исследования, а также результатов второй и третьей серий ранее проведенных экспериментов, возможно и другое предположение: одноактное восприятие имеет место в любых условиях /плюс и минус-раздражителей с 3,5,7-ю кружками/. Время же реакции испытуемого зависит от времени принятия решения относительно того, являются ли предъявляемые объекты /кружки/ минус или плюс-раздражителем. Это принятие решения с наибольшим трудом происходит в случаях плюс-раздражителей с минимальным α-кружком.

К вопросу о структуре сложных двигательных реакций и отражении ее во времени реакции.

Э.М.Рутман

Москва

I. Представление о существовании в мозгу "плана","программы", "алгоритма" движения до того,как движение начинается стало общепринятым.Представляет интерес исследование структуры программы действия и связи ее с реальным осуществлением действия после пускового сигнала.Определенные представления по этому вопросу сформулированы в гипотезе Н.А.Бернштейна о 2-х возможных способах организации сложного,развертывающегося во времени движения.Согласно этой гипотезе в центральной нервной системе существуют точные формулы или энграммы движений,которые охватывают процесс предстоящего движения на всем его временном протяжении.Для объяснения того,каким образом при выполнении сложного действия энграммы отдельных движений экфорируются не все сразу,а в определенной последовательности и в нужное время предлагаются 2 возможные структуры программы действия: 1/ каждая предидущая энграмма /или ее эффект на периферии служит экфоратором для следующей по порядку энграммы, 2/существует специальный экфорирующий механизм /его можно назвать руководящей энграммой/,который лежит вне самих энграмм и управляет ими.Первая гипотеза условно названа гипотезой цепочки,вторая - гребенки. Для исследования названного вопроса целесообразно посмотреть как изменится /изменится ли/ время простой двигательной реакции,если она станет не единственной требуемой реакцией,а начальным компонентом более сложного действия,состоящего из ряда последовательных движений,объединенных общей задачей.Если верна гипотеза цепочки, время реакции в названных условиях не должно меняться,если же программа организована по типу гребенки,время реакции должно

увеличиться,так как по схеме гребенки в структуру реакции включается новое звено.

2. У I2 испытуемых определяли время простой двигательной реакции /нажимание на кнопку в ответ на вспышку света/ и время такой же реакции,когда она была не единственной,а первой в более сложном действии.

В основной серии опытов испытуемым предъявляли следующие 3 инструкции:I/Как только вспыхнет лампочка,нажмите как можно быстрей на кнопку №I,2/Как только вспыхнет лампочка,нажмите как можно быстрей последовательно на кнопку №I,а затем №2, 3/ Как только вспыхнет лампочка,нажмите как можно быстрей последовательно на кнопку№I, затем №2,затем №3.

С каждым испытуемым было проведено 2 опыта:в одном испытуемые нажимали на все кнопки одним и тем же пальцем /опыт I/,в другом - как им было удобно /опыт 2/.Для устранения влияния утомления и тренировки каждая инструкция предъявлялась в течение опыта 4 раза, инструкции чередовались случайным образом,в одном опыте регистрировали не менее 360 реакций.Достоверность различий по t-критерию Стьюдента определяли для среднего времени реакции при инструкции I и2 и при инструкции 2 и 3.

Среднее время реакции /время с момента вспышки света до нажимания на кнопку №I/ при инструкции №I и №2 и разница в зависимости от инструкций представлены в таблице №I.

Из таблицы видно,что время нажимания на кнопку I увеличивается, когда эта реакция становится не единственной,а первой в более сложном действии.Наблюдаемое различие в 80% случаев статистически достоверно /$p<0,05$/.

3.Анализ результатов основной серии и ряд дополнительных серий опытов показали,что полученный результат нельзя объяснить периферическими нервно-мышечными механизмами или изменениями на-

ТАБЛИЦА №I

Среднее время реакции в зависимости от инструкций Iи 2 /в мсек/

ОПЫТ I

№ испыт.	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
инстр.I	26I	306	252	207	274	292	207	24I	27I	263	249	278
инстр.2	284	339	30I	228	304	300	228	275	305	323	257	308
разница	23	33	49	2I	30	8	2I	34	34	60	8	30

ОПЫТ 2

№ испыт.	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
инстр.I	236	278	240	234	2I2	254	257	232	235	268	279	304
инстр.2	245	278	287	245	254	292	284	259	295	3I2	305	344
разница	9	0	47	II	42	38	27	27	60	44	26	40

правленности внимания при разных инструкциях.

Очевидно, увеличение времени реакции при переходе от элементарного одиночного движения к более сложному действия, состоящему из последовательных движений, связано с включением нового звена в систему, обеспечивающую реакцию. Это предполагаемое звено соответствует экфорирующему механизму в гипотезе гребенки.

Представление о появлении нового, дополнительного звена в структуре реакции при переходе от простой одномоментной двигательной реакции к сложным, развертывающимся во времени реакциям косвенно подкрепляется клиническими данными о нарушении у больных с поражением лобных долей повторных, ритмичных движений при сохранности одномоментных движений типа простой двигательной реакции.

Возможность отражения во времени начальной реакции сложности предстоящего действия открывает определенные перспективы для изучения построения движений.

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕНСОМОТОРНЫХ РЕАКЦИЙ ОПЕРАТОРА

Б. А. СМИРНОВ

Исследование времени реакции приобретает все большее значение в связи с развитием методов моделирования деятельности человека-оператора. Сущность метода заключается в том, что любая сложная деятельность человека представляется в виде суммы отдельных элементарных операций по восприятию информации, её переработке и осуществлению испольнительных действий. Зная время выполнения отдельных элементарных операций и используя гипотезу независимости и последовательности (или параллельно-последовательности) выполнения этих действий, можно определить время решения любой сложной задачи, не прибегая к эксперименту.

В целях создания необходимых предпосылок для моделирования деятельности оператора задачами настоящего исследования является:

- разработка методики определения среднего значения и дисперсии времени выполнения элементарных операций;
- экспериментальная проверка этой методики;
- экспериментальная проверка гипотезы независимости протекания сенсорных и моторных процессов;
- исследование некоторых факторов, влияющих на скорость сенсомоторных реакций;
- определение законов распределения простейших сенсомоторных реакций.

В основу методики определения времени выполнения элементарных операций была положена методика, предложенная в [1]. В целях облегчения расчётов эта методика была несколько видоизменена и применена для определения как средних значений, так и дисперсий времени выполнения элементарных операций.

Сущность методики заключается в следующем. Предположим, имеется m задач, решаемых оператором. Каждая задача разбивается на m различных, но одинаковых для каждой зада-

чи элементарных операций. Обозначим через a_{ij} сложность операции в i-ой задаче. Например, a_{ij} может обозначать число перемещений взора, число движений руки, количество переработанной информации и т.д. Через T_j обозначим время выполнения j-го элементарного действия. Тогда время выполнения i-ой задачи будет равно

$$a_{i1}T_1 + a_{i2}T_2 + \ldots + a_{im}T_m = B_i \qquad (1)$$

Величины B_i являются случайными и представляют собой линейную комбинацию случайных величин T_i. Используя теорему о сложении математических ожиданий случайных величин, можем записать

$$a_{i1}t_1 + a_{i2}t_2 + \ldots + a_{im}b_m = b_i \qquad (2)$$

где t_j – математическое ожидание (среднее значение) времени выполнения j-го действия ($j=1,2\ldots m$),

b_i – математическое ожидание времени выполнения задачи ($i=1,2\ldots m$).

Если решается m задач, то имеем систему m линейных алгебраических уравнений с m неизвестными. Если при этом определитель системы отличен от нуля, система имеет единственное решение в результате которого находятся величины t_j.

Используя теорему о сложении дисперсий независимых величин, имеем

$$a_{i1}\sigma_1^2 + a_{i2}\sigma_2^2 + \ldots + a_{im}\sigma_m^2 = S_i^2, \qquad (3)$$

где S_i^2 – дисперсия времени решения i-ой задачи,

σ_j^2 – дисперсия времени выполнения j-го элементарного действия.

Решая систему m уравнений, можно определить дисперсии (а затем и среднеквадратические отклонение) времени выполнения элементарных действий.

Системы уравнений для определения средних значений и дисперсий времени выполнения элементарных действий имели следующий вид

$$
\begin{aligned}
&t_1 + 2t_2 + 3t_3 + t_4 = 1{,}52 \text{ сек},\\
&t_1 + 3t_2 + 3t_3 + 2t_4 = 2{,}15 \text{ сек},\\
&t_1 + 2t_2 + 2t_3 + 3t_4 = 1{,}98 \text{ сек},\\
&t_1 + t_2 + 2t_3 + t_4 = 1{,}06 \text{ сек}.
\end{aligned}
\qquad (4)
$$

$$
\begin{aligned}
&\sigma_1^2 + 2\sigma_2^2 + 3\sigma_3^2 + \sigma_4^2 = 0{,}046,\\
&\sigma_1^2 + 3\sigma_2^2 + 3\sigma_3^2 + 2\sigma_4^2 = 0{,}071,\\
&\sigma_1^2 + 2\sigma_2^2 + 2\sigma_3^2 + 3\sigma_4^2 = 0{,}068,\\
&\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + 2\sigma_3^2 + \sigma_4^2 = 0{,}038.
\end{aligned}
$$

где t_1 и σ_1^2 – среднее значение и дисперсия времени восприятия информации (латентный период зрительной реакции),

t_2 и σ_2^2 – среднее значение и дисперсия времени движения руки на расстояние 40 см,

t_3 и σ_3^2 – среднее значение и дисперсия времени нажатия кнопки,

t_4 и σ_4^2 – среднее значение и дисперсия времени переработки одной двоичной единицы информации (в условиях реакции выбора).

Правые части систем уравнений (4) и (5) были определены экспериментально. В опытах участвовало 30 человек, каждый из которых решая все задачи по 5 раз. Таким образом, правые части систем (4) и (5) вычислены по результатам 150 опытов. Решения этих систем следующие:

$t_1 = 0{,}19$ сек; $t_2 = 0{,}34$ сек; $t_3 = 0{,}12$ сек; $t_4 = 0{,}29$ сек.

$\sigma_1^2 = 0{,}004$ сек^2; $\sigma_2^2 = 0{,}011$ сек^2; $\sigma_3^2 = 0{,}0016$ сек^2; $\sigma_4^2 = 0{,}0096$

$\sigma_1 = 0{,}063$ сек; $\sigma_2 = 0{,}105$ сек; $\sigma_3 = 0{,}040$ сек; $\sigma_4 = 0{,}098$ сек.

Полученные с помощью описанной методики результаты были сопоставлены с результатами, полученными непосредственно из эксперимента. В результате эксперимента с помощью специального устройства были определены средние значения и дисперсии латентной и моторной составляющих времени простой реакции. Эти значения оказались соответственно равными:

$t_{1э} = 0{,}21$ сек; $t_{2э} = 0{,}36$ сек; $\sigma_1 = 0{,}051$ сек; $\sigma_2 = 0{,}083$

В этих экспериментах приняло участие 26 человек из числа участвующих ранее. Проведенное сравнение средних с помощью критерия Стьюдента (при $\rho = 0{,}05$) и дисперсий с помощью критерия Фишера (при $\rho = 0{,}05$) показало, что различие между опытными и расчетными данными не значимо. Этим была подтверждена неплохая достоверность описаний методики.

С целью проверки гипотезы независимости выполнения отдельных операций были вычислены значения коэффициентов корреляции K_{t,t_2} между латентной и моторной составляющими времени реакции для 26 испытуемых. С каждым испытуемым было проведено по 60 опытов. Результаты вычислений представлены в таблице.

K_{t,t_2}	0,3÷0,2	0,2÷0,1	0,1÷0	0÷-0,1	-0,1÷-0,2	-0,2÷-0,3
n	3	6	3	7	4	2

Из таблицы видно, что число положительных и отрицательных значений коэффициента корреляции примерно одинаково (12 и 16), а подавляющее большинство значений по абсолютной величине не превосходит 0,2. Это позволяет сделать вывод об относительной независимости протекания сенсорных и моторных процессов (по крайней мере, в пределах времени простой реакции). Независимость протекания этих процессов при решении более сложных задач подлежит дальнейшему исследованию.

Было исследовано также влияние ряда факторов (расстояния оператора от пульта R и числа альтернатив входного сиг-

нала N) на величину латентной и моторной составляющих времени реакции. Эти исследования были проведены с теми же 26 испытуемыми. Средние значения величин t_1, t_2 и $t_p = t_1 + t_2$ по всем испытуемым (с каждым испытуемым было проведено по 20 опытов) для различных R представлены в таблице.

R (см)	70	50	30	10
t (мл сек)	230	224	218	214
t_2 (мл сек)	392	336	274	228
t_p (мл сек)	622	560	492	442

По результатам, помещенным в таблицу, были рассчитаны значения коэффициентов корреляции $K_{t,R}$ и $K_{t_2 R}$. Значение коэффициента корреляции $K_{t,R} = 0{,}38$ свидетельствует о слабой зависимости латентного периода времени реакции от расстояния до пульта управления. Оценка общего влияния расстояния до пульта на время t_1 была проведена методом однофакторного дисперсионного анализа. Полученные результаты показали, что различие между величинами t_1, при различных R при данном количестве испытуемых не значимо (при $p = 0{,}05$), а обусловлено случайными причинами.

Относительно высокое значение $K_{t_2 R} = 0{,}98$ свидетельствует о наличии сильной линейной зависимости времени движения руки к органу управления от расстояния, на которое перемещается рука. Уравнение прямой регрессии, показывающее зависимость t_2 от R, вычисленное по методу наименьших квадратов, имеют вид

$$t_2 = 2{,}8R + 196 \qquad (6)$$

Аналогично, уравнение регрессии, связывающее величины t_p и R имеет вид

$$t_p = 2{,}9R + 410$$

Зависимость отдельных составляющих, а также полного времени реакции от расстояния показана в виде графиков на рис. I. Точками на рисунке отмечены опытные значения.

Следующая серия опытов была посвящена исследованию влияния числа альтернатив входного сигнала (количества перерабатываемой информации) на отдельные составляющие времени реак-

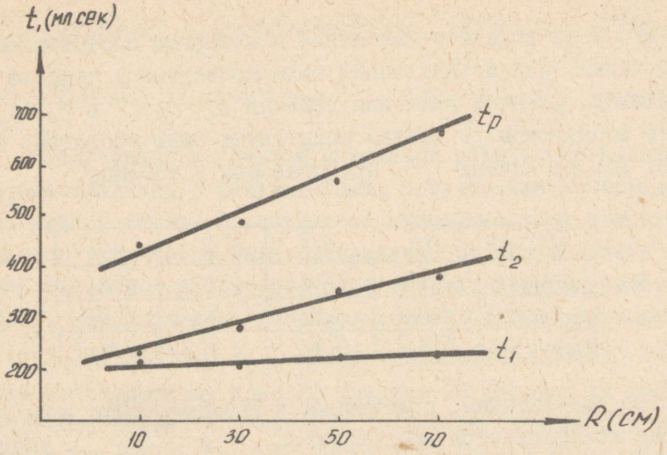


Рис. 1

ции. Исследования проводились с теми же самыми 26 испытуемыми в условиях высокой совместимости стимула и реакции. В ответ на загорание лампочки испытуемый должен был нажать кнопку под этой лампочкой. Исходное положение рабочей руки испытуемого – в сорока сантиметрах от пульта управления. Усредненные данные по всем испытуемым представлены в таблице.

H(дв. ед)	1	2	3	4
t_1(мл сек	204	206	220	238
t_2(мл сек)	346	332	336	352
t_p(мл сек)	550	538	556	590

Значение коэффициента корреляции $K_{t_1 H}=0{,}96$ свидетельствует о сильной линейной зависимости латентного периода времени реакции от числа альтернатив входного сигнала. В то же время относительно малое значение $K_{t_2 H}=0{,}42$ свидетельствует о слабой зависимости времени движения руки от числа альтернатив входного сигнала. Последний вывод был подтвержден и с помощью однофакторного дисперсионного анализа.

Уравнение прямой регрессии для t_1 относительно H имеет вид

$$t_1 = 10{,}8H + 109 \qquad (8)$$

Последняя серия экспериментов была посвящена определению возможных законов распределения составляющих времени реакции. Необходимость проведения таких исследований была вызвана тем, что имеющиеся в литературе [1, 2] сведения о законах распределения являются противоречивыми. Проведенные исследования (с тремя испытуемыми показали, что как латентное время реакции, так и время движения руки распределены по законам, близким к сдвинутым экспоненциальным. Однако эти выводы не являются окончательными и требуют уточнения по результатам испытаний с большим числом испытуемых. Гистограммы величин t_1 и t_2 для одного из испытуемых приведены на рис. 2.

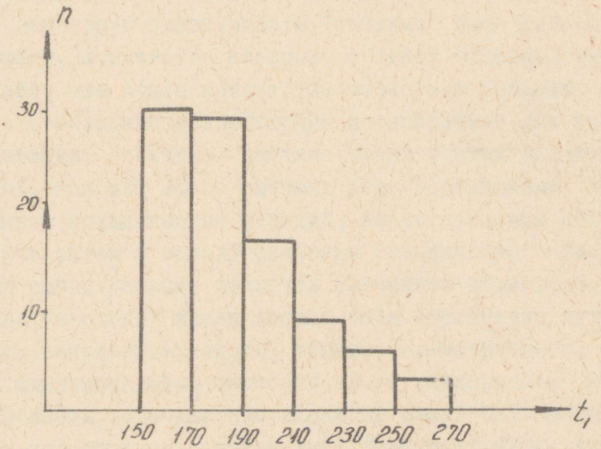


Рис 2

Основными выводами проведенных исследований являются следующие. Методика определения времени выполнения элементарных операций обладает удовлетворительной точностью. Практически подтверждена гипотеза о независимости времени выполнения отдельных операций. Отдельные составляющие времени реакции

могут подвергаться влиянию различных факторов независимо друг от друга. В ряде случаев как латентное время, так и время движения руки к органу управления могут быть описаны с помощью сдвинутого экспоненциального закона. Полученные результаты могут быть положены в основу методики моделирования деятельности человека-оператора.

Литература

I. Е.Ф. УЛЯНЧЕНКО. О времени решения задач оператором. "Вопросы психологии" (в печати).
2. Инженерная психология за рубежом, сборник статей, изд. "Прогресс", 1967.

К ПРОБЛЕМЕ ШКАЛИРОВАНИЯ ВРЕМЕНИ РЕАКЦИИ

Г.Суходольский /Ленинград/

Точные измерения времени реакции /ВР/ необходимы как для теоретических исследований, так и для практических приложений во всех отраслях психологии, где ВР может использоваться в качестве индиканта и меры.

Точное измерение ВР предполагает необходимым создание стандартной шкалы ВР на основе массовых измерений определенной совокупности реакций, в определенных, строго установленных условиях, с применением стандартной аппаратуры. В этой связи сформулируем некоторые основные требования к такой шкале и условиям её создания.

I. Стандартная шкала ВР, в сущности, должна представлять собой некоторую совокупность "частных" шкал для подмножества реакций, количество которых, с одной стороны, значительно меньше, чем общее количество известных реакций, а с другой, - необходимо и достаточно по специфике для широкого использования. Очевидно, настало время общими усилиями специалистов, так или иначе имеющих дело с реакциями, вычленить указанное подмножество реакций, характеристики которых могли бы лечь затем в основу изучения большинства остальных.

Время любой реакции является случайной величиной, поэтому каждая "частная" шкала должна быть определена путем нормализации репрезентативного, обычно асимметричного, распределения индивидуальных значений ВР. В зависимости от целей использования, стандартная шкала ВР может быть определена либо как совокупность независимых "частных" шкал, либо как линейная функция от их центрированных значений.

2. Для создания шкалы ВР, пригодной к повсеместному использованию в СССР, необходима выборка, репрезентативная для всей страны. Это означает, что для каждого "частного" вида реакций необходимо заранее определить "частный" перечень свойств людей /биологических, физиологических, психологических, социальных и т.п./, существенно влияющих на ВР. Объединяя "частные" перечни, можно получить сводный, на ос-

нове которого и составлять выборку с учетом распределения каждого из свойств среди населения СССР.

3. Стандартная измерительная аппаратура должна отвечать многочисленным требованиям, во-первых, метрологическим, во-вторых, - вытекающим из необходимости массового обследования, и, в-третьих, - обусловленным спецификой реакций и процедурой измерения.

Метрологические требования относятся к точности аппаратуры, к стабильности её работы, к её воспроизведению в образцах, а также к поверке и калибровке.

Массовость обследования требует транспортабельности /аппаратура должна быть малогабаритной и переносной/, простоты в эксплуатации и ремонте, надёжности работы.

Специфика реакций и процедура измерения случайной величины требуют обеспечить: возможности использовать стимулы разной модальности, автоматическую фиксацию каждого числового значения ВР /интеграция не допустима/, полностью случайный интервал времени между автоматически предъявляемыми стимулами /допустим автотемп/.

По-видимому, удовлетворить всем перечисленным требованиям к аппаратуре затруднительно. В частности, противоречие между точностью и транспортабельностью можно преодолеть на пути создания высокоточных стационарных установок и менее точных /однако, не менее $\pm$ 0,01 сек./, но стабильных, простых и надёжных в работе переносных приборов, возможно, нескольких - соответственно видам реакций.

Учитывая изложенное, очевидно, что шкалирование ВР -это задача, решить которую нельзя в одиночку и кустарными способами, иначе сама идея окажется скомпрометированной. Необходимы создание групп заинтересованных специалистов на базе психологических центров нашей страны и определённые формы координации работ.

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАСТИМУЛЯЦИИ НА ВРЕМЯ РЕАКЦИИ БОЛЬНЫХ ШИЗОФРЕНИЕЙ.

Е.И.Теплицкая (Киев)

Отношение больных шизофренией к посторонним раздражителям в экспериментальной ситуации исследования ВР, по литературным данным, оценивается противоречиво.

В ранних работах имеются указания на менее выраженную отвлекаемость больных шизофренией, по сравнению со здоровыми, в процессе исследования ВР /**Van der Horst, 1924; Kibler,** 1925/. Последний из указанных авторов нашел, что больные шизофренией "более способны игнорировать посторонние раздражители" в тахистоскопическом перцептуальном тесте.

В некоторых современных исследованиях отмечена зависимость влияния экстрастимуляции от патологических изменений личности при шизофрении /**Venables a Tizard,** 1957/, а также чувствительность больных шизофренией к изменениям экспериментальной ситуации /Э.А.Костандов, 1954; **Broen a Storms,** 1964; **Venables,** 1966/ и к присутствию экспериментатора /**Joahannson, 1966/.**

По данным П.Г.Сметанникова /1967/, у больных шизофренией с депрессивным синдромом под влиянием звуковых экстрараздражителей резко усиливаются явления безусловного (внешнего и индукционного) торможения, а также наблюдаются уравнительные и парадоксальные фазы.

Мы поставили перед собой задачу исследовать влияние звуковой экстрастимуляции на время двигательных реакций больных шизофренией в зависимости от этапа течения заболевания и клинической формы хронического процесса. Эти данные мы сопоставили с особенностями режима реадаптации и ее результатами.

В качестве экстрараздражителя применялся белый шум 74 дб в опытах со световыми и звуковыми раздражителями. Применение световых раздражителей двух интенсивностей давало возможность оценить силовые отношения в зрительном ана-

лизаторе на фоне экстрастимуляции.

ВР на звуковые раздражители интенсивностью 85 и 73 дб исследованы на фоне белого шума 75 дб с целью изучения селективности информации, нарушением которой объясняются некоторые проявления шизофрении / **Chapman, 1966; Rohtstein, 1966; Bemporad, 1967/.**

В ряде случаев, кроме белого шума, применялся другой вид экстрастимуляции - "непрерывный щелчок" 100 дб, в течение 1 сек. Эти исследования типа **stress** изучались хронографически по данным изменения регистрируемой реакции типа усложненного **tapping** (постукивание).

Наши исследования установили высокую чувствительность больных шизофренией, также и в состоянии ремиссии, к звуковой экстрастимуляции, в отличие от здоровых людей, у которых ВР незначительно изменяется на фоне белого шума.

Растормаживающее влияние экстрастимуляции подтверждается уменьшением парадоксальных фаз и увеличением уравнительных, а также нормализацией силовых отношений у больных, где экстрастимуляция привела к уменьшению ВР.

Разнонаправленное влияние звуковой экстрастимуляции на ВР в опытах со световыми сигналами при простой и при параноидной формах хронической шизофрении предположительно объясняется разной природой торможения, а возможно и различными механизмами.

Селективность информации более всего нарушается при кататонопараноидной и простой формах хронической шизофрении.

Наблюдавшееся у некоторых больных уменьшение ВР при отборе сигналов, интенсивность которых ниже интенсивности шума, создающего фон, предположительно объясняется взаимодействием следов сигналов, а, возможно, и растормаживанием. Не исключена возможность ускорения реакций на отбираемые сигналы вследствие торможения связей в норме интерферирующих с исследуемой реакцией.

Применение звуковой экстрастимуляции в качестве функциональной нагрузки имеет значение в процессе экспериментального исследования больных шизофренией, при этом ВР является объективным показателем этого влияния.

Отсутствие затормаживающего действия экстрастимуляции коррелирует с эффектом реадаптации и ресоциализации больных шизофренией.

Отставленный эффект экстрараздражителя на двигательную реакцию tapping предположительно поставлен в связь со следовыми влияниями, которые играют роль в механизме некоторых шизофренических симптомов.

О НЕКОТОРЫХ ФАКТОРАХ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ СКОРОСТЬ РЕАГИРОВАНИЯ

И.М. Фейгенберг, М.А. Цискаридзе, В.А. Иванников
А.К. Осницкий, В.В. Гульдан (Москва)

Время реакции (ВР) оператора на сигнал - один из важнейших параметров работы оператора в системе "Человек-машина". Оно зависит от целого ряда факторов - физиологических, психологических, личностных, органических, патологических (П.Фресс, Ж.Пиаже, Эксп. психология, М.1966).

В последние годы в связи с теоретико-информационным подходом к изучению пропускной способности " человеческого звена" в сложных системах связи, делались попытки применения к изучению ВР теории информации. Хиком и Хайменом была найдена линейная зависимость ВР от количества информации, содержащегося в стимуле ("Закон Хика"). В ряде последующих исследований были найдены факторы, ограничивающие действие закона Хика. Это совместимость стимула и реакции, уровень тренированности испытуемых, различимость стимулов и т.д. Несмотря на указанные ограничения, в большинстве исследований была установлена зависимость ВР от частоты, с которой данный стимул появляется в случайной последовательности сигналов - чем больше частота появления стимула, тем меньше ВР.

Мы предположили, что такая зависимость ВР от частоты появления стимула проявляется потому, что ВР определяется вероятностным прогнозом испытуемого, суб"ективной вероятностью появления того или другого сигнала. Под вероятностным прогнозированием подразумевается прогнозирование предстоящих ситуаций и результатов собственных действий в этих ситуациях на основе вероятностной структуры опыта. В работе излагается логическая модель организации, способной обеспечивать вероятностное прогнозирование предстоящих событий, и, следовательно, возможность преднастройки - подготовки к действиям, адэкватным прогнозируемым событиям.

Для проверки нашей гипотезы был проведен ряд экспериментов, в которых "разводились" вероятностный прогноз и частота появления стимула. С этой целью, в одной из серий опытов создавались экспериментальные условия, в которых при неизменной частоте сигналов меняется вероятностный прогноз.

Испытуемому в случайном порядке пред"являли два сигнала - цифры "I" и "2". После достаточно длинного ряда сигналов, когда отчетливо выявлялось различие во ВР на частый и редкий сигналы, некоторый отрезок случайного ряда сигналов начинали повторять. При этом частота появления сигналов оставалась прежней. Опыты показали, что после нескольких циклов повторений сигналов происходит резкое изменение ВР. ВР на частый и редкий сигналы резко уменьшается, приближаясь ко времени простой реакции и становится одинаковым. Когда, затем, испытуемому вновь подаются сигналы без повторений с теми же частотами, ВР вновь выравнивается в соответствии с вероятностями сигналов.Резкое сокращение ВР и уравнивание ВР на частый и редкий сигналы при повторении некоторого отрезка случайного ряда соответствует тому моменту когда испытуемый улавливает повторение и прогнозирует появление определенного сигнала с вероятностью P = I независимо от того, частый это или редкий сигнал.

Для выявления адаптивных возможностей человека-оператора, работающего в условиях изменяющейся статистической структуры внешних сигналов, создавались экспериментальный условия, в которых частота пред"явления сигналов и вероятностный прогноз испытуемого могли меняться в противоположные стороны. Этот опыт как и предыдущий начинался со случайной последовательности 2-х сигналов. Когда ВР устанавливалось в соответствии с вероятностями сигналов, один из сигналов начинали повторять 30 раз подряд, затем вновь следовала случайная последовательность сигналов. ВР на повторяемый сигнал сначала увеличивалось, а затем начинадо уменьшаться, приближаясь к времени простой двигательной реакции. Возрастание ВР связано с рассогласованием суб"ективных ожиданий испытуемого с наличной ситуацией. При увеличении же числа повторений сигнала, испытуемый меняет гипотезу о структуре среды и этому моменту соответствует уменьшение ВР. Т.О. приспособление к среде с изменяющейся статистической структурой осуществляется посредством перестройки вероятностного прогноза испытуемого.

В описанных опытах роль вероятностного прогноза для ВР выявлялась в опытах, в которых случайная среда сменялась детерминированной. Для выявления роли вероятностного прогноза в случайной среде был проведен опыт со случайной последователь-

ностью построенной специальным образом. Испытуемому подавалась случайная последовательность из 4-х сигналов, которым соответствовали 4 реактивные кнопки. Последовательность разбивалась на четверки сигналов, в которой I сигнал выбирался с вероятностью I/4 из 4-х возможных сигналов, II - с вероятностью I/3 из 3-х оставшихся сигналов, III - с вероятностью I/2 из 2-х оставшихся и четвертым был оставшийся сигнал. Оказалось, что средние ВР для каждого сигнала по всей последовательности одинаково. ВР в зависимости от места в четверке уменьшалось с номером сигнала. Причем, ВР на I в четверке сигнал равнялось ВР выбора из 4х равновероятных сигналов в бернуллиевском ряду сигналов, ВР на III сигнал равнялось ВР выбора из 2-х сигналов в бернуллиевском ряду сигналов, ВР на IУ сигнал равнялось времени простой реакции. Следовательно ВР зависит не от частоты появления сигнала в последовательности, а от суб"ективного прогноза испытуемого в каждый момент времени.

В описанных опытах было выявлено, что ВР зависит от прогнозируемой испытуемым вероятности появления сигнала, а не от частоты его появления. Частота появления сигнала влияет на ВР лишь постольку, поскольку от нее зависит вероятностный прогноз. На основе вероятностного прогноза осуществляется преднастройка к действию в той ситуации, которая ожидается с наибольшей вероятностью. Такая преднастройка была выявлена в опытах в которых одновременно с измерением ВР регистрировалась ЭМГ сгибателей больших пальцев обеих рук. Результаты исследования показали существование преднастройки, проявляющейся в изменении биоэлектрической активности мышц.

Если ВР определяется степенью моторной преднастройки, то можно было бы полагать, что существенной является частота ответов, а не частота появления сигналов.

В описанных опытах частоты сигналов и ответов совпадали. Для выявления роли прогнозируемой вероятности появления сигнала и прогнозируемой вероятности ответной реакции нами были проведены опыты, в которых множество сигналов было больше множества ответов, так что возможно было независимое варьирование стимульной неопределенности и неопределенности ответов. Опыты ставились таким образом, что возможно было сравнивать ВР на сигналы появляющиеся с одинаковой вероятностью, но требующие ответа с различной вероятностью. ВР оказалось тем меньше, чем больше

вероятность появления сигнала. С другой стороны, сравнивались ВР на сигналы с одинаковой вероятностью появления, но требующие ответа с различной вероятностью. ВР было тем меньше, чем больше вероятность ответа. Т.о. оба фактора - и вероятностный прогноз ответа и вероятностный прогноз стимула играют важную роль.

Все приведенные выше рассуждения справедливы в ограниченном и совершенно определенном круге ситуаций, когда все сигналы имеют одинаковую значимость для человека.

Введение различной значимости разных сигналов ведет к отчетливому нарушению зависимости ВР от вероятности появления сигналов

В проведенных нами исследованиях испытуемому в **случайном** порядке пред"являлись цифровые сигналы :"I" и "2", в ответ на появление которых испытуемый нажимал на соответствующие кнопки. Соотношение вероятностей сигналов в разных последовательностях было различным (I. $P_I=P_2= 0,5$ 2) $P_I=0,75$ $P_2= 0,25$ 3)$P_I= 0,83$ $P_2= 0,17$). С каждой последовательностью было проведено три серии опытов отличающихся величиной вознаграждения за правильные быстрые реакции.

В одной серии (контрольной) испытуемых просили реагировать на появляющийся сигнал как можно быстрее и без ошибок. В другой серии за каждый быстрый ~~от~~ и безошибочный сигнал испытуемому дополнительно начислялось по 2 коп., о чем ему сообщалось перед началом опыта.В третьей серии вознаграждались быстрые и безошибочные реакции на один сигнал "2" (редкий сигнал при разновероятной последовательности). За реакции на сигналы с $P_2= 0,5$ выплачивалось 3 коп., при $P_2= 0,25$ выплачивалось 5 коп., при $P_2=0,17$ - 10 коп., так что общий выигрыш при разной частоте сигналов мог быть одинаковым.

В первой серии опытов ВР распределялось в соответствии с вероятностями.Во второй серии ВР по сравнению с первой серией уменьшалось в равной мере на оба равновероятных сигнала. В случае разновероятных сигналов во второй серии **ВР уменьшилось** в значительной мере на частый сигнал, снижение среднего ВР на редкий сигнал было незначительным.

В третьей серии опытов при равновероятной последовательности ВР на вознаграждаемый сигнал уменьшилось по сравнению с первой и второй сериями опытов; на невознаграждаемый сигнал ВР увеличилось. В случае разновероятный сигналов ВР снизилось на вознаграждаемый редкий сигнал и увеличилось на частый сигнал. Характерно, что по абсолютной величине ВР на редкий сигнал становится значительно меньше,чем ВР на частый сигнал.

Т.о., в случае равного выигрыша от быстрых реакций на оба сигнала испытуемые для достижения максимального выигрыша выбирают такую тактику поведения, которая приводит к снижению ВР только на частый сигнал за счет завышения ВР на редкий сигнал и увеличения числа ошибочных реакций на редкий сигнал. В случае неравного выигрыша от скорости реакции на разные сигналы испытуемые снижают ВР и число ошибок на сигнал, дающий больший выигрыш. Такое снижение ВР и числа ошибочных действий происходит за счет увеличения ВР и числа ошибок на сигнал, дающий меньший выигрыш.

ВР оказывается функцией ожидаемого выигрыша, для достижения которого испытуемые выбирают различные тактики в зависимости от статистической структуры последовательности сигналов. Реакция на более редкий сигнал может оказаться более быстрой, чем на более частый сигнал, если быстрая реакция на него приносит больший выигрыш. При придании разным сигналам различной значимости зависимость ВР от вероятностей появления сигналов деформируется.

Т.о. очевидно, что необходимо исследование зависимости ВР от значимости сигнала. Но значимость сигнала, в отличие от его вероятности, не может быть задана до опыта. Один и тот же сигнал с одним и тем же вознаграждением может иметь различную значимость для разных людей и для одного и того же человека в различные моменты времени. О значимости сигнала (вознаграждения или штрафа) для суб"екта мы можем судить только по его реакции на сигнал.

Предлагаются некоторые общие принципы измерения значимости сигналов.

Введение метрики для значимости раздражителя должно содержать в себе способ ее измерения и не входить в противоречие с существующим понятием значимости.

Примем:

I) Сигналы А и Б, требующие соответствующих реакий, равны по значимости, если будучи задаваемы стохастически с равной вероятностью ($P_A = P_B$), они дают одинаковое среднее ВР ($T_A = T_B$).

2) Сигнал А более значим, чем сигнал Б, если при $P_A = P_B$ $T_A < T_B$

3) Сигнал А в n раз более значим, чем сигнал Б, если $T_A = T_B$ при $F(n) f(P_A) = f(P_B)$.

ЗАВИСИМОСТЬ ВРЕМЕНИ РЕАКЦИИ ОТ СТИМУЛЬНОЙ И ОТВЕТНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Шамрина И.Е. (ВНИИС, Москва)

Целью нашего исследования было выяснение вопроса о влиянии стимульной неопределенности и неопределенности ответов на время реакции, в условиях предъявления равно и разновероятных сигналов.

Наш эксперимент состоял из 10 серий по 120 предъявлений каждая. Серии отличались друг от друга числом альтернативных сигналов, из которых производился выбор, и частотой, с которой подавались сигналы. Число ответов во всех сериях равнялось двум, вероятность же их менялась.

В качестве раздражителей предъявлялись цифры от 1 до 8 через задающее устройство на цифровую лампу, с интервалом в 5 сек.

При обработке данных вычисляли индивидуальную информацию по формуле $I = -\log P$, среднюю информацию $H = -\sum_{i=1}^{n} P_i \log P$ время на отдельный стимул с вероятностью появления P_i (время зависимости от индивидуальной информации) и среднее время по всем стимулам (время в зависимости от средней информации), а также разность между временем индивидуальной и средней информации и временем простой реакции.

Достоверность данных проверялась по критерию X^2 при доверительной вероятности 0,05. Результаты оказались удовлетворительными.

Наши эксперименты дали следующие результаты:

1). Время реакции при изменении стимульной неопределенности (H) с изменением равновероятных стимулов от 2 до 4, время реакции возрастает (394 – 485 мсек). При увеличении же стимульной неопределенности от 4 до 8 роста времени реакции не наблюдается (485 – 483 мсек).

Следовательно, здесь можно говорить о том, что существует какой-то предел роста времени реакции при увеличении числа предъ-

являемых равновероятных стимулов, т.е. большую роль начинает играть не стимульная неопределенность, а неопределенность ответов.

2). С изменением средней стимульной неопределенности (H) разновероятных стимулов (n = 2, 4, 8), прирост времени реакции одинаков при наличии 4 и 8 стимулов, но отличен в случае предъявления двух стимулов.

3). Разность времени реакции на редкий и частый сигнал уменьшается с увеличением числа альтернативных стимулов.

Таким образом, как при наличии равновероятных стимулов, так и при наличии разновероятных стимулов важную роль играет ответная неопределенность.

4). Сравнивая время реакции для сигналов (1,3,5,7), требующих ответа с одинаковой вероятностью 0,84, но имеющих разную вероятность появления (для цифры 1 вероятность появления-0,72, а для всех остальных цифр - 0,04), мы видим, что время реакции на цифру 1 равно 376 мсек, а на цифры 3,5,7 - 518 мсек.

Таким образом, мы видим, что время реакции зависит и от стимульной неопределенности.

Итак, подводя итоги данной работы, можно сказать, что время реакции зависит не только от стимульной неопределенности (что хорошо известно как закон Хика), но и от неопределенности ответов.

Попытаемся объяснить полученные результаты с помощью вероятностного прогнозирования, которое означает предугадывание вероятности появления какого-то события (в нашем случае стимула) на основе прошлого опыта и преднастройку организма к действиям в ответ на этот стимул. (Фейгенберг И.М.,..., 1963 г.).

Чем чаще встречались какие-то события в жизни организма, тем с большей вероятностью ожидаются эти события, тем больше готовность к реакциям на них.

В нашем случае это означает следующее: сигналы, имеющие одинаковую вероятность появления, могут предугадываться одинаково хорошо. Но если ответ на один из них имеет высокую вероятность, а ответ на другой - малую вероятность, то готовность к действию (преднастройка) для высоковероятного ответа будет больше, чем для маловероятного. Поэтому время реакции на маловероятный сигнал, требующий высоковероятного ответа, оказывается несколько заниженной по сравнению с тем, чего нужно было ожидать по закону Хика.

Полученные данные позволяют предположить, что стимульная неопределенность сказывается больше при наличии разновероятных стимулов, а ответная неопределенность - как при наличии разновероятных, так и при наличии равновероятных стимулов.

О РЕАКЦИЯХ НА ДВИЖУЩИЙСЯ ОБЪЕКТ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ СИГНАЛОВ В ПЕРИФЕРИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ.

Шихин И.А., г. Ленинград.

Современный уровень развития техники, особенно средств передвижения, требует всё более подробного изучения сенсо-моторных возможностей человека-оператора.

Реакции на движущийся объект(РДО) изучались рядом исследователей / Зимкин Н.В. -1934, Геялерштейн С.Г. -1958, Чебышева В.В. -1958, Лисенкова В.П. -1967, Гафаров А.З. -1969 и др. /. Однако, во всех известных нам исследованиях РДО осуществлялось при помощи центрального зрения.

В.В. Чебышева отмечает значительную роль периферического зрения при выполнении РДО.

В реальных условиях центральное зрение оператора часто бывает занято приемом информации требующей большой разрешающей способности зрительного анализатора. Одновременно могут возникать ситуации в которых от оператора требуется реакция на передвигающиеся объекты. Такие ситуации определяют актуальность изучения особенностей РДО при поступлении сигналов только в периферическое зрение.

В связи с этим нами были исследованы различия в выполнении РДО центральным периферическим зрением, а также при одновременной загрузке центрального зрения приемом цифровой информации.

Экспериментальная установка была выполнена на базе полуавтоматического периметра системы ПРП / БутовВ.И. -1967 /.

Усовершенствование периметра состояло в том, что на дуге (экране) были размещены шесть визиров (белые вертикальные полосы шириной 3 мм) под углом 15°, 45°, 75° от центра к периферии по правому и левому горизонтальным полумеридианам. Градуированная шкала, вращающаяся вместе с перемещением сигнала по дуге периметра, давала возможность регистрировать величину ошибки при выполнении РДО.

Сигнал перемещался по дуге периметра с постоянной скоростью 6 угловых градусов в 1 сек. Диаметр сигнала был равен 3 мм, яркость 10 нит. Внешняя освещенность экспериментальной камеры 5 люкс.

В опытах участвовало пять испытуемых с нормальным зрением.

В момент пересечения сигналом каждого визира испытуемый нажимал реактивный ключ.

Перед началом основных опытов испытуемые выполняли РДО без обязательного фиксирования центрального зрения в центре дуги периметра. Таким образом было получено по 20 замеров РДО на каждого испытуемого. Всего 100 исходных замеров.

В основных опытах часть испытуемых начинала работать с фиксированным в центре дуги зрением, другая часть, одновременно с выполнением РДО при помощи периферического зрения, принемала и перерабатывала цифровую информацию поступающую в центральное зрение. После пятиминутного перерыва условия работы менялись.

В основных опытах было получено 100 замеров по каждому варианту работы, при перемещении стимула от периферии к центру и от центра к периферии.

Всего в экспериментах получено 2500 замеров, которые были подвергнуты статистической обработке.

Исходные данные показали, что при помощи центрального зрения испытуемые выполняют РДО с достаточно высокой точностью ($\bar{x} = 0{,}567^{\circ}$; $\sigma = 0{,}304^{\circ}$).

Результаты основных опытов представлены в таблицах 1 и 2.

Из таблиц видно, что испытуемые способны выполнять реакции типа РДО при поступлении сигналов только в периферическое зрение. Однако, средняя ошибка статистически значимо ($P = 0{,}01$) увеличивается по сравнению с выполнением РДО центральным зрением (См. таблицу 1).

Величина ошибки и разброс данных возрастает в более периферийных точках (См. таблицу 2).

Одновременное выполнение приема и переработки цифровой информации статистически значимо ($P = 0{,}01$) увеличивает среднюю ошибку РДО по сравнению с пассивным фиксированием центрального зрения, увеличивается также и разброс данных (См. таблицу 2).

Полученные в экспериментах результаты должны приме-

Таблица 1.

Значимость различий средних результатов при выполнении РДО центральным и периферическим зрением (критерий "т").

Направление передвижения сигнала	От периферии к центру						От центра к периферии					
Полумеридиан	Правый			Левый			Правый			Левый		
Место расположения визиров	15°	45°	75°	15°	45°	75°	15°	45°	75°	15°	45°	75°
При пассивном фиксировании	3,4	6,7	7,4	4,4	4,8	8,8	4,5	5,5	7,1	6,2	7,08	7,3
При приёме и переработке цифровой информации	5,6	9,6	9,5	7,2	9,3	10,3	7,3	10,7	9,6	7,3	7,09	7,3

Таблица 2.

Средняя ошибка, разброс данных и значимость различий средних ошибок РДО при двух вариантах загрузки центрального зрения.

Направление передвижения сигнала		От периферии к центру						От центра к периферии					
Полумеридиан		Правый			Левый			Правый			Левый		
Место расположения визиров		15°	45°	75°	15°	45°	75°	15°	45°	75°	15°	45°	75°
При пассивном фиксировании центр. зрения	$\bar{X}$	0,98	1,67	1,91	1,11	1,75	2,33	1,16	1,45	1,77	1,61	1,69	1,94
	σ	0,75	1,33	1,53	0,83	1,37	1,72	0,84	1,28	1,40	1,06	1,27	1,44
При приёме и переработке цифровой информации	$\bar{X}$	1,40	2,56	2,63	1,58	2,29	2,87	1,68	2,73	3,39	2,12	2,40	2,65
	σ	1,12	1,83	1,94	1,14	1,59	2,03	1,14	1,77	2,78	1,20	1,55	2,27
Значимость различий средних	T	3,2	3,9	2,99	3,4	4,4	2,06	3,7	5,8	8,4	3,1	3,5	2,6

маться во внимание при конструировании соответствующих средств отображения внешней обстановки, а также при оценке особенностей работы операторов управляющих средствами передвижения.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МИКРОИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПАЯЛЬЩИЦ И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ПАЙКЕ

М. Р. Щукин
/Пермь/

Во многих видах труда и спорта важнейшими качествами являются умения точно определять длительности промежутков времени и выполнять движения с необходимой скоростью. В ряде исследований доказана возможность целенаправленного развития этих качеств. С.Г.Геллерштейн [3] на основе экспериментального материала показал, что упражнения в точном восприятии микроэлементов времени существенно способствуют успешному овладению скоростными действиями и формированию умения управлять временем двигательной реакции. Из работы В.В.Карпова [5] вытекает, что внешняя система ориентиров, сигнализирующих о времени выполнения операций или их элементов, может служить средством обучения скоростным навыкам.

Нами была сделана попытка выявить микроинтервалы времени в деятельности паяльщиц и разработать на этой основе методику обучения трудовым действиям. Работа проводилась на Пермском телефонном заводе в 1967-1968 годах. Была изучена деятельность 24 паяльщиц, работающих в разных цехах завода. Исследовалась пайка электропаяльником, применяемая при изготовлении телефонных аппаратов. В работе принимала участие Н.А.Канашина.

Предварительные наблюдения за работой паяльщиц показали, что время касания наконечника паяльника к точкам обрабатываемых деталей /различного рода лепесткам, пистонам/, необходимое для их прогрева и пайки, редко выходит за пределы одной секунды. Было сделано предположение о том, что одним из профессионально важных качеств у этих работниц является "чувство времени", умение укладывать движения в определенные доли секунды.

При ознакомлении с соответствующими руководствами и пособиями обнаружилось, что относительно этого качества, как относительно и других профессиональных качеств, нет

четких указаний. Так, в одном из пособий говорится, что во избежание перегрева деталей пайку следует вести по возможности быстро [1]. Возникает вопрос: все ли точки деталей обрабатываются с возможной быстротой?

Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо точно зарегистрировать микроинтервалы времени, характеризующие моменты касания паяльника к различным точкам. Такая регистрация нами осуществлялась с помощью специально сконструированного прибора. Он состоит из следующих узлов: блока питания, электросекундомера, счетчика касаний, паяльника и панели с различными деталями для пайки. Прибор подключается к электрической сети. Через обмотки трансформатора напряжение понижается до необходимых уровней. С одной из обмоток трансформатора снимается напряжение в 20 вольт. Через выпрямитель один провод подводится на реле и с реле - на панель с деталями для пайки. Второй провод с выпрямителя подводится к металлическому корпусу паяльника. При касании наконечника паяльника к точке панели образуется цепь для питания реле. Реле срабатывает и замыкает контакты, к которым подключены электросекундомер ПВ 53-Л /цена деления равна 0,01 секунды/ и счетчик касаний. К счетчику через выпрямитель и контакт реле подводится напряжение от одной из обмоток трансформатора, а к секундомеру подводится переменное напряжение в 220 вольт. В приборе имеются выводы для подключения паяльника.

Описанный прибор позволяет воспроизводить реальную пайку типичных деталей разных изделий и регистрировать при этом число касаний паяльника к точкам деталей и время, затрачиваемое на касания. Такая регистрация позволила установить среднее время, необходимое для пайки различных точек.

Обработка и анализ полученных данных показали, что на пайку различных точек затрачивается различное время. Эти различия находятся, как правило, в пределах одной секунды. Во временных показателях проявляются индивидуальные особенности работниц. Но вместе с тем выяснилось, что не-

которые группы точек по времени касания с паяльником отличаются друг от друга на статистически значимом уровне. На основании изучения микроинтервалов времени в деятельности опытных работниц были выделены 3 группы точек, характеризующиеся следующими временными отрезками, необходимыми для их пайки: 0,35±0,05 сек, 0,50±0,05 сек и 0,65±0,05 сек. Эти различия во времени обусловлены тем, что для прогрева различных точек требуется разное время соприкосновения с наконечником паяльника. Поэтому в зависимости от размеров и других особенностей обрабатываемых точек временные показатели могут быть несколько отличными от указанных.

Было обнаружено, что передержка паяльника на точке приводит к излишней трате припоя, непродуктивным повторным действиям, выходу некоторых деталей из строя. Вместе с тем и недодержка паяльника на точке приводит к дефектам в пайке. Как видим, пайка предъявляет достаточно жесткие требования к работницам в плане различения микроинтервалов времени и регуляции в соответствии с этим своих движений. Скорость реагирования здесь не совпадает с умением действовать как можно быстрее. Эта скорость оказывается управляемой. В одних случаях паяльник отрывается почти мгновенно после прикосновения к точке, в других - задерживается на определенный промежуток времени. Таким образом, скорость реагирования в данном случае, как и в исследовании С.Г.Геллерштейна [3], выступает как очень сложное качество, в котором важную роль играют тонко дифференцированные задержки движений.

Как же у паяльщицы формируется "чувство времени"? Оказалось, что развитие данного качества идет в основном стихийно. Обучающая паяльщица при показе приемов работы не в состоянии дать четких указаний о различиях в длительности прогрева разных точек с помощью паяльника. Поэтому указания носят общий характер, например: "Долго не нужно держать паяльник на точке". Дело усложняется еще тем, что опытные работницы не всегда осознают задачу:

обучить новых работниц "чувству времени". Многие из них не отдают себе отчета в том, что они умеют дифференцировать микроинтервалы времени.

Указанные обстоятельства приводят к тому, что обучающаяся работница не получает необходимой информации о длительности микроинтервалов времени для обработки тех или иных точек и в силу этого не имеет возможности контролировать правильность своих действий. Обучение идет на неполной ориентировочной основе действия /первый тип обучения по П.Я.Гальперину [2]/, что неизбежно приводит к ошибкам и непродуктивным повторным действиям. Такая недостаточная организация усвоения трудовых действий приводит также к тому, что некоторые отрицательные проявления индивидуальных различий /задержка паяльника на точке, обилие повторных касаний к точке и т.д./ не ограничиваются и становятся привычными.

При разработке методики формирования "чувства времени" мы исходили из положений о роли специальных упражнений в развитии профессионально важных качеств. В работах С.Г.Геллерштейна [4], К.К.Платонова [6], В.В.Чебышевой [7] и других исследователей обоснована необходимость активизации самоконтроля при обучении труду и важность использования для этого регистрирующих устройств и тренажеров. Реализация названных положений способствует тому, что процесс формирования профессиональных качеств становится управляемым.

Для обучения пайке нами было использовано описанное выше техническое устройство. Оно здесь выступило в качестве тренажера. На основании показаний электросекундомера работница получает точную информацию о временных характеристиках своих действий. Предварительно ей даются нормы смещения стрелки секундомера при обработке различных точек. Для облегчения ориентировки на соответствующих местах циферблата наклеиваются полоски цветной бумаги.

Сопоставляя заданную норму с фактически затраченным временем на пайку точки, работница получает реальную воз-

можность внести в последующие действия соответствующие изменения. Она ориентируется главным образом на результат действия. Ориентировка на протекание действия и внесение поправок по ходу его выполнения оказываются здесь затруднительными. В процессе тренировки паяльщица научается отрывать паяльник от точки по принципу так называемых молниеносных реакций.

Известно, что "чувство времени" основано на совместной деятельности нескольких анализаторов. В нашем случае, наряду с мышечными и зрительными ощущениями, важную роль играли слуховые ощущения. Оказалось, что дополнительная ориентировка на длительность треска секундомера в момент касания паяльника к точке облегчает усвоение необходимых временных интервалов.

Обучающий эксперимент свидетельствует о весьма интенсивном характере формирования "чувства времени" при использовании тренажера. Существенные сдвиги наблюдаются уже после одного сеанса обучения. В течение такого сеанса выполняются упражнения на касания ненагретым паяльником к различным группам точек. Сначала паяльник подводится к каждой группе точек по 10 раз подряд, потом - по 5 раз в разной последовательности. После этого при выключенной зрительной ориентировке /слуховая ориентировка остается/ паяльщица касается по 5 раз к группам точек в разной последовательности. Уже здесь работницы показывают близкое к нормам время, отклонения составляют не более 0,1 сек. При больших отклонениях предлагается дополнительная тренировка с ненагретым паяльником.

Затем паяльник включается в блок питания и производится пайка. Здесь время касания к точкам по сравнению с нормами заметно увеличивается. Это следует объяснить возрастанием сложности упражнений. Однако соотношение между временем пайки равных групп точек сохраняется. После 4-5 сеансов обучения испытуемые, которые до этого не имели дела с пайкой, научаются достаточно строго выдерживать необходимые микроинтервалы времени непосредственно при

работе. Между тем регистрация их деятельности до этих упражнений показывает, что, во-первых, отсутствует закономерное соотношение между интервалами времени пайки различных точек и, во-вторых, эти интервалы превышают соответствующие нормы от 3 до 8 раз. Аналогичные ошибки, но в менее ярко выраженной форме, проявляются и у тех паяльщиц, которые проработали по нескольку месяцев.

Отчетливый сдвиг в формировании "чувства времени" несомненно объясняется осведомленностью работницы во временных характеристиках своих действий. Есть основания утверждать, что разработанная методика приближается к обучению на полной ориентировочной основе действия /второй тип обучения по П.Я.Гальперину [2]/, когда слепые пробы и ошибки исчезают и формирование знаний и умений становится управляемым процессом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Винников И.З. Паяльные работы. М., Изд-во "Высшая школа", 1966.

2. Гальперин П.Я. Развитие исследований по формированию умственных действий. Сб."Психологическая наука в СССР", т.1. М., Изд-во АПН РСФСР, 1959.

3. Геллерштейн С.Г. "Чувство времени" и скорость двигательной реакции. М., Медгиз, 1958.

4. Геллерштейн С.Г. Вопросы психологии труда. Сб. "Психологическая наука в СССР", т.П. М., Изд-во АПН РСФСР, 1960.

5. Карпов В.В. Сигнальное программирование временной структуры и последовательности действий как предпосылка для самоконтроля в формировании и регулировании индивидуального темпа. "Вопросы психологии", 1964, № 2.

6. Платонов К.К. Вопросы психологии труда. М., Медгиз, 1962.

7. Чебышева В.В. Самоконтроль в процессе труда и обучения. Сб."Вопросы психологии обучения труду". М.,Изд-во АПН РСФСР, 1962.

Цена 70 коп.

VI
A 6396
4767531

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00476753 1