

УДК 612.66/.68; 591.139

## СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ И УМСТВЕННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СТУДЕНТОВ

Алферчик Е. В., Телеш И. В., Дроздов Д. Н.

Учреждение образования

«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

г. Гомель, Республика Беларусь

### *Введение*

Возможности краткосрочной памяти обеспечивают выполнение текущих поведенческих и мыслительных операций человека. Согласно современным гипотезам [1, 2] мы знаем, что кратковременная нейробиологическая память формируется в результате электрохимических процессов, происходящих в нейронах коры большого мозга и ряда подкорковых структур. Циркуляция электрохимических сигналов, вызывающих мгновенные неосознаваемые ощущения, происходит в корковых пирамидальных клетках V–VI слоев, преимущественно, лобных и теменных областей коры большого мозга. Они представляют собой структурную основу нейрофизиологического механизма краткосрочной памяти. Реализация процессов кратковременного запоминания не связана с химическими или структурными изменениями нейронов, она возникает в виде непродолжительного изменения физико-химических свойств мембраны, а также динамики медиаторов в синапсах [3].

Временные рамки изменения метаболической активности и скорости ионных токов оцениваются секундами, которые ограничивают процессы мгновенной сенсорной памяти. Реверберация возбуждения по замкнутым цепочкам нейронов позволяет удержать нейрональный след памяти более длительный промежуток времени — от нескольких минут до десятков. Этот период называют периодом консолидации памяти. В экспериментах на животных было показано, что устойчивое закрепление и переход информации в долговременную память происходит спустя 10 и более минут.

Что же касается объема информации, которую фиксируют нейроны? Процесс бессознательной обработки информации, который называется мгновенной сенсорной (или иконической) памятью является результатом образования динамического нейронального следа. Его длительность составляет 1–1,5 с. За этот момент весь поток сигналов, способных вызвать рецепторный ответ, запечатлевается организмом, создавая основу эффективного функционирования кратковременной памяти. Ряд ощущений воспринимается сенсорной системой, но не находит отражения в сознании и далее не сохраняется. Другая часть ощущений удерживается в реверберационной цепи нервных клеток и, в дальнейшем, поддерживается за счет динамического изменения физико-химических изменений рецепторных мембранных структур.

Таким образом, краткосрочную память можно назвать субстратным фильтром памяти. В данном случае под субстратом здесь мы подразумеваем целостный поток сигналов, воспринимаемых всей рецепторной системой организма. Интенсивность и длительность тех или иных сигналов определяет дальнейший ход биохимических механизмов, связанных с построением реверберационных цепей нейронной сети (гипотезы Линч и Бодри [3], Хиден, И. П. Ашмарин [3]).

### *Цель работы*

Изучение взаимосвязи скорости восприятия и обработки информации с возможностями осмысленного запоминания.

### *Материалы и методы исследования*

Исследование проводилось в 2008–2009 гг. на базе лаборатории биологического факультета Учреждения образования «Гомельский государственный университет им.

Франциска Скорины». В исследовании приняли участие 100 студентов 4–5 курсов дневной формы обучения. Возраст группы составлял 19–21 год.

Материалом исследования служили результаты тестов, выполненных студентами. Использовались два стандартных теста, позволяющих оценить состояние умственной работоспособности (тест по В. Некрасову) и тест на выявление объема кратковременной памяти. Первый тест позволил нам оценить как общую работоспособность студентов и сравнить различие между девушками и юношами, так и оценить индивидуальную скорость обработки информации.

Индивидуальная скорость обработки информации была выражена через количество времени, затраченного на воспроизведение одного мнемонического символа. В расчетах мы использовали следующую формулу (1):

$$I = \frac{N_{\text{симв}}}{t_{\text{вып. теста}}}, \quad (1)$$

где  $I$  — скорость обработки информации, символ/секунда,  $N_{\text{симв}}$  — общее количество символов теста,  $t_{\text{вып. теста}}$  — время выполнения теста.

Второй тест позволил оценить скорость запоминания ассоциативных понятий. В частности, студентам предлагалось за одну минуту запомнить 25 слов, а затем в течение 5 минут воспроизвести их, записав в любом порядке. Расчет скорости запоминания одного ассоциативного понятия проводился по формуле (2):

$$I = \frac{N_{\text{симв}}}{t_{\text{запоминания}}}, \quad (2)$$

где  $I$  — скорость запоминания одного ассоциативного понятия, символ/секунда,  $N_{\text{симв}}$  — общее количество понятий теста,  $t_{\text{вып. теста}}$  — время на запоминание набора предложенных понятий.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета *SPSS v13.0* (2004 г.), «*Statistica*» 6.0 (1999 г.). Для анализа использовались методы непараметрического корреляционного и регрессионного анализа, описанная в [5].

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Исходная выборка включала в себя две однородные по возрасту группы юношей и девушек (коэффициент вариации 0,10). Для сравнения распределения скорости обработки информации и скорости запоминания у девушек и юношей был использован критерий Манна-Уитни ( $U$ -критерий). Значение критерия Манна-Уитни для скорости обработки информации между девушками и юношами составило 899, уровень достоверной вероятности ( $p$ -уровень) 0,084. Для скорости запоминания значение критерия составило 1035,5, уровень значимости ( $p$ -уровень) 0,46. В результате сравнения было установлено, между скоростью обработки информации и скоростью запоминания у девушек и юношей нет достоверного различия. Это значит, что пол студента, не является фактором, влияющим на процессы восприятия и запоминания. Следовательно, выборку в половозрастном аспекте можно считать гомогенной. Зависимость между скоростью обработки информации и скоростью запоминания была оценена с помощью коэффициента корреляции Спирмена ( $\rho$ ) [5]. На рисунке 1 представлен график рассеяния точек в поле анализируемых показателей. Значение коэффициента Спирмена составило 0,63, среднеквадратическая ошибка коэффициента корреляции для уровня значимости  $\alpha = 0,05$  составил 0,36. Аппроксимация точек была выполнена с помощью логарифмической кривой вида (формула 3):

$$y = 0,11 \times \ln(x) + 0,28, \quad (3)$$

Значение коэффициента корреляции в уравнении регрессии равно 0,63. Из чего видно, что

возможности памяти зависят от аналитической скорости обработки информации. Характер связи носит нелинейный вид. Скорость обработки информации является не единственным фактором, влияющим на запоминание.

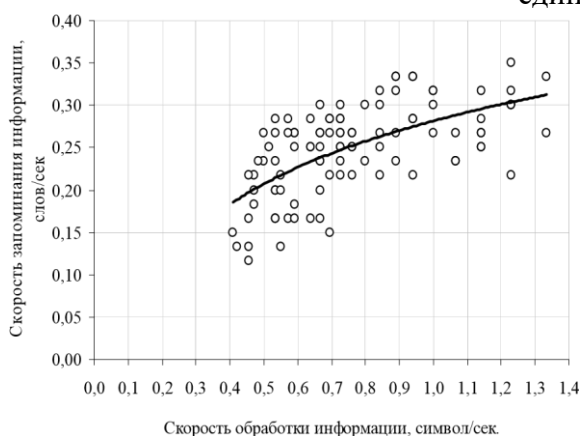


Рисунок 1 — Связь скорости запоминания и скорости обработки информации студентов

Объем кратковременной памяти, согласно Г. Эббингаусу составляет  $7 \pm 2$  единицы и храниться такая информация 5 минут, т. е. с течением времени вероятность удержать в памяти большое количество запоминаемых понятий будет уменьшаться. Стирание следов мгновенной памяти происходит по экспоненциальному закону, с постоянной времени 0,15 с. [3]. В нашем случае на воспроизведение слов отводилось 5 минут. Таким образом, мы определили оптимальное время удержания информации в мгновенной памяти субъекта. Для этого по формуле (4) была рассчитана доля информации, которая остается в памяти с учетом экспоненциального закона стирания следов памяти с постоянной 0,15 с.

$$I' = e^{-0,15 \cdot t} \quad (4) \text{ где } I' —$$

доля остаточной информации в памяти в период времени  $t$ .

Из рисунка 2 видно, что угол наклона экспоненциальной функции (1) описывающей скорость запоминания более чем в 6 раз больше чем угол наклона функции характеризующей скорость запоминания 7–9 понятий (2). То есть к 9 секунде происходит резкое снижение восприятия и удержания в памяти ассоциативных понятий. В результате чего сохраняется ограниченное число реверберационных цепей, позволяющих удерживать до 10 понятий в памяти.

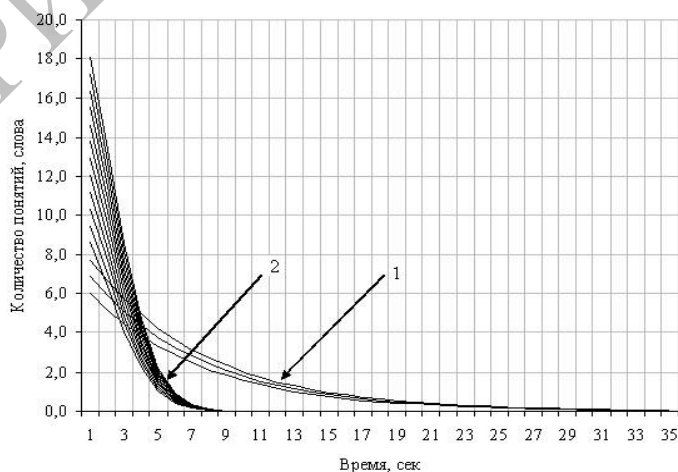


Рисунок 2 — Динамика снижения следов мгновенной памяти

### Выводы

Таким образом, удержание информации в кратковременной памяти может быть описано экспоненциальной функцией, а это значит, что можно охарактеризовать процесс забывания в виде математического уравнения. Кроме того, проследив индивидуальную динамику того, как изменяется величина остаточной информации в памяти в разные моменты времени

удержания информации, можно оценить возможности мгновенной и более продолжительной оперативной памяти.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Рохлов, В. С.* Практикум по анатомии и физиологии человека: Учебное пособие / В. С. Рохлов, В. И. Сивоглазов. — М.: Академия, 1999. — 160 с.
2. *Андропова, М. В.* Умственная работоспособность и состояние здоровья младших школьников, обучающихся по разным педагогическим системам / М. В. Андропова, Г. В. Бородкина, Л. М. Кузнецова // Физиология человека. — 1998. — Т. 24. № 5. — С. 184.
3. *Руководство к лабораторным занятиям по общей и возрастной физиологии: учебное пособие для вузов / А. А. Гуминский [и др.].* — М.: Просвещение, 1990. — 240 с.
4. *Ефимова, М. Р.* Общая теория статистики: учебник / М. Р. Ефимова. — 2-е изд. — М.: ИНФРА-М, 2006. — 416 с.
5. *Рокицкий, П. Ф.* Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. — М.: Выс. шк., 1967. — 328 с.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ имени Ф. Скоринны