

## ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕДЕНЧЕСКОГО И ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНОГО КОМПОНЕНТОВ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СЛОЖНОГО СЕНСОМОТОРНОГО ТЕСТА "СТРЕЛОК"

С. И. Гуляева<sup>1</sup>, В. Ю. Сулин<sup>1</sup>, О. Н. Масютина<sup>1</sup>, Ю. А. Савина<sup>1</sup>, Г. А. Вашанов<sup>1</sup>, Б. В. Журавлев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

<sup>2</sup>ФГБНУ «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина»

Поступила в редакцию 01.08.2018 г.

**Аннотация.** С участием 35 студентов медико-биологического факультета ВГУ проведены регистрация и системный анализ поведенческих, электроокулографических (ЭОГ) и электромиографических (ЭМГ) показателей операторской деятельности добровольцев с использованием компьютерной модели сложного сенсомоторного теста "Стрелок" и аппаратно-программного комплекса "Нейрон-спектр 4П". В соответствии с предварительной инструкцией студенты обучались выполнять сложные зрительно-моторные акты (6 серий по 10 попыток в каждой), останавливая движущуюся "мишень" нажатием клавиши компьютерной "мышки" в определенном секторе "поля стрельбы" на экране дисплея. Успешность операторской деятельности студентов оценивалась в условных баллах и зависела от точности их сенсомоторной реакции и сектора "поля стрельбы", в котором совершался поведенческий акт. Установлено, что только у 27 обследованных студентов (77%) на основе предварительной инструкции сформировалась целостная функциональная система, включающая результативный поведенческий акт. Восемь студентов (23%) в первых попытках тестирования осуществляли только слежение за движущейся мишенью без моторного акта. Операторы самостоятельно принимали решения о выборе тактики своей деятельности на основе информации о результативности отдельных поведенческих актов и в целом по каждой серии. На основе анализа результативности целенаправленного поведения студентов выделены три группы операторов: высоко-, средне- и низкорезультативные. Установлено, что результативность операторской деятельности определялась тактикой поведения обследуемых студентов. 16 студентов (46%) выбирали тактику минимального риска и, в основном (на 69%), составляли группу высокорезультативных операторов. По результатам наших исследований операторы в первых попытках определялись с выбором одной из альтернативных тактик поведения (максимального или минимального риска) и использовали эту тактику до конца исследования. На основе анализа ЭОГ и ЭМГ показателей дана характеристика окулографических (зрительных) и двигательных компонентов в зависимости от результативности целенаправленного поведения операторов. Установлено, что амплитудно-частотные параметры ЭОГ и ЭМГ отражают нейрофизиологические процессы создания предпусковой интеграции и принятия решения сложного сенсомоторного поведения.

**Ключевые слова:** операторская деятельность, сложный сенсомоторный тест, результативность целенаправленной деятельности, тактика, системный анализ

В современном обществе операторская деятельность, как процесс использования информационных и цифровых технологий, не только проникла в сферу практически всех профессиональных компетенций, но стала повсеместно распространенной. Одной из важнейших проблем современной нейробиологии является познание психофизиологических механизмов, лежащих в основе организации

целенаправленной деятельности человека [1, 2, 3]. Человек-оператор должен постоянно оценивать текущую ситуацию и принимать решения. Проблему выбора и принятия решения традиционно изучали в психологии и нейрофизиологии. Сегодня возникли и развиваются новые междисциплинарные направления исследований - нейроэкономика и нейромаркетинг [3,4,5].

Несмотря на достижения в области инструментальных методов исследования когнитивных процессов с использованием лучевой диагностики,

© Гуляева С. И., Сулин В. Ю., Масютина О. Н., Савина Ю. А., Вашанов Г. А., Журавлев Б. В., 2018

магнитоэнцефалографии и информационных технологий, вопрос о нейрофизиологических механизмах принятия решений изучен недостаточно [3].

В связи с вышеизложенным, цель данного исследования состояла в изучении индивидуальных характеристик поведенческого и электроокулографического компонентов целенаправленной деятельности студентов при выполнении сложного сенсомоторного теста «Стрелок».

## МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Работа выполнена в лаборатории электрофизиологии им. проф. А.И. Лакомкина кафедры физиологии человека и животных медико-биологического факультета Воронежского государственного университета. В исследовании приняли участие 35 студентов-добровольцев (27 девушек и 8 юношей) в возрасте от 18 до 24 лет.

Тестирования проводили с информированием студентов о целях и содержании исследований, получением добровольного их согласия на проведения обследований и с соблюдением всех принципов био-медицинской и нейроэтики.

В качестве модели целенаправленной операторской деятельности использовали компьютерный вариант сложного сенсомоторного теста «Стрелок», разработанный в лаборатории общей физиологии функциональных систем НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина (г. Москва) [6] и модифицированный на кафедре физиологии человека и животных ВГУ.

Исследование проводили с использованием компьютера Intel Pentium IV (CPU 3.2 Гц, видеокарта NVIDIA GeForce 7300 GS) с ЖК-дисплеем Samsung SyncMaster 940 N (1280x1024, с частотой обновления экрана 72 Гц). Монитор располагали на расстоянии 70 см от обследуемого.

В качестве стимульного объекта использовали круглую "мишень" (круг диаметром 10 мм), движущуюся на экране дисплея по часовой стрелке по дуге сектора в  $90^\circ$  («поле стрельбы») из крайне левого положения. Задача оператора заключалась в остановке "мишени" как можно ближе от места ее появления в "поле стрельбы". Для этого с помощью компьютерной "мыши" необходимо было осуществить встречное (справа налево) перемещение луча шириной 1 мм и длиной  $2/3$  от высоты сектора, и в момент его совмещения с мишенью нажать левую клавишу «мыши» (рис. 1).

Тест состоял из 6 серий по 10 попыток в каждой. Между попытками и сериями луч можно было свободно передвигать по "полю стрельбы",

но в момент появления мишени луч автоматически возвращался на исходную позицию – в крайне правое положение "поля стрельбы". Временная задержка между попытками в наших исследованиях составила 8 с, между сериями – 20 с. Скорость движения мишени  $45^\circ/\text{с}$  (дугу  $90^\circ$  сектора "поля стрельбы" "мишень пролетала" за 1.8 с).

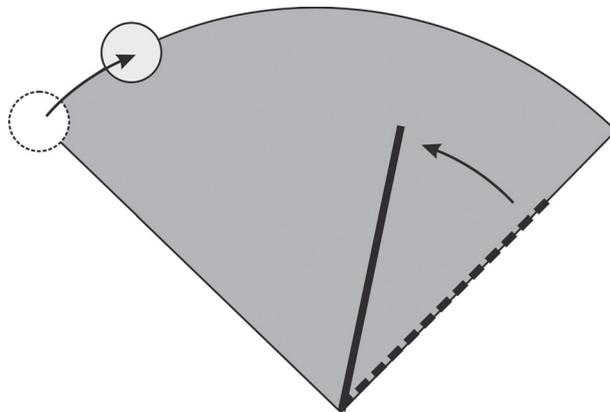


Рис. 1. Схема "поля стрельбы" (пунктирными линиями обозначены исходные положения "мишени" и луча)

Программа автоматически регистрировала и записывала в файл координаты "мишени" и компьютерной "мышки" (луча), нажатие клавиши "мышки" и результативность зрительно-моторной реакции оператора в балльной оценке.

Сектор "попадания" в цель составлял  $\pm 3^\circ$  от центра "мишени". Если оператор не успевал нажать клавишу «мышки», засчитывался пропуск мишени (0 баллов). "Поле стрельбы" было условно разбито на 10 секторов (по  $9^\circ$  каждый). В зависимости от того, в каком из этих секторов производился "выстрел", начислялся определенный балл за "попадание" или "промах" (рис. 2).

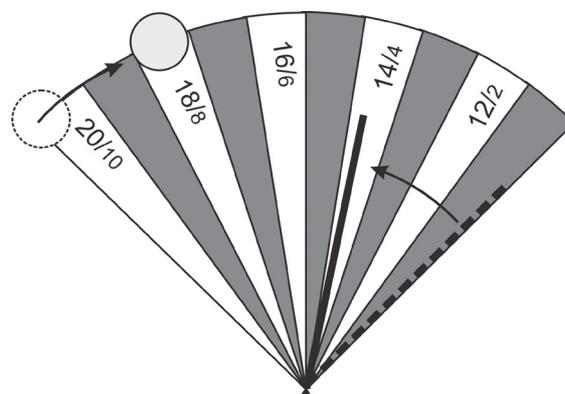


Рис. 2. Схема балльной оценки в тесте "Стрелок" (баллы за "попадание"/баллы за "промах")

В период оперативного покоя - между попытками и между сериями - на экране предъявлялась информация о результативности оператора: коли-

честве начисленных баллов за попытку и суммарном количестве баллов за серию.

После чтения предварительной инструкции об условиях и балльной оценке тестирования, оператор самостоятельно выбирал цвет "поля стрельбы" из четырех предложенных вариантов: серый, синий, зеленый или красный.

Одновременно с параметрами двигательных реакций операторов с помощью компьютерного полиграфического комплекса «Нейрон-спектр 4П» (ООО «Нейрософт») регистрировали электроокулограмму (ЭОГ), электромиограмму (ЭМГ), электрокардиограмму (ЭКГ) и отметки выполнения теста «Стрелок» (появление мишени, нажатие "мышки"). Регистрацию электрофизиологических показателей проводили с частотой опроса АЦП 500 Гц и фильтрами частот 0.05 Гц и 200 Гц.

Электрокардиограмму регистрировали в первом стандартном отведении. Окулографические электроды располагали симметрично позади processus zygomaticus лобной кости. Активный миографический электрод закрепляли на указательном пальце правой руки, которым операторы осуществляли «выстрел», т.е. нажатие на клавишу "мышки".

Первичный анализ ЭОГ, ЭМГ и ЭКГ - выделение эпох соответственно поведенческим актам, амплитудные и частотные характеристики биопотенциалов - проводили с использованием программного обеспечения «Нейрон-спектр.NET» (ООО «Нейрософт»).

Статистический анализ результативности операторской деятельности включал расчет средних значений, дисперсии и ошибок средних величин зарегистрированных параметров, достоверность различий сравниваемых показателей оценивали при  $p < 0.05$ . Статистическую обработку осуществляли с помощью программы Excel.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

При анализе полученных результатов мы исходили из положений теории функциональных систем о том, что данная целенаправленная деятельность формируется на основе предварительной инструкции и в процессе выполнения теста на основе интеграции обстановочных, мотивационных и санкционирующих афферентаций [1, 7].

При выполнении первых попыток теста 8 операторов (22.8%) пропустили «мишень». В целом, отсутствие двигательных реакций операторов в разных сериях теста зарегистрированы в 23 слу-

чаях.

Известно, что типологические особенности поведенческой деятельности человека находят отражение в результативности, ошибочности, скорости выполнения поставленных задач. Результативность целенаправленной деятельности при выполнении теста «Стрелок» оценивали по следующим критериям: количество попаданий в мишень (результативная попытка), количество промахов и пропусков мишени (ошибочные попытки); суммарное количество полученных баллов, динамика процесса обучения.

В целом по обследованной группе было выявлено, что среднее количество попаданий за весь период тестирования (1-6 серии теста) составило  $62.2 \pm 3.2\%$ , среднее количество промахов -  $36.6 \pm 3.6\%$  и среднее количество пропусков, соответственно,  $1.3 \pm 0.6\%$  от общего количества попыток.

Проведенные ранее исследования показали, что операторы обучаются работе с тестом в течение первых трех серий. Поэтому далее мы проанализировали указанные выше показатели за первые три и последние три серии теста [8].

При выполнении 1-3 серий теста среднее количество попаданий, совершенных испытуемыми, составило  $55.0 \pm 3.5\%$ , среднее количество промахов и пропусков  $43.3 \pm 2.6\%$  и  $1.6 \pm 0.7\%$ , соответственно. При выполнении 4-6 серий теста среднее количество попаданий было достоверно выше -  $69.3 \pm 2.9$  ( $p < 0.05$ ), а количество промахов и пропусков уменьшилось до  $29.8 \pm 2.9\%$  ( $p < 0.05$ ).

Динамика средней результативности целенаправленной деятельности операторов по сериям теста представлена на рисунке 3.

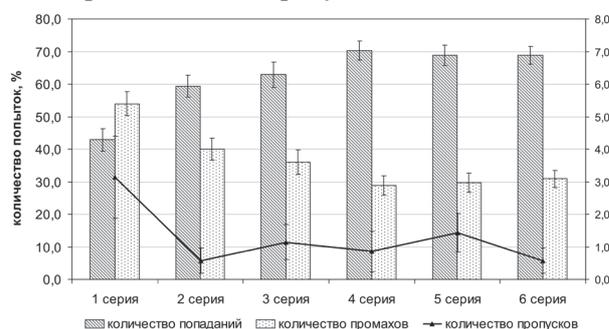


Рис. 3. Динамика средней результативности операторов при выполнении теста «Стрелок»: по оси ординат — % попаданий, промахов и пропусков от общего количества попыток

Таким образом, процесс обучения операторов выполнению сенсомоторного теста «Стрелок» проявлялся в увеличении количества попаданий

в мишень и уменьшении количества ошибочных реакций (промахов и пропусков мишени).

Анализ количества «выстрелов», совершенных операторами в разных секторах, показал, что подавляющее большинство двигательных реакций  $-72\pm 2\%$  - выполнено в трех правых секторах. Количество нажатий в центральных секторах в среднем составило  $27\pm 2\%$ .

Особенностью данного варианта сенсомоторного теста «Стрелок» явилась возможность выбора операторами собственной тактики деятельности: получение результата с меньшей балльной оценкой при минимальном риске неудачных попыток в правых секторах, или получение высоких баллов при смещении луча в центральные сектора с большей вероятностью совершения ошибки или промаха.

Сравнительный анализ поведенческих показателей обследованных студентов выявил три типа тактик, использованных операторами в тесте "Стрелок".

1 тип - тактика минимального риска («выживание»). Среднее количество нажатий в левом секторе за 1-6 серии в этой группе составило  $0.2\pm 0.1\%$ , центральном –  $7.0\pm 1.8\%$ , в правом секторе –  $92.8\pm 1.8\%$  от общего количества нажатий. Данный тип тактики использовали 16 человек (46% обследуемых, 12 девушек и 4 юношей).

2 – тактика со сменой сектора («промежуточная»). Среднее количество нажатий в левом секторе за 1-6 серии в этой группе составило  $0.6\pm 0.4\%$ , центральном –  $43.9\pm 1.9\%$ , в правом секторе –  $55.6\pm 2.0\%$  от общего количества нажатий. Данный тип тактики использовали 9 человек (26%, из них 7 девушек и 2 юноши).

3 – тактика максимального риска («рискованная»). Среднее количество нажатий в левом секторе за 1-6 серии в этой группе составило  $0.3\pm 0.3\%$ , центральном –  $77.7\pm 3.4\%$ , в правом секторе –  $22.0\pm 3.4\%$  от общего количества нажатий. Данный тип тактики использовали 10 человек (28%, из них 8 девушек и 2 юноши).

В работах, проведенных ранее с использованием теста «Стрелок» в качестве модели целенаправленной деятельности было установлено, что тип используемой оператором тактики позволял оценить его профессиональные качества. Так осторожную тактику выбирали люди, способные к деятельности исполнителя. Рискованную тактику предпочитали лица, имеющие все необходимые качества для работы в сфере бизнеса или в качестве руководителя. Промежуточную тактику

- люди, занимающие должности руководителей среднего звена [9, 10].

По результатам выполнения сложного сенсомоторного теста «Стрелок» было выделено 3 группы операторов:

1 группа - высокорезультативные, 13 человек (37.1% от общего количества). Среднее количество попаданий за 1-6 серию в этой группе составило  $74.7\pm 0.8\%$ , количество промахов -  $23.5\pm 1.0\%$  и  $1.9\pm 0.6\%$  пропусков мишени;

2 группа – среднерезультативные, 12 человек (34.3% от общего количества). Операторы этой группы совершили  $62.8\pm 1.1\%$  попаданий,  $36.5\pm 1.2\%$  промахов и  $0.7\pm 0.3\%$  пропусков мишени;

3 группа – низкорезультативные, 10 человек (28.6% от общего количества). Операторы этой группы в среднем за весь период тестирования совершили  $45\pm 2\%$  попаданий,  $54\pm 2\%$  промахов и  $1\pm 1\%$  пропусков мишени.

Сравнительный анализ результативности и типов тактик обследуемых (рис. 4) показал, что среди низкорезультативных операторов 4 человека (40% от общего количества) использовали тактику максимального риска, 4 человека (40% от общего количества) – тактику со сменой сектора и 2 человека (20% от общего количества) – тактику минимального риска.

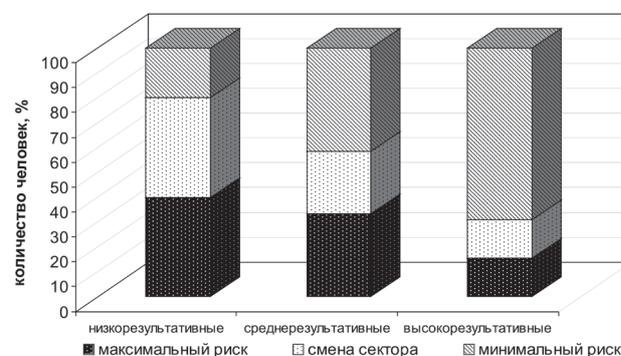


Рис. 4. Особенности выбора тактики поведения операторами с разным уровнем результативности

Среди среднерезультативных операторов 5 человек (42% от общего количества) использовали тактику минимального риска, 4 человека (33% от общего количества) – тактику максимального риска, 3 человека (25% от общего количества) – тактику со сменой сектора.

Среди высокорезультативных операторов 9 человек (69,2% от общего количества) использовали тактику минимального риска, 2 человека (15.4% от общего количества) – тактику максимального риска, 2 человека (15.4 % от общего количества) –

тактику со сменой сектора (рис. 4).

При выполнении теста «Стрелок» после изучения инструкции оператор самостоятельно осуществлял выбор цветовой палитры теста из четырех возможных вариантов: синий, зеленый, красный или серый фон «поля стрельбы». Из данной литературы известно, что цвет может опосредованно воздействовать на вегетативную нервную систему, изменяя функциональное и психологическое состояние человека. Так, например, сине-зеленая гамма активирует симпатическую нервную систему, а желто-красная гамма – парасимпатическую нервную систему. Полагают, что выбор той или иной цветовой гаммы определяется в большей степени текущим функциональным состоянием человека [11, 12].

Из 35 операторов большинство предпочли зеленую цветовую палитру (17 человек, 49% испытуемых), 11 операторов выбрали синюю цветовую палитру (31% испытуемых), 6 операторов выбрали серую (17% испытуемых) и один оператор предпочел красную цветовую палитру (3% испытуемых).

Сравнительный анализ цветовой палитры и тактики операторов показал, что 16 обследованных студентов (45.7%), которые изначально выбрали зеленый или синий цвет поля, использовали тактику минимального риска (рис. 5).

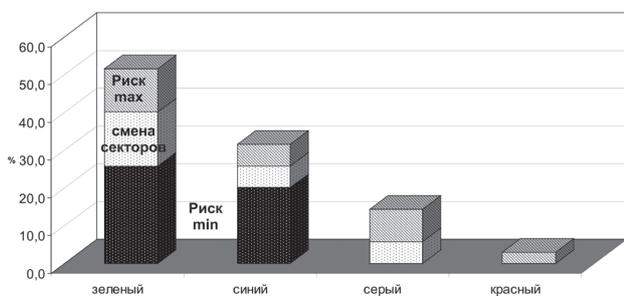


Рис. 5. Особенности распределения выбора цветовой палитры (по оси абсцисс) обследуемых с различными тактиками поведения: минимального риска (Риск min), максимального риска (Риск max), смены секторов

Сравнительный анализ цветовой палитры и средней результативности операторов показал, что у 23 обследованных студентов (65.8%), которые изначально выбирали зеленый или синий цвет поля, результативность была средней или высокой (рис. 6).

В работе Е.П. Муртазиной [13] была выдвинута гипотеза о том, что в условиях свободного выбора одним из ключевых механизмов формирования функциональной системы операторской деятельности еще на стадии афферентного синтеза

является активный отбор мотивационных, обстановочных и пусковых возбуждений.

Результаты наших исследований подтверждают, что самостоятельный выбор цветовой палитры не только отражает индивидуальное предпочтение или функциональное состояние оператора, но и в форме интеграции «отобранных» мотивационных и обстановочных возбуждений создает нейрофизиологическую основу и, возможно, определяет типологические особенности целенаправленного поведения оператора.

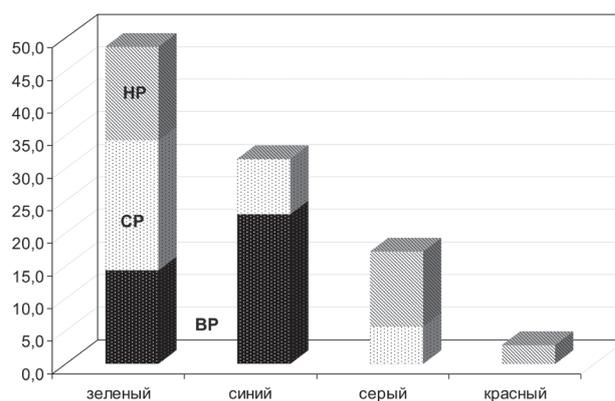


Рис. 6. Особенности распределения выбора цветовой палитры (по оси абсцисс) обследуемых с различной результативностью операторской деятельности. Обозначения: BP - высокорезультативные, CP - среднерезультативные, HP - низкорезультативные

С позиций теории функциональных систем любое целенаправленное поведение человека обеспечивается взаимодействием моторных, сенсорных и вегетативных компонентов. В динамике показателей этих компонентов находят отражение особенности организации целостного поведенческого акта и параметры достигнутых результатов [14, 15]. Поэтому в процессе выполнения теста мы проводили регистрацию электроокулограммы [16] и электромиограммы у операторов.

В литературе описаны несколько видов движений глаз: тремор, дрейф, микросаккады, макросаккады, прослеживающие и вергентные движения [17, 18].

Нами были выделены и проанализированы 540 фрагментов электроокулограмм операторов с целью определения времени появления первых саккад, их типологические и амплитудные характеристики в процессе выполнения сенсомоторной реакции [19, 20]. Все выбранные фрагменты были сгруппированы в зависимости от результативности попытки.

На рисунке 7 представлена запись электрофизиологических и поведенческих параметров

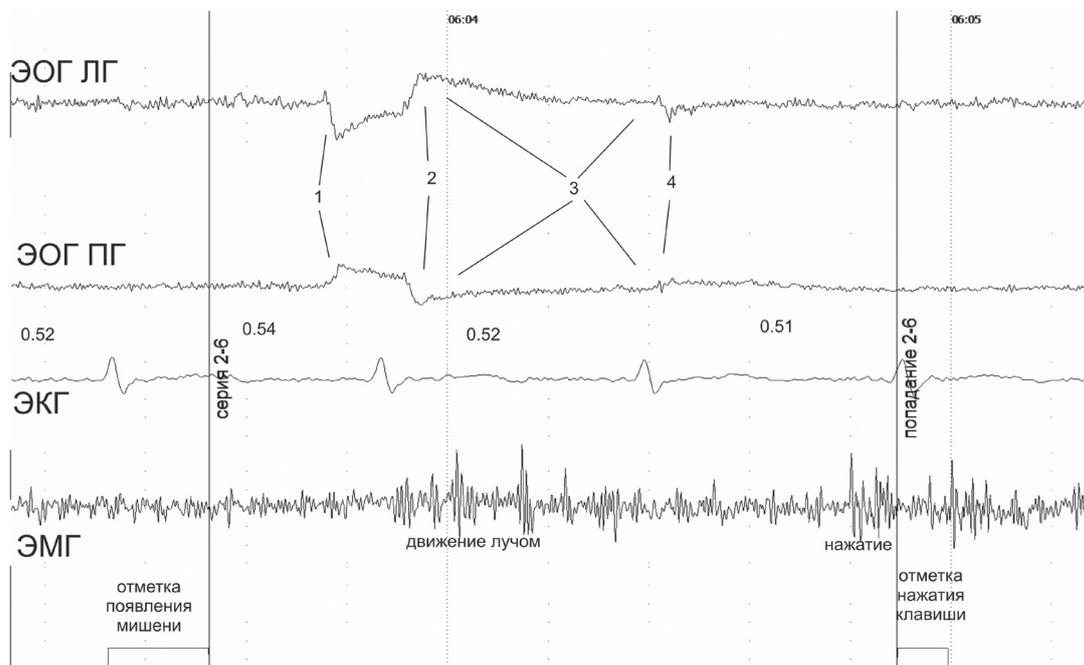


Рис. 7. Фрагмент записи электроокулограммы (ЭОГ), электромиограммы (ЭМГ) и электрокардиограммы (ЭКГ) оператора при результативной попытке. Обозначения: 1 - фиксация взгляда на мишени, 2 - перевод взгляда на луч, 3 - слежение за объектом, 4 - фиксация взгляда на луче

оператора при результативной попытке.

Было установлено, что первые макросаккады возникали в среднем через  $235 \pm 14$  мс после появления мишени.

По нашему мнению первые макросаккады представляют собой окуломоторные реакции на появление очередной мишени (рис. 7, 1). Затем оператор переводил взгляд на луч, расположенный в крайнем правом положении сектора «поля стрельбы» (рис. 7, 2). Одновременно со следящими ЭОГ потенциалами зарегистрированы ЭМГ потенциалы, отражающие процесс перемещения «мышки» и, соответственно, луча (рис. 7, 3). Остановка луча в выбранном секторе «поля стрельбы» совпадает с короткими микросаккадами, возникающими за 400-500 мс до начала двигательной реакции нажатия на клавишу «мышки» (рис. 7, 4). ЭМГ потенциалы, отражающие «выстрел», по своей длительности в среднем составляли 100-150 мс.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использованная в работе компьютерная модель сложного сенсомоторного целенаправленного поведения позволяет зарегистрировать и объективно параметризовать различные этапы системогенеза функциональной системы операторской деятельности.

Под влиянием предварительной инструкции оператор активно участвует в формировании об-

становочных афферентных возбуждений, самостоятельно выбирает цветовую палитру «поля стрельбы», определяет стратегию и тактику своего поведения. Наши исследования показывают, что операторы определяют тактику своего поведения в первых двух-трех сериях теста и далее ее не меняют.

Одновременная регистрация и анализ поведенческих и электрофизиологических параметров операторов в процессе выполнения сенсомоторного теста «Стрелок» позволила зафиксировать определенную последовательность окулографических и соматических реакций, направленных на достижение результативной попытки. Эти реакции отражают условные этапы операторской деятельности данного теста: начало попытки, выбор сектора «стрельбы» и расположение луча в выбранном секторе, слежение за движущейся мишенью и определение момента «выстрела», соматический двигательный акт («выстрел») и оценку достигнутого результата. Необходимо учесть, что все эти этапы реализуются в короткий промежуток времени - всего за 1.8 с, в течение которой движется мишень - и в своей нейрофизиологической основе представляют точно организованное взаимодействие обстановочных, мотивационных, санкционирующих и оценочных возбуждений. По нашему мнению такая динамичная и упорядоченная интеграция разнообразных афферентных и

эфферентных возбуждений организуется на основе предварительной инструкции и собственных результатов целенаправленного поведения оператора в межстимульный период, т.е. по сути, является предпусковой интеграцией. Несомненно, что поведение и психофункциональные показатели оператора в межстимульные периоды, когда он знакомится с достигнутыми результатами и осуществляет тренировочные двигательные акты, должны быть также подвергнуты системному анализу.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анохин П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем. // Принципы системной организации функций. Москва, Наука, 1973. С. 5–61.
2. Анохин П.К. // Вопросы психологии. 1974. № 4. С. 21-29.
3. Ключарев В.А., Шмидс А., Шестакова А.Н. // Экспериментальная психология. 2011. Т. 4. № 2. С. 14-35.
4. Петухов И.В., Стешина Л.А., Глушкова М.Г. // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер. Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2010. № 3. С. 58-66.
5. Lindstrom Martin. Biology: Truth and Lies about why we buy. Москва, Эксмо, 2010, 240 с.
6. Журавлев Б.В. Патент РФ, №2314029, 2008.
7. Боксер О.Я., Судаков К.В. // Успехи физиологических наук. 1981. Т. 12. № 1. С. 1-31.
8. Муртазина Е.П., Журавлев Б.В. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2013. Т. 156. № 11. С. 650-654.
9. Муртазина Л.П., Голубева Н.К., Журавлев Б.В. // Новые промышленные технологии. 2003. № 5. С. 53-56.
10. Муртазина Е.П., Журавлев Б.В., Иванова А.Г., Голубева Н.К., Иванова Л.И. // Физиология и психофизиология мотиваций. Воронеж, ИПЦ ВГУ, 2007. С. 54-61.
11. Иванова А.Г. // Научная конференция молодых ученых: ВНД РАН и МГУ им. Ломоносова. Москва, 2005. С. 25.
12. Ендолов В.В., Сычев В.Н., Сычев В.В. // Вестник Рязанского государственного университета им. С.А. Есенина. 2017. № 14. С. 119-123.
13. Муртазина Е.П. // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П.Павлова. 2013. № 3. С. 46-54.
14. Берхина А.Г. // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 2004. Т. 63. № 4. С. 25-29.
15. Гуляева С.И., Муртазина Л.П., Журавлев Б.В. // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 2002. Т. 52. № 1. С.17-24.
16. Барабанщиков В.А., Жегалло А.В. // Психологическая наука и образование. 2010. № 5. С. 240-254.
17. Барабанщиков В.А. Окуломоторные структуры восприятия. Москва, Институт психологии РАН, 1997, 384 с.
18. Иванова М.П. Корковые механизмы произвольных движений у человека. Москва, «Тривола», 1995, 352 с.
19. Petersen S.E., Posner M.I. // Annu Rev Neurosci. 2012. Vol. 35. pp. 73-89.
20. Славуцкая М.В., Моисеева В.В., Шульговский В.В. // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2011. Т. 8. № 1. С. 78-88.

*Воронежский государственный университет*

*\*Гуляева С. И., кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных медико-биологического факультета*

*Тел.: +7 (473) 220-84-50*

*E-mail: gulajevasi@mail.ru*

*Сулин В. Ю., кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных медико-биологического факультета*

*E-mail: sulinvu@mail.ru*

*Вашанов Г. А., доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой физиологии человека и животных университет, Воронеж*

*e-mail: vga@vsu.ru*

*Voronezh State University*

*\*Gulyaeva S. I., PhD (Biology), Associate professor of the Department of Human and Animal Physiology*

*Ph.: +7 (473) 220-84-50*

*E-mail: gulajevasi@mail.ru*

*Sulin V. U., PhD (Biology), Associate professor of the Department of Human and Animal Physiology*

*E-mail: sulinvu@mail.ru*

*Vashanov G. A., PhD (Biology), DSci., Full Professor, Head of the Department of Human and Animal Physiology*

*e-mail: vga@vsu.ru*

*Масютина О. Н., магистр кафедры физиологии человека и животных*

*Masyutina O. N., master of Biology of the Department of Human and Animal Physiology*

*Савина Ю. А., магистр кафедры физиологии человека и животных*

*Savina U. A., master of Biology of the Department of Human and Animal Physiology*

*Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина*

*Anokhin Research Institute of Normal Physiology*

*Журавлев Б. В., профессор, доктор медицинских наук, заведующий лабораторией общей физиологии функциональных систем*

*Zhuravlev B. V., MD, DSci., Full Professor, Head of the Laboratory of General Physiology of Functional Systems*

*Тел.: +7 499 231-00-48*

*Тел.: +7 499 231-00-48*

*E-mail: b.zhuravlev@nphys.ru*

*E-mail: b.zhuravlev@nphys.ru*

## **CHARACTERISTICS OF BEHAVIORAL AND VISUAL-MOTOR COMPONENTS OF PURPOSEFUL BEHAVIOR OF STUDENTS DURING THE PERFORMANCE OF THE COMPLEX SENSORIMOTOR TEST " SHOOTER "**

**S. I. Gulajeva<sup>1</sup>, V. U. Sulin<sup>1</sup>, O. N. Masujtina<sup>1</sup>, U. A. Savina<sup>1</sup>, G. A. Vashanov<sup>1</sup>, B. V. Zhuravlev<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Voronezh State University*

*<sup>2</sup>Anokhin Research Institute of Normal Physiology*

**Abstract.** The registration and systematic analysis of behavioral, electrooculographic (EOG) and electromyographic (EMG) indicators of operator activity were conducted with the participation of 35 students of medical-biological department of the Voronezh State University, using computer models of complex sensorimotor test "Shooter" and the hardware-software complex "Neuron-spectrum 4 P"

In accordance with the preliminary instruction, students were trained to perform complex visual-motor acts (6 series of 10 attempts each trial), stopping the moving "target" by pressing the computer "mouse" in a certain sector of the "field of fire" on the display screen. The success of the student's operator activity was evaluated in special score and depended on the accuracy of their sensorimotor reaction and the sector of the "shooting field" in which the behavioral act was committed. It was showed that only 27 students (77%) based on preliminary instructions successfully formed an integral functional system, including effective behavioral act. Eight students (23%) in the first attempts of testing carried out only tracking a moving target without a motor act. Operators made their own decisions about the choice of tactics of their activities based on information about the effectiveness of individual behavioral acts and in General for each series. Based on the analysis of the effectiveness of targeted behavior of students, three groups of operators are defined: high -, medium - and low-performance. It is established that the effectiveness of operator activity was determined by the tactics of behavior of the surveyed students. 16 students (46%) chose the tactics of minimum risk and, mainly (69%), were a group of highly successful operators. According to the results of our research, operators in the first attempts were determined with the choice of one of the alternative tactics of behavior (maximum or minimum risk) and used this tactic until the end of the study. Based on the analysis of EOG and EMG indicators the characteristic of oculographic (visual) and motor components depending on the effectiveness of targeted behavior of operators is given. It was found that the amplitude-frequency parameters of EOG and EMG reflect the neurophysiological processes of creating pre-start integration and decision-making complex sensorimotor behavior.

**Keywords:** human operator, purposeful behavior, computer sensorimotor test, system analysis, decision-making

## REFERENCES

1. Anokhin P.K. Printsipial'nye voprosy obshhej teorii funktsional'nykh sistem. // Printsipy sistemnoj organizatsii funktsij. Moscow, Nauka Publ., 1973, pp. 5–61.
2. Anokhin P.K., Voprosy psikhologii, 1974, No 4, pp. 21-29.
3. Klyucharev V.A., SHmids A., SHestakova A.N., EHksperimental'naya psikhologiya, 2011, Vol. 4, No 2, pp. 14-35.
4. Petukhov I.V., Steshina L.A., Glushkova M.G., Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser. Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy, 2010, No 3, pp. 58-66.
5. Lindstrom Martin. Biology: Truth and Lies about why we buy. Moscow, EHksmo, 2010, 240 p.
6. ZHuravlev B.V. Patent RF, no. 2314029, 2008.
7. Bokser O.YA., Sudakov K.V., Uspekhi fiziologicheskikh nauk, 1981, Vol. 12, No 1, pp. 1-31.
8. Murtazina E.P., ZHuravlev B.V., Byulleten' ehksperimental'noj biologii i meditsiny, 2013, Vol. 156, No 11, pp. 650-654.
9. Murtazina L.P., Golubeva N.K., ZHuravlev B.V., Novye promyshlennye tekhnologii, 2003, No 5, pp. 53-56.
10. Murtazina E.P., ZHuravlev B.V., Ivanova A.G., Golubeva N.K., Ivanova L.I., Fiziologiya i psikhofiziologiya motivatsij. Voronezh, IPTS VSU, 2007, pp. 54-61.
11. Ivanova A.G. Nauchnaya konferentsiya molodykh uchenykh: VND RAN i MGU im. Lomonosova, Moskva, 2005, p. 25.
12. Endolov V.V., Sychev V.N., Sychev V.V., Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo universiteta im. S.A. Esenina, 2017, No 14, pp. 119-123.
13. Murtazina E.P., Rossijskij mediko-biologicheskij vestnik imeni akademika I.P.Pavlova, 2013, No 3, pp. 46-54.
14. Berkhina A.G., ZHurnal vysshej nervnoj deyatel'nosti im. I.P. Pavlova, 2004, Vol. 63, No 4, pp. 25-29.
15. Gulyaeva S.I., Murtazina L.P., ZHuravlev B.V., ZHurnal vysshej nervnoj deyatel'nosti im. I.P. Pavlova, 2002, Vol. 52, No 1, pp.17-24.
16. Barabanshnikov V.A., ZHegallo A.V., Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie, 2010, No 5, pp. 240-254.
17. Barabanshnikov V.A. Okulomotornye struktury vospriyatiya. Moscow, Institut psikhologii RAN, 1997, 384 p.
18. Ivanova M.P. Korkovye mekhanizmy proizvol'nykh dvizhenij u cheloveka. Moscow, «Trivolo», 1995, 352 p.
19. Petersen S.E., Posner M.I., Annu Rev Neurosci, 2012, Vol. 35, pp. 73-89.
20. Slavutskaya M.V., Moiseeva V.V., SHul'govskij V.V., Psikhologiya. ZHurnal Vysshej shkoly ehkonomiki, 2011, Vol. 8, No 1, pp. 78-88.