

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ СЕНСОМОТОРНОГО КОМПОНЕНТА ОПЕРАТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТЕСТА "РЕАКЦИЯ НА ДВИЖУЩИЙСЯ ОБЪЕКТ"

В. Ю. Сулин¹, А. В. Сулин¹, Г. А. Вашанов¹, С. И. Гуляева¹, Б. В. Журавлев², Е. П. Муртазина²

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»,

²ФГБНУ «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина»

Поступила в редакцию 04.07.2018 г.

Аннотация. Разнообразные модели сенсомоторного поведения человека активно используются для оценки уровня подготовки и выявления индивидуально-типологических особенностей спортсменов и операторов в различных сферах производственной деятельности. Традиционно сенсомоторный тест "реакция на движущийся объект" (РДО) применяется для определения силы и подожности процессов возбуждения и торможения в ЦНС. В данной работе сделана попытка рассмотреть целенаправленное поведение человека-оператора при выполнении теста РДО с позиции теории функциональных систем П.К. Анохина и К.В. Судакова. В исследовании приняли участие 60 студентов-добровольцев (33 девушки и 27 юношей), средний возраст 20.1 ± 0.2 лет. В качестве модели операторской деятельности использовали компьютерный вариант теста РДО, разработанный на кафедре физиологии человека и животных ВГУ. Сенсомоторные реакции (попадание в цель, опережающие и запаздывающие реакции) студентов операторов регистрировали в четырех сериях тестирования, в каждой серии по 12 попыток. Серии отличались цветом, скоростью и направлением вращения стимульной фигуры. Изменение свойств стимульного объекта в каждой серии теста РДО для оператора было неожиданным. У 16 операторов в первой попытке выполнения теста (26.7% от всех обследованных студентов) отсутствовала двигательная реакция. Обучение зрительно-моторному поведению в тесте РДО отражалось в увеличении количества точных поведенческих актов и одновременном снижении опережающих и (или) запаздывающих реакций. Для всех обследованных студентов зарегистрирована характерная последовательная смена опережающих и запаздывающих реакций на разных этапах тестирования. Установлено, что при неожиданной смене свойств движущегося объекта достоверно возрастает число опережающих реакций и дисперсия количественных параметров сенсомоторных актов. На основании результатов анализа поведенческих реакций обследованных студентов мы предлагаем рассматривать тест РДО как психофизиологический инструмент для оценки функциональной системы операторской деятельности, нейрофизиологическую основу которой составляет взаимодействие различных систем возбуждений. Одна система возбуждений обеспечивает процессы зрительного внимания и сопровождения движущегося объекта, до определенного момента является доминирующей и тормозит двигательную реакцию оператора. Вторая система возбуждений обеспечивает целостную поведенческую сенсомоторную реакцию.

Ключевые слова: человек-оператор, целенаправленное поведение, реакция на движущийся объект, теория функциональных систем, принятие решения

В XXI веке без компьютерных и цифровых технологий уже невозможно представить производственную деятельность и повседневную жизнь человека. В России развитие компьютерных и цифровых технологий стало приоритетным направлением государственной политики, о чем свидетельствует создание в мае 2018 г. соответствующего Министерства цифрового развития. Совсем скоро параметры операторской деятельности человека

возможно будут не только предметом научных исследований, но и обязательной психофизиологической характеристикой при профотборе.

Параметры условнорефлекторного сенсомоторного поведения человека давно используются для оценки функциональных состояний и деятельностных характеристик индивидуума. В тоже время, системный анализ условнорефлекторного сенсомоторного поведения человека необходим для изучения психофизиологических закономерностей высшей нервной деятельности человека [1, 2].

© Сулин В. Ю., Сулин А. В., Вашанов Г. А., Гуляева С. И., Журавлев Б. В., Муртазина Е. П., 2018

Одной из классических методик психофизиологического исследования является реакция на движущийся объект (РДО). Как отмечено во многих работах, подобные реакции выделяются среди других форм сенсомоторного поведения человека сложностью принятия решения, напряженностью стадии вероятностного прогнозирования, а также выраженностью эмоционального компонента [3, 4, 5].

По мнению ряда авторов, характер опережающих и запаздывающих реакций отражает доминирование процессов возбуждения или торможения в ЦНС [1, 4, 5].

Тест РДО широко используют для выявления психомоторных особенностей спортсменов игровых и динамических видов спорта, в которых необходимы скорость и точность моторных реакций, быстрое принятие решения в ситуации выбора или в условиях дефицита времени [6, 7, 8, 9, 10, 11].

В проанализированных нами работах в области спортивной физиологии и медицины параметры РДО чаще всего использовались в качестве критериев для определения уровня взаимоотношения процессов возбуждения и торможения в коре головного мозга [9, 10], оценки антиципации, как способности предвидеть ситуацию (пространственно-временное предвидение) [6, 11, 12], характеристики зрительно-моторного анализатора [7] и зрительно-пространственного ориентирования [12, 13].

Несмотря на такое широкое использование метода РДО в современных психофизиологических исследованиях, представление о взаимодействии процессов возбуждения и торможения как нейрофизиологической основе данного целенаправленного поведения требуют уточнения.

Исходя из этого, цель нашей работы заключалась в создании и экспериментальном обосновании компьютерного варианта зрительно-моторного теста «Реакция на движущийся объект» для исследования функционального состояния и системных механизмов поведения человека-оператора.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Работа проведена на кафедре физиологии человека и животных медико-биологического факультета Воронежского государственного уни-

верситета. В исследовании приняли участие 60 студентов-добровольцев (33 девушки и 27 юношей), без нарушений опорно-двигательной системы, среднего возраста 20.1 ± 0.2 лет. Исследование проводили в первой половине дня (с 10 до 12 часов), в условиях искусственного освещения. Перед началом тестирования регистрировали данные обследуемого (фамилия, имя, отчество, возраст, пол, дата обследования).

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

В качестве модели операторской деятельности использовали компьютерный вариант теста «Реакция на движущийся объект», разработанный на кафедре физиологии человека и животных ВГУ (Delphi 2007 Win32 Version 11.0.2627; свидетельство о регистрации № 2013610421).

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

В качестве неподвижной мишени использовали крест размером 100x100 пикселей (30x30 мм), с толщиной линий в 2 пикселя и внутренним пустым пространством, совпадающим с размером маленького креста (33x33 пикселей, 10x10 мм). Маленький крестик (движущийся объект, ДО) начинал движение из центра неподвижного большого креста по воображаемой окружности диаметром 600 пикселей (180 мм). Задача оператора состояла в остановке ДО в центре большого креста путем нажатия клавиши со стрелкой вниз.

Если не происходило нажатие клавиши, движение крестика по окружности после его совмещения с центром неподвижного креста продолжалось еще на 90 градусов.

В каждом обследовании проводили 4 серии тестирования по 12 попыток в каждой серии с указанными в таблице 1 параметрами зрительных стимулов (табл. 1).

Таблица 1

Регулируемые параметры теста

Параметры зрительных стимулов в сериях теста РДО	1 серия	2 серия	3 серия	4 серия
Цвет крестов	красный	синий	синий	синий
Расположение (относительно циферблата часов)	12 часов	12 часов	12 часов	12 часов
Направление движения маленького креста	по часовой	по часовой	против часовой	по часовой
Скорость движения маленького креста (оборотов/с)	0.5	0.5	0.5	1.0
Количество предъявлений в серии	12	12	12	12

Перед выполнением теста в течение 1 минуты на экране дисплея предъявляли инструкцию следующего содержания: «Вам необходимо нажатием клавиши со стрелкой вниз остановить движущийся маленький крестик в центре большого креста. Внимание! Цвет, расположение, направление и скорость движения маленького крестика может меняться».

Результативность операторской деятельности оценивали по количеству попаданий в мишень (остановка маленького крестика в центре неподвижного креста – $0 \pm 3^\circ$), количеству опережающих и запаздывающих реакций, величине угловых расстояний от остановленного маленького креста до центра большого (УР, градусы). Рассчитывали средние значения параметров результативности ОД, их дисперсии и средние квадратические отклонения (СКО), ошибки средней. Различия результативности операторов проверяли по критериям t-Стьюдента.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Одной из основных задач на этапе создания компьютерного варианта теста РДО была разработка алгоритма и подпрограммы для калибровки скорости движущегося объекта (ДО), что позволяло бы проводить тестирование с заданными свойствами стимульных фигур и сравнивать результаты, полученные на компьютерах с процессорами разной тактовой частоты.

Проблема заключалась в том, что системные таймеры, которые обычно используются в компьютерных вариантах сенсомоторных тестов, обладают большой погрешностью при работе с малыми значениями временного интервала. Так, например, стандартный компонент Delphi Timer не может обеспечить точность отсчёта промежутка времени менее 50 мс [15, 16].

В принципе, по мнению ряда авторов, создание real-time секундомера высокой точности программными средствами невозможно, однако можно снизить ошибку измерения временных интервалов другими методами [15, 16].

От Pentium III и выше процессоры содержат доступный программистам счетчик меток реального времени - Time Stamp Counter, TSC, который представляет собой 64-разрядный регистр. Содержимое этого регистра с каждым тактом процессора инкрементируется [17]. Начиная с 6-ой версии Delphi есть готовая команда rdtsc (read time stamp counter), позволяющая сразу получить значение счетчика функцией RDTSC [16].

Поэтому в нашей программе предложен следующий алгоритм проведения калибровки скорости движущегося объекта (ДО):

- определение частоты процессора;
- задание координат движения движущегося объекта с дискретной величиной перемещения ДО в 1 градус;
- задание временной задержки перемещения ДО;
- определение числа тактов процессора при полном обороте ДО с заданной скоростью.

Для определения частоты процессора использовали функцию GetCPUSpeed, описанную М. Фленовым [16].

При оценке параметров данного тестирования мы исходили из положений теории функциональных систем о том, что регистрируемые нами сенсомоторные реакции человека-оператора являются целостными поведенческими актами, осуществляемыми на основе предварительной инструкции и направленными на достижение полезных приспособительных результатов [3, 18].

Обычно анализ условнорефлекторного сенсомоторного поведения проводят после предварительного обучения или тренировки человека и первые попытки (два или три поведенческих акта) исключают из статистического анализа. Однако, следуя логике теории функциональных систем о системообразующей роли результата, именно параметры первых поведенческих актов могут существенно влиять на последующее обучение человека-оператора.

Поэтому мы обратили внимание на тот факт, что в первых трех попытках у 19 человек (31.7%) отсутствовала двигательная реакция. Независимо от того, чем мы можем объяснить неготовность операторов реагировать – новизной обстановки или новой формой деятельности - этот факт означает, что после чтения инструкции у отмеченной категории студентов целостная поведенческая реакция - нажатие на клавиатуру в момент перемещения крестика в центр большого креста-мишени - еще не сформировалась.

По результатам наших исследований в первой попытке теста только у 10 студентов (16.7% от числа обследованных) зарегистрированы результативные сенсомоторные реакции. У 14 студентов (23.3%) отмечены опережающие реакции, а у 36 человек (60%) - запаздывающие, включая попытки без двигательной реакции. Процесс обучения операторов целенаправленному поведению в тесте РДО отражался в значительном увеличении

числа результативных попыток - более чем в 2 раза (табл. 2).

Средняя результативность студентов в тесте РДО в трех сериях со скоростью движущегося объекта 0.5 оборотов/с достоверно не отличалась и составляла от $37.3 \pm 3.18\%$ попаданий в центр неподвижного креста в первой серии до 40% - во второй и третьей сериях. Значительное снижение среднего значения результативных попыток (почти в 3 раза в сравнении результативности 4 серии с первыми тремя, $p < 0.05$) зарегистрировано в четвертой серии теста (табл. 2).

Изменения цвета (во второй серии), направления вращения стимульного объекта (в третьей серии), скорости вращения (в четвертой серии) в 2-4 раза увеличивали число опережающих реакций студентов в первых попытках соответствующих серий (табл. 3).

Анализ индивидуальной результативности (характер двигательных реакций и угловые расстояния) выявил интересную особенность - часто опережающие и запаздывающие реакции чередовались друг за другом. Особенно это характерно для начального периода обучения тесту РДО и при смене свойств стимульных объектов (рис. 1).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время в физиологии и психологии профессиональной деятельности человека наблюдается устойчивый интерес к исследованию свойств

ЦНС с помощью компьютерных сенсомоторных тестов, в том числе с использованием методики РДО. Данный метод оказался востребованным в самых разнообразных областях: в судебной и юридической практике, например, при расследовании ДТП; в динамических видах спорта при организации тренировочного процесса и прогнозирования индивидуальных спортивных результатов; в военном деле; в сферах профтестирования и профподготовки [20].

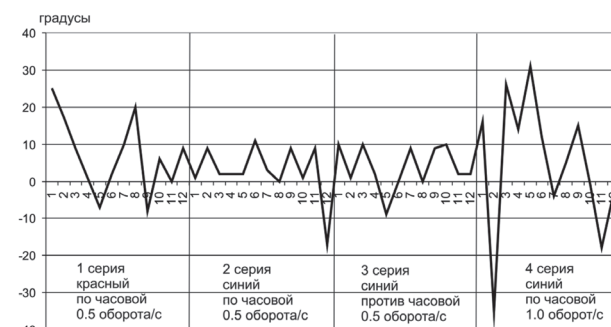


Рис. 1. Пример динамики результативности оператора. По оси ординат - отклонение в градусах маленького креста относительно большого (опережения в диапазоне <0 , запаздывания >0). Ось абсцисс - номер попыток в сериях тестирования

Анализ научной литературы, в которой представлены результаты исследования РДО, показал, что большинство авторов по-прежнему считают, что опережающие и за-

Таблица 2

Процент результативных реакций обследованных студентов в зависимости от параметров зрительных стимулов

попытки серии	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	среднее $\pm$ ошибка
1 серия $\uparrow \text{К}$ 0.5 об/с	16.7	35.0	38.3	33.3	53.3	36.7	45.0	28.3	48.3	30.0	36.7	51.7	37.8 ± 3.18
2 серия $\uparrow \text{С}$ 0.5 об/с	31.7	36.7	48.3	38.3	40.0	41.7	36.7	41.7	46.7	51.7	36.7	36.7	40.6 ± 1.75
3 серия $\uparrow \text{С}$ 0.5 об/с	25.0	40.0	45.0	45.0	41.7	43.3	43.3	40.0	51.7	36.7	40.0	51.7	41.9 ± 2.11
4 серия $\uparrow \text{С}$ 1.0 об/с	11.7	18.3	18.3	13.3	11.7	10.0	11.7	8.3	13.3	16.7	16.7	18.3	14.0 ± 1.06

Таблица 3

Процент опережающих реакций обследованных студентов в зависимости от параметров зрительных стимулов

попытки серии	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 серия $\uparrow \text{К}$ 0.5 об/с	23.3	10.0	15.0	30.0	21.7	21.7	16.7	26.7	11.7	33.3	18.3	13.3
2 серия $\uparrow \text{С}$ 0.5 об/с	40.0	25.0	13.3	31.7	18.3	18.3	25.0	23.3	20.0	15.0	26.7	25.0
3 серия $\uparrow \text{С}$ 0.5 об/с	55.0	28.3	21.7	20.0	26.7	28.3	23.3	30.0	18.3	20.0	23.3	13.3
4 серия $\uparrow \text{С}$ 1.0 об/с	43.3	55.0	23.3	28.3	35.0	45.0	26.7	28.3	28.3	28.3	30.0	30.0

паздывающие реакции отражают силу доминирующего процесса возбуждения или торможения в ЦНС и уровень эмоционального напряжения операторов при выполнении сенсомоторного теста [4, 5, 20, 21].

При этом многие авторы по результатам тестирования РДО отмечают различия в оценке проявления процессов возбуждения и торможения, их подвижности и свойств ЦНС.

Наилучшим выражением этих оценочных сомнений является пример обсуждения полученных результатов в работе Полевщикова М.М. с соавторами (2017): "Анализ результатов вычислений оценок времени РДО показал, что в случаях, когда число ошибок запаздывания не равно числу ошибок упреждения, а их величины незначительно отличаются друг от друга, или когда число ошибок запаздывания равно числу ошибок упреждения, но их величины отличаются друг от друга, оценки времени РДО путем вычисления средних величин ошибок упреждения и запаздывания и количества упреждающих и запаздывающих реакций дают противоположные результаты оценки соотношения процессов возбуждения и торможения в центральной нервной системе"[22].

На наш взгляд в тесте РДО опережающие и запаздывающие реакции отражают взаимодействие двух систем возбуждений, которые формируются на основе предварительной инструкции и обстановочной афферентации. Одна система возбуждения с момента начала движения стимульного объекта обеспечивает слежение за ДО, создает и поддерживает предпусковую интеграции второй системы возбуждения, вытормаживая ее двигательные компоненты до необходимого момента. Вторая система возбуждения обеспечивает целостный двигательный акт и его оценку.

В нашем тесте информацию о возможной смене свойств зрительных раздражителей обследуемый студент получал только при чтении инструкции. Поэтому изменение свойств стимульной фигуры (цвета, направления и скорости вращения) в процессе выполнения теста происходило неожиданно для оператора. Именно эта неожиданная смена свойств ДО вскрывала наличие системы возбуждений целостного поведенческого акта в виде опережающих реакций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бойко Е.И. Механизмы мыслительной деятельности. Избранные психологические труды. Москва, Московский психолого-социальный; Воронеж: НПО «МОДЭК», 2002. 688 с.
2. Лоскутова Т.Д. // Физиологический журнал. 1975. Т. 61. № 1. С. 3-12.
3. Боксер О.Я., Судаков К.В. // Успехи физиологических наук. 1981. Т. 12. №1. С. 1-31.
4. Песошин А.В. // Здоровье и образование в XXI веке. 2007. №1. Т.9. С. 87-88.
5. Петухов И.В. // Управление персоналом. 2009. №4. С. 48.
6. Архипова Ю. // Человек в мире спорта: Новые идеи, технологии, перспективы. Москва, 1998. Т. 1. С. 251-253.
7. Веневцева Ю.Л. Мельников А.Х., Елисеев Д.Е., Гомова Т.А. // Материалы I Всероссийского конгресса «Медицина для спорта». 2011. С. 89-93.
8. Загусов Е., Сивицкий В. // Молода спортивна наука України. 2010. Т.1. С. 68-73.
9. Королёв С.А., Сорокина Л.В. // Актуальные инновационные исследования: наука и практика. 2011. №3.
10. Корягина Ю.В., Вернер В.В. // Тренер. 2004. № 12. С. 37.
11. Лисовский А.Ф. // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2010. Т. 67. № 9. С. 70-75.
12. Корягина Ю.В. // Омский научный вестник. 2008. № 1-63. С. 142-144.
13. Ботяев В.Л., Загrevский О.И. // Вестник Томского государственного университета. 2009. № 5 (332). С. 182-185.
14. Афоньшин В.Е., Роженцов В.В. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 9. Т. 2. С. 207-209;
15. Руссинович М., Соломон Д. Внутреннее устройство Microsoft Windows. Санкт-Петербург, Питер, 2005, 992 с.
16. Фленов М. Программирование в Delphi глазами хакера. Санкт-Петербург, БХВ-Петербург, 2004, 368 с.
17. Щупак Ю.А. Win32 API. Эффективная разработка приложений. Санкт-Петербург, Питер, 2007, 572 с.
18. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. Москва, Медицина, 1968, 548 с.
19. Маслеников А.Г., Песошин А.В. // Методы и устройства в психофизиологических исследованиях человека: сборник научных статей. Йошкар-Ола, МарГТУ, 2003, С. 13- 16.
20. Ткачук В., Ягелло В., Ясински Т. // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. 2008. № 2. С. 131-140.
21. Караулова Н.И. // Физиология человека. 1982. Т. 8. № 4. С. 653-660.
22. Полевщиков М.М., Дорогова Ю.А., Роженцов В.В. // Здоровье и образование в XXI веке. 2017. Т. 19 [7]. С. 34-36.

Сулин В. Ю., Сулин А. В., Вашанов Г. А., Гуляева С. И., Журавлев Б. В., Муртазина Е. П.

Воронежский государственный университет

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

Тел.: +7 473 220-84-50

E-mail: sulinvu@mail.ru

Voronezh State University

**Sulin V. U., Ph.D. (Biology), assistant professor
of the Department of Human and Animal Physiology*

Ph.: +7 473 220-84-50

E-mail: sulinvu@mail.ru

*Сулин А. В. аспирант кафедры физиологии
человека и животных медико-биологического фа-
культета*

Тел.: +7 473 220-84-50

E-mail: sulinvu@mail.ru

*Sulin A. V., post-graduate student, Department
of Human and Animal Physiology*

Ph.: +7 473 220-84-50

E-mail: sulinvu@mail.ru

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

Тел.: +7 473 220-84-50

E-mail: gulajevasi@mail.ru

*Gulyaeva S. I., Ph.D. (Biology), assistant
professor of the Department of Human and Animal
Physiology*

Ph.: +7 473 220-84-50

E-mail: gulajevasi@mail.ru

*Вашанов Г. А., доктор биологических наук,
профессор, заведующий кафедрой физиологии
человека и животных медико-биологического фа-
культета*

Тел.: +7 473 220-84-50

E-mail: vga@vsu.ru

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

Ph.: +7 473 220-84-50

E-mail: vga@vsu.ru

*Научно-исследовательский институт нор-
мальной физиологии им. П.К. Анохина*

*Журавлев Б. В., доктор медицинских наук,
профессор, заведующий лабораторией общей фи-
зиологии функциональных систем*

E-mail: b.zhuravlev@nphys.ru

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

E-mail: b.zhuravlev@nphys.ru

*Муртазина Е. П., кандидат медицинских наук,
доцент, ведущий научный сотрудник лаборато-
рии общей физиологии функциональных систем*

E-mail: e.murtazina@nphys.ru

*Murtazina H. P., MD., leading researcher, docent,
Laboratory of general physiology of functional
systems*

E-mail: e.murtazina@nphys.ru

SYSTEM ANALYSIS OF SENSORIMOTOR COMPONENT OF OPERATOR ACTIVITY OF THE STUDENTS DURING THE TEST "REACTION TO MOVING OBJECT"

V. U. Sulin¹, A. V. Sulin¹, G. A. Vashanov¹, S. I. Gulajeva¹, B. V. Zhuravlev², H. P. Murtazina²

¹*Voronezh State University*

²*Anokhin Research Institute of Normal Physiology*

Abstract. Various models of human sensorimotor behavior are actively used to assess the level of training and to identify individual typological characteristics of athletes and operators in various areas of production. Traditionally, the sensorimotor test "reaction to a moving object" (RDO) is used to determine the strength and mobility of excitation and inhibition processes in the Central nervous system. In this paper, an attempt is made to consider the purposeful behavior of the human operator when performing the RDO test from the position of The theory of functional systems by P. K. Anokhin and K. V. Sudakov. The study

involved 60 student volunteers (33 girls and 27 boys), the average age of 20.1 ± 0.2 years. As a model of operator activity we used a computer version of the RDO test developed at the Department of human and animal physiology of the VSU. Sensorimotor reactions (target hit, advanced and delayed reactions) of operator students were recorded in four test series, each series had 12 attempts. A series of different color, speed and direction of rotation of the stimulus figure. Changing the properties of the stimulus object in each RDO test series was unexpected for the operator. In 16 operators in the first attempt of the test (26.7% of all surveyed students) there was no motor reaction. Training in visual-motor behavior in the RDO test was reflected in an increase in the number of accurate behavioral acts and simultaneous reduction of advanced and (or) delayed reactions. For all surveyed students registered a characteristic sequential change of advanced and delayed reactions at different stages of testing. It was found that with an unexpected change in the properties of a moving object, advanced reactions and dispersion of the quantitative parameters of sensorimotor acts significantly increase. Based on the results of the analysis of behavioral reactions of the surveyed students, we propose to consider the RDO test as a psychophysiological tool for assessing the functional system of operator activity, the neurophysiological basis of which is the interaction of various excitation systems. One system of excitations provides the processes of visual attention and tracking of a moving object, to a certain point is dominant and inhibits the motor reaction of the operator. The second system of excitations provides a holistic behavioral sensorimotor response.

Keywords: human operator, purposeful behavior, reaction to moving object, theory of functional systems, decision-making

REFERENCES

1. Boiko E. I. Mekhanizmy myslitel'noi deyatelnosti. Izbrannye psikhologicheskie trudy. Moskva, Moskovskii psikhologo-sotsial'nyi; Voronezh: NPO «MODEK», 2002, 688 p.
2. Loskutova T.D., Fiziologicheskii zhurnal, 1975, Vol. 61, No 1, pp. 3-12.
3. Bokser O.Ya., Sudakov K.V., Uspekhi fiziologicheskikh nauk, 1981. Vol. 12, No 1, pp. 1-31.
4. Pesoshin A.V., Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke, 2007, No1, T.9, pp. 87-88.
5. Petukhov I.V., Upravlenie personalom, 2009, No 4, pp. 48.
6. Arkhipova Yu., Chelovek v mire sporta: Novye idei, tekhnologii, perspektivy. Moskva, 1998, Vol. 1, pp. 251-253.
7. Venevtseva Yu.L. Mel'nikov A.Kh. , Eliseev D.E., Gomova T.A., Materialy I Vserossiiskogo kongressa «Meditsina dlya sporta», 2011, pp. 89-93.
8. Zagusov E., Sivitskii V., Moloda sportivna nauka Ukraini, 2010, Vol. 1, pp. 68-73.
9. Korolev S.A., Sorokina L.V., Aktual'nye innovatsionnye issledovaniya: nauka i praktika, 2011, No3.
10. Koryagina Yu.V., Verner V.V., Trener, 2004, No 12, pp. 37.
11. Lisovskii A.F., Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta, 2010, Vol. 67, No 9, pp. 70-75.
12. Koryagina Yu.V., Omskii nauchnyi vestnik, 2008, No 1-63, pp. 142-144.
13. Botyaev V.L., Zagrevskii O.I., Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta, 2009, No 5 (332), pp. 182-185.
14. Afon'shin V.E., Rozhentsov V.V., Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy, 2015, No 9, Vol. 2, pp. 207-209;
15. Russinovich M., Solomon D. Vnutrennee ustroystvo Microsoft Windows. SPb.: Piter, 2005, 992 p.
16. Flenov M. Programmirovaniye v Delphi glazami khakera. Spb.: BKhV-Peterburg, 2004, 368 p.
17. Shchupak Yu.A. Win32 API. Effektivnaya razrabotka prilozhenii. SPb.: Piter, 2007, 572 p.
18. Anokhin P.K. Biologiya i neirofiziologiya uslovnogo refleksa. Moskva, Meditsina, 1968, 548 p.
19. Maslenikov A.G., Pesoshin A.V., Metody i ustroystva v psikhofiziologicheskikh issledovaniyakh cheloveka: sbornik nauchnykh statei. Ioshkar-Ola: MarGTU, 2003, pp. 13- 16.
20. Tkachuk V., Yagello V., Yasinski T., Pedagogika, psikhologiya i mediko-biologicheskie problemy fizicheskogo vospitaniya i sporta, 2008, No 2, pp. 131-140.
21. Karaulova N.I., Fiziologiya cheloveka, 1982, Vol. 8, No 4, pp. 653-660.
22. Polevshchikov M.M., Dorogova Yu.A., Rozhentsov V.V., Zdorov'e i obrazovanie iv XXI veke, 2017, Vol. 19, No 7, pp. 34-36.