

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ,  
МЕТРОЛОГИЯ  
И ИНФОРМАЦИОННО-  
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ  
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

INSTRUMENT MAKING,  
METROLOGY AND  
INFORMATION  
MEASUREMENT DEVICES  
AND SYSTEMS

УДК: 004 (681.518)

DOI: 10.17212/1814-1196-2020-2-3-95-108

## **Исследование соответствия информационных процессов и зрения специалистов в системах с высокой профессиональной информативной нагрузкой\***

**К.А. ГАФУРОВ**

367000, РФ, г. Махачкала, пл. Ленина, 1, Дагестанский государственный медицинский университет

[gafurovkerim@mail.ru](mailto:gafurovkerim@mail.ru)

Для большинства профессий острота зрения специалиста не является критичным показателем, но есть ряд направлений деятельности, где зрительный фактор является первостепенным – это диспетчеры, операторы и контролеры. Работа в условиях постоянного зрительного напряжения требует высокой моторной активности глазодвигательного аппарата, остроты зрения и высоких когнитивных способностей. Целью исследования является разработка технологии анализа соответствия информационных процессов и работы зрительной системы специалистов с высокой профессиональной информативной нагрузкой. Для определения информационных составляющих рабочего цикла оператора рабочее информационное поле было представлено в виде матрицы элементов, в которой каждому элементу присваивается свой вес, определяющий важность информационного процесса, находящегося в данной точке информационного поля оператора. Для прецизионного определения остроты зрения были выбраны тест-объект и соответствующая таблица для прецизионной визометрии. Исследование соответствия информационных процессов и зрения специалистов в системах с высокой профессиональной информативной нагрузкой было проведено с использованием разработанного специализированного программного обеспечения. Разработанное специализированное программное обеспечение синхронизировано с матрицей важности информационных процессов, позволяет проводить мониторинг состояния зрительной системы специалистов с высокой профессиональной информативной нагрузкой и создавать информационное пространство, наиболее оптимальное и адаптивное под зрительный аппарат конкретных диспетчеров-операторов.

Разработанный способ позволяет снизить риск ошибок и неточностей в работе диспетчеров, что имеет весомое значение для экономики страны, так как от любой ошибки может пострадать огромное количество людей и производственных процессов. Программное обеспечение позволяет вести статистику данных и вводить данные в единую информационную базу, что облегчит обследование в дальнейшем. Результаты, полученные в ходе выполнения исследова-

---

\* Статья получена 27 января 2020 г.

дования, могут широко использоваться в различных сферах производств с высокой информативной нагрузкой информационных процессов.

**Ключевые слова:** информационные процессы, информативная нагрузка, объектно-ориентированное программирование, матрица, диспетчер, мониторинг, визометрия, оптотип

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время, в век высоких технологий, больших скоростей и огромных информативных нагрузок, важное значение для восприятия окружающего мира имеет зрение человека. В результате больших информативных нагрузок человек теряет зрение, он хуже различает простые и сложные объекты, ему больше времени требуется на распознавание знаков и символов, которые он раньше видел и различал намного быстрее и проще. Для большинства профессий данное обстоятельство является не критичным, но есть ряд направлений деятельности человека, где зрительный фактор является первостепенным. Прежде всего это касается специалистов, работающих за контрольно-мониторинговой аппаратурой – диспетчеров, операторов и контролеров. В настоящее время в зависимости от сферы деятельности различают диспетчерские пункты и ситуационные центры, например, нефтегазовой отрасли, атомных и гидроэлектростанций, электроэнергетических компаний в крупных урбанистических центрах, транспортных компаний крупных городов, финансово-аналитических центров мониторинга рынка, телекоммуникационных систем, жилищно-коммунальных хозяйств, Министерства чрезвычайных ситуаций, авиационной отрасли, систем видеонаблюдения и др. Наличие диспетчерских пунктов и ситуационных центров предполагает работы с высокой степенью ответственности персонала, так как любая невнимательность или слабая реакция может повлечь за собой не только аварии техногенного характера, но и большое число человеческих жертв. Работа в условиях постоянного зрительного напряжения требует высокой моторной активности глазодвигательного аппарата, остроты зрения и высоких когнитивных способностей.

Таким образом, важной задачей является выявление и постоянный мониторинг зрительных рефлексов диспетчеров, работающих в условиях высокой зрительной и информационной нагрузки [1].

Современные пульты управления представляют собой мощные информационные табло на жидкокристаллических матрицах-мониторах (рис. 1). Каждый элемент монитора задействован в представлении какого-либо рода информации, и диспетчер практически весь рабочий день контролирует объекты по всему информационному полю.

Работа современного диспетчера за пультом предполагает движение глазного яблока как по горизонтальной плоскости, так и по вертикальной. Также необходимо учитывать постоянную фокусировку хрусталика глаза (глазная линза) на отдельных элементах мониторов (рис. 2). С учетом вышесказанного возникает острая необходимость в систематических проверках диспетчеров и операторов на зрительную чувствительность, так как зрение человека не является статическим и постоянным параметром, не зависящим от условий работы и жизни человека.



*Рис. 1. Диспетчерский пункт ТЭЦ*

*Fig. 1. The dispatch center of CHP*



*Рис. 2. Пульт ситуационного центра*

*Fig. 2. The situation center console*

Исследование остроты зрения, или визометрия, является основным функциональным тестом в офтальмологии [2]. Но в большинстве стандартных офтальмологических методик [2] не учитывается скорость реакции пациента на изменение информации в различных плоскостях и точках пространства, время фокусировки на отдельном элементе информационного табло и т. д.

Также существуют некоторые методики [3–7], исследующие психомоторику, которые используют технические средства для оценки характеристик опорно-двигательного аппарата и рабочих движений рук с обратной связью через зрительный анализатор. В таких экспериментах используют секундомер, учитывающий время выполнения заданий.

На сегодняшний день для решения поставленных проблем существуют и различные устройства. Например, устройство для профессионального отбора и начального обучения операторов систем слежения [3], которое работает

следующим образом: получив команду на начало работы (рис. 3), исследуемый кандидат в операторы, совместив с помощью датчика команд, имитирующего орган управления конкретного пульта, курсор-указатель с началом предложенной координограммы, осуществляет задачу, соответствующую его последующей работе, проводя курсор-указатель от начала до конца координограммы. Таким образом, счетчики блока регистрации закрепят показатели качества прохождения координограммы (время теста, суммарное время нахождения курсора-указателя за пределами координограммы и количество его выходов за ее пределы) и подают замеренные данные на обработку в блок определения интегрального критерия качества сопровождения. Данный показатель вычисляется по формуле, и результаты выводятся на экран монитора.

Стимульный материал размещается в четырех граничащих друг с другом зонах  $A, B, C, D$ , каждая из которых представляет зеркальное отражение двух соседних по одной из осей координат, что позволяет увеличить возможности аппарата за счет изменения условий отслеживания координограммы и осуществления тем самым различных законов управления:

- прямого наведения по координатам  $X$  и  $Y$ ;
- обратного наведения по координате  $X$  и прямого по координате  $Y$ ;
- прямого наведения по координате  $X$  и обратного по координате  $Y$ ;
- обратного наведения по координатам  $X$  и  $Y$ ;

Подобные тестовые задачи, по мнению авторов устройства [3], позволят более объективно оценить уровень сенсомоторной координации испытуемого при реализации различных законов управления и тем самым повысить качество профотбора.

Технический результат достигается за счет того, что при выполнении задания, функционально адекватного задаче отслеживания на экране прибора наведения, имитирующего поведение сложно движущейся цели, устройство для профотбора операторов обеспечивает регистрацию наиболее информативных показателей качества двухкоординатного сопровождения и в конечном счете определение интегрального критерия уровня сенсомоторной координации, а также производительности безошибочной работы, имеющего высокий коэффициент корреляции результатов тестирования.

Известны устройства для измерения тремора рук [4, 5]. Тремор является примером самого элементарного непреднамеренного движения рук. В основном тремор связан с организацией согласованных движений рук на разных уровнях, так как сочетает энергетические, регуляторные и информационно-координационные параметры.

В патенте под названием «Устройство для исследования динамического тремора» [4] приводится конструкция, которая содержит датчик, вычислитель, первый и второй аналого-цифровые преобразователи, блок формирования импульсов времени реализации, генератор тактовых импульсов, блок задания темпа. В устройстве датчик имеет панель из диэлектрика, в которой сделана прорезь замкнутой произвольной конфигурации, а также находится щуп с металлическим шарообразным наконечником, защищенный экраном, внутри которого расположен высокочастотный генератор, лампочки задания темпа, металлические пластины и катушки индуктивности. Блок формирования импульсов времени реализации составляющих тремора содержит элемент ИЛИ, триггер, счетчик и клавиатуру задания времени. Блок задания темпа содержит кла-

виатуру задания темпа, счетчик темпа и дешифратор темпа. Первый и второй аналого-цифровые преобразователи выполнены аналогично и содержат усилитель, детектор, графический регистратор, фильтр низких частот, дифференцирующий элемент, нуль-орган, три пороговых элемента, счетчик частоты тремора, три счетчика, элемент НЕ, элемент ИЛИ, первый элемент И, четвертый счетчик, управляемый генератор пилообразного напряжения, элемент сравнения, триггер, второй элемент И, блок управления коммутатором, коммутатор, цифровой регистратор и три переменных резистора.

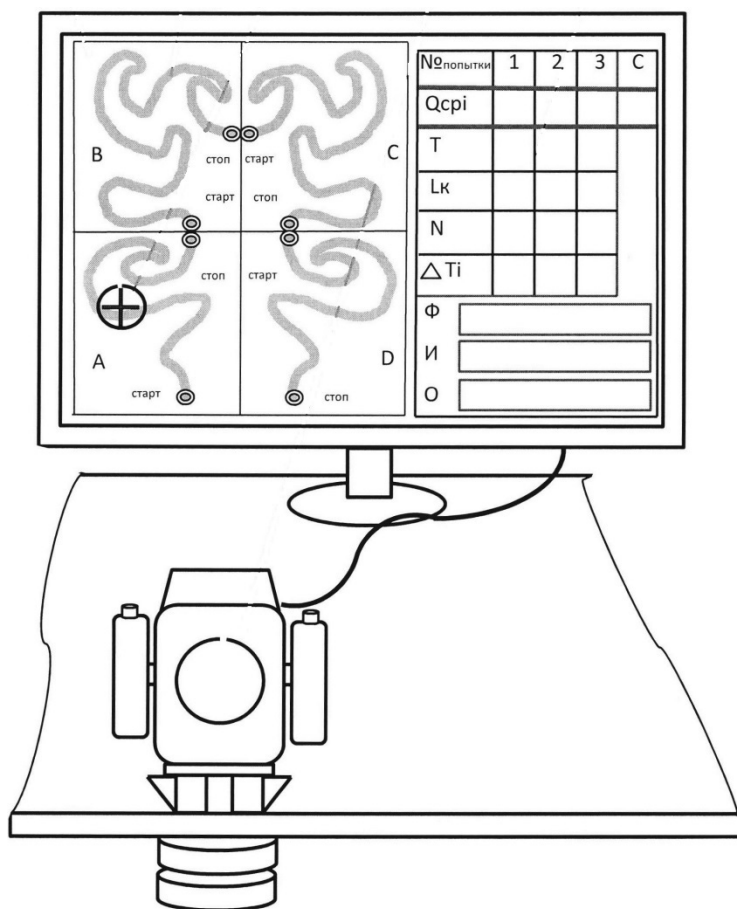


Рис. 3. Устройство для профессионального отбора

Fig. 3. A professional selection device

Недостатками данного устройства являются невозможность движения по другим траекториям, кроме заданной; ограниченность амплитуды тремора шириной, изготовленной в пластине прорези; отсутствие возможности получения информации об угле наклона щупа, имитирующего некоторые рабочие инструменты.

В другом устройстве для исследования координации движения имеется датчик тремора, изготовленный в виде токопроводящей дорожки. Внутри дорожки залит электролит, а передвижение щупа по направляющей контролируется блоком регистрации [6]. Недостатком данного устройства является то,

что он используется только в лабораториях и невозможно объективно провести регистрацию и оценку параметров качества безошибочной работы, например коэффициента управления, который является основным показателем качества управления, длительности исправления ошибок, способности к перестройке двигательной координации при плавной или резкой смене стереотипного движения (это определяется при переходе с полуавтоматического режима управления на ручной), из-за отсутствия регистрации времени нахождения щупа за пределами зазора, заполненного электролитом.

Недостатком подобных устройств является ограниченность применения (каждое средство измеряет только тот параметр, для которого оно предназначено). Также во многих перечисленных и разработанных на сегодняшний день аппаратах отсутствует возможность автоматизированной обработки, создания базы данных, проведения статистического анализа и сравнения данных по истечении заданного промежутка времени.

Таким образом, целью исследования является разработка технологии анализа соответствия информационных процессов [1] и работы зрительной системы специалистов с высокой профессиональной информативной нагрузкой.

## 1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Задачей исследования является разработка методики анализа соответствия информационных процессов и работы зрительной системы специалистов с высокой профессиональной информативной нагрузкой. Первоначально требуется создание информационной модели анализа информационных процессов на пультах и экранах операторов, далее разрабатывается алгоритм программного обеспечения мониторинга зрительной системы диспетчеров и на его основе разрабатывается программное обеспечение, позволяющее оценить координационные и временные параметры операторов.

Для реализации поставленной цели и решения задач исследования были применены методы информационного моделирования, исследования информационных систем, теории оптимизации, математической статистики, методы объектно-ориентированного проектирования и программирования [1, 8–16].

Для определения информационных составляющих рабочего цикла оператора ситуационного центра либо диспетчера необходимо представить рабочее информационное поле в виде матрицы элементов [15]. В качестве матрицы воспользуемся прямоугольной матрицей  $A_{ij}$ :

$$\begin{array}{cccccc}
 a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1j} \\
 a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2j} \\
 A_{ij} = a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3j} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 a_{i1} & a_{i2} & a_{i3} & \dots & a_{ij}
 \end{array} \quad (1)$$

Конкретные информационные процессы на табло (мониторах) диспетчеров-операторов разбивают на отдельные ячейки, которые будут являться элементами матрицы (1). В зависимости от информационных процессов на табло

и их пространственном расположении количество элементов матрицы будет различным. Также каждому элементу присваивается свой вес, который будет определять важность информационного процесса, находящегося в данной точке информационного поля оператора:

$$a_{ij} = a\{0, \dots, n\},$$

где  $n$  – показатель важности элемента информационного табло. В зависимости от количества элементов в конкретном информационном поле данный показатель будет иметь различные максимальные значения [8, 9–12].

Для прецизионного определения остроты зрения были выбраны тест-объект (рис. 4) и соответствующая таблица для визометрии [16]. Данный тест-объект не содержит никаких лишних элементов и за счет подобия составляющих позволяет смоделировать ситуацию монотонности ежедневного просмотра однотипных элементов на пультах операторов. Тест-объект состоит из окружности 1 определенного диаметра, равномерно заполненной черным цветом, и другой окружности 2 белого цвета и в 5 раз меньшего диаметра, расположенной внутри окружности 1 и касательно к ней в одном из меридианов. Линейная величина опто типа рассчитывается по формуле

$$L = 2D \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2},$$

где  $L$  – искомая линейная величина (диаметр) опто типа;  $D$  – дистанция, для которой ведется расчет;  $\alpha$  – условленный зрительный угол (1 мин).

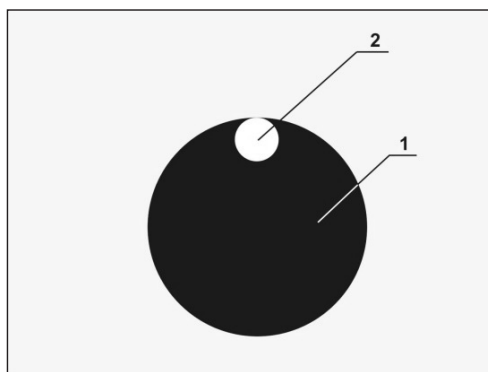


Рис. 4. Тест-объект для визометрических исследований

Fig. 4. Test object for visometric studies

При предъявлении тест-объекта испытуемому при визометрии требуется определение расположения белого круга в черном: сверху, внизу, слева или справа. Для визометрии на основе данного тест-объекта использован уменьшенный шаг перехода от одной строки к другой – 0,05 вместо 0,1 в таблицах Сивцева – Головина [16]. В экспертной практике исследование остроты зрения является одним из основных методов исследования функций зрительного анализатора, а определяемая при этом острота центрального зрения служит критерием для функциональной оценки тех или иных медико-социальных

категорий. Кроме того, острота зрения является также важнейшим критерием при проведении профотбора для прецизионных профессий.

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование соответствия информационных процессов и зрения специалистов в системах с высокой профессиональной информативной нагрузкой было проведено с использованием разработанного специализированного программного обеспечения (ПО) на базе систем объектно-ориентированного программирования [13, 14]. Главное окно программы имеет вид, представленный на рис. 5.

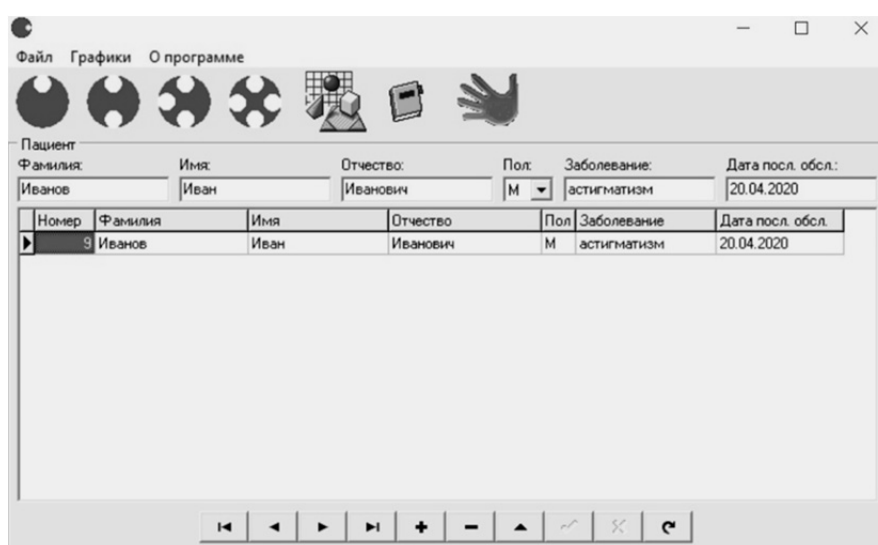


Рис. 5. Главное окно ПО

Fig. 5. The main software window

Для удобства дальнейшего анализа данных, а также большей наглядности при определении параметров в программном обеспечении предусмотрено также построение графических зависимостей времени реакции обследуемых от физических размеров и изменения положения составляющих опто типа. Алгоритм построения графиков представлен на рис. 6.

Разработанное ПО позволяет проводить статистическую оценку показаний по пациентам с течением времени, осуществлять хранение, вывод на печать отчетов по любому пациенту, построение графиков зависимости времени реакции от размеров и положения опто типов (рис. 7).

Понятно, что от адекватности исследования во многом будет зависеть объективность экспертизы. Однако в экспертной практике часто приходится сталкиваться с элементами аггравации либо симуляции зрительных функций. Обычно в таких случаях для исключения запоминания опто типов строки таблицы Сивцева – Головина располагают не в порядке возрастания остроты зрения, а в рандомизированном варианте. Этот же принцип был использован при выдаче программой элементов опто типа на экране монитора.



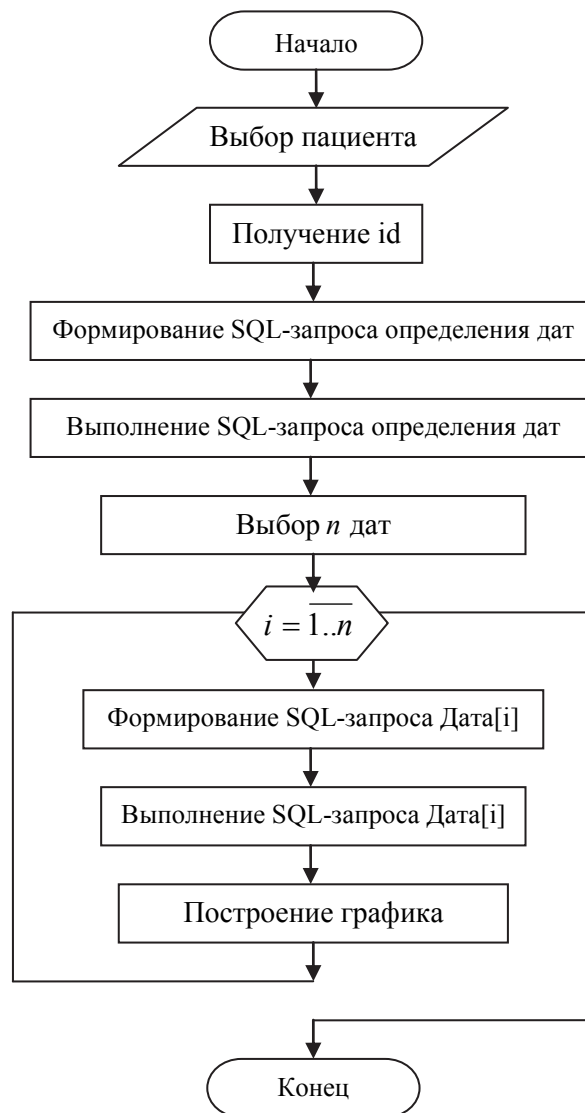


Рис. 6. Алгоритм построения графиков

Fig. 6. Algorithm for plotting

В программе имеется несколько режимов исследования: определение нахождения малой окружности опто типа и уменьшения ее, а также регистрация времени реакции обследуемого на изменение положения и размера опто типа [17, 18]. Тем самым мы получаем точную картину пространственно-временных способностей зрительной системы диспетчера в соответствии с информационными процессами в его профессиональной деятельности.

Разработанное специализированное ПО синхронизировано с матрицей важности информационных процессов (1), позволяет проводить мониторинг состояния зрительной системы специалистов с высокой профессиональной информативной нагрузкой и создавать информационное пространство, наиболее оптимальное и адаптированное для зрительных аппаратов конкретных диспетчеров-операторов.

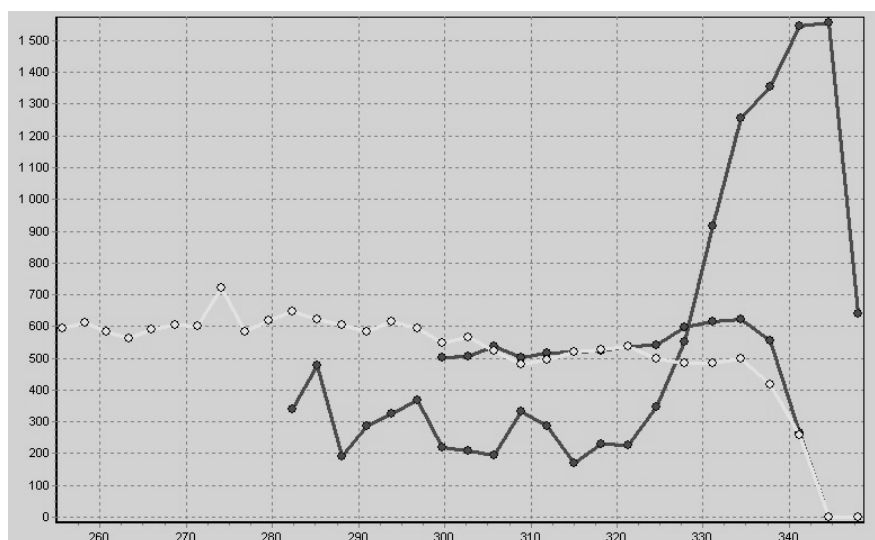


Рис. 7. Графики зависимости времени реакции от физических размеров опотипов

Fig. 7. Graphs of the dependence of the reaction time on the physical dimensions of optotypes

Проведены экспериментальные исследования разработанной методики. Результаты экспериментальных исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

Table 1

**Результаты проведения тестов № 1–4**

**Results of tests No. 1–4**

№	Оператор пульта	Тест № 1	Тест № 2	Тест № 3	Тест № 4
1	Испытуемый № 1	8,13	25,12	88,45	10,56
2	Испытуемый № 2	6,2	20,48	74,15	47,45
3	Испытуемый № 3	5,4	21,45	72,11	17,15
4	Испытуемый № 4	8,45	60,12	78,45	33,12
5	Испытуемый № 5	7,4	23,14	56,1	24,5
6	Испытуемый № 6	6,12	15,1	78,45	42,1
7	Испытуемый № 7	6,2	14,8	34,1	7,5

Для проверки зависимости определения нахождения опотипа в пространстве от временной задержки оператора используем четырехвекторную систему (вверх, вниз, влево, вправо) как самую простую и позволяющую про-

вести предварительный анализ зрительной активности исследуемого. Данные экспериментальных исследований по зависимости определения нахождения опто типа в четырехвекторной системе от временной задержки оператора приведены в табл. 2.

Таблица 2

Table 2

### Пространственно-временные параметры при проведении теста № 4

#### Space-time parameters when carrying out test No. 4

№	Оператор пульта	Простран- ственная ориентация	Тест № 4 при 16–28	Временная задержка (мс)	Тест № 4 при 80–92	Временная задержка (мс)
1	Испытуе- мый № 3	$a_{11}$	16	580	80	520
		$a_{12}$	20	590	84	602
		$a_{21}$	24	650	88	630
		$a_{22}$	28	455	92	430
2	Испытуе- мый № 7	$a_{11}$	16	312	80	300
		$a_{12}$	20	287	84	250
		$a_{21}$	24	250	88	212
		$a_{22}$	28	302	92	340

Данные, приведенные в табл. 2, наглядно показывают, что у испытуемого № 3 фокусировка зрительного анализатора и реакция нажатия пульта хуже на  $\approx 35\%$ , также по испытуемому № 7 можно проанализировать и установить, что в области  $a_{21}$  он показывает наилучшие результаты.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный способ позволит значительно снизить риск осуществляемых ошибок и допущения неточностей в работе диспетчеров и операторов, что имеет весомое значение для экономики страны, так как от любой ошибки может пострадать огромное количество людей и производственных процессов. Кроме того, программное обеспечение позволяет вести статистику данных и показателей и вводить данные в единую информационную базу, что облегчит обследование в дальнейшем и предоставит возможность отслеживать динамику развития патологий.

Результаты, полученные в ходе выполнения исследований, могут широко использоваться в различных сферах производств с высокой информативной нагрузкой информационных процессов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шкундин С.З., Берикашвили В.Ш. Теория информационных процессов и систем. – М.: Горная книга, 2012. – 474 с.
2. Сидоренко Е.И. Офтальмология. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 656 с.
3. Патент 2646395 Российская Федерация. Устройство для профессионального отбора и начального обучения операторов систем слежения / А.Г. Коротеев, В.Н. Овчаров. – № 2016141871; заявл. 25.10.2016; опубл. 02.03.2018.
4. Патент 1560098А1 Российская Федерация. Устройство для исследования динамического тремора / Н.А. Корневский. – № 4436298; заявл. 03.06.1988; опубл. 30.04.1990.
5. Патент 11607U1 Российская Федерация. Установка для определения степени моторной асимметрии человека (треморметр) / А.В. Косолапов, Е.М. Бердичевская, М.Ф. Игнатьев, А.В. Власюк. – № 99104204/20; заявл. 02.03.1999; опубл. 16.10.1999.
6. Патент 2008801 Российская Федерация, МПК А 61 В 5/16. Устройство для исследования координации движения / В.И. Матвеев. – № 4771781/14; заявл. 20.12.1989; опубл. 15.03.1994.
7. Патент 2146494 С1. Способ диагностики двигательных функций человека и устройство для его реализации / Б.Х. Базиан, И.Э. Дмитриев. – № 99105342/14; заявл. 24.03.1999; опубл. 20.03.2000.
8. Забуга А.А. Теоретические основы информатики. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. – 168 с.
9. Мирзоев М.С. Основы математической обработки информации. – М.: Прометей, 2016. – 316 с.
10. Информатика и медицинская статистика / под ред. Г.Н. Царик. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. – 304 с.
11. Конструирование канонических информационных моделей для интегрированных информационных систем / В.Н. Захаров, Л.А. Калинин, И.А. Соколов, С.А. Ступников // Информатика и ее применения. – 2007. – Т. 1, вып. 2. – С. 15–38.
12. Веретельникова Е.Л. Теоретическая информатика. Доказательство правильности. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. – 51 с.
13. Волкова И.А., Иванов А.В., Карпов Л.Е. Основы объектно-ориентированного программирования. Язык программирования C++. – М.: МАКС Пресс, 2011. – 112 с.
14. Абрамян М.Э. Введение в стандартную библиотеку шаблонов C++. – Ростов н/Д.: Изд-во ЮФУ, 2017. – 178 с.
15. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. – 5-е изд. – М.: Физматлит, 2010. – 560 с.
16. Патент на полезную модель 18911 Российская Федерация. Тест-объект для визометрии / А.-Г.Д. Алиев, М.И. Исмаилов, М.А. Алиева, А.Г. Алиев. – № 2001104237/20; заявл. 20.02.2001; опубл. 10.08.2001.
17. Гафуров К.А., Биячуева Л.А., Исмаилов М.И. Разработка аппаратно-программного комплекса для лиц с особенностями профессиональной деятельности // Материалы 65-й Всероссийской юбилейной научной конференции молодых ученых и студентов с международным участием. – Махачкала, 2017. – С. 77–78.
18. Гафуров К.А., Биячуева Л.А., Исмаилов М.И. Медицинская информационная система для офтальмологических исследований остроты зрения // Сборник материалов II Терапевтического форума «Мультидисциплинарный больной», II Всероссийской конференции молодых терапевтов. – М.: КСТ Интерфорум, 2018. – С. 43–44.

*Гафуров Керим Абсаламович*, кандидат технических наук, доцент кафедры физики, информатики и медаппаратуры Дагестанского государственного медицинского университета. Основное направление научных исследований: информатика, медицинские технологии, информационные технологии. Имеет более 150 публикаций, из них 10 патентов на изобретения.

*Gafurov Kerim A.*, PhD (Eng.), associate professor at the department of physics, informatics and medical equipment Dagestan State Medical University. The main area of his scientific research is informatics, medical technology, and information technology. He is the author of over 150 publications, including 10 patents for inventions.

***Study of conformity between information processes and vision of specialists in systems with a high professional information load\****

K.A. GAFUROV

*Dagestan State Medical University, 1 pl. Lenin, Makhachkala, Republic of Dagestan, 367000, Russian Federation*

*gafurovkerim@mail.ru*

**Abstract**

In our age of high speeds, the human body receives a very heavy load on the organs of vision, thereby increasing the likelihood of deterioration in their work. As a result, people lose their vision, they distinguish simple and complex objects worse, spend more time recognizing signs, symbols, letters that they previously saw and distinguished much faster and easier. For most professions, this circumstance is not critical, but there are a number of areas of human activity where the visual factor is of paramount importance. First of all, this applies to the work on monitoring equipment that dispatchers, operators and controllers are associated with. Working under constant visual stress requires a high motor activity of the oculomotor system, visual acuity and high cognitive abilities.

Thus, an important task is to identify and constantly monitor visual reflexes of dispatchers operating in conditions of high visual and information load.

There are many different methods and means that are aimed at determining the acuity of a person's vision. But most of them are presented in the form of paper diagrams and pictures, which does not allow for a comprehensive assessment of the state of visual acuity.

Thus, the aim of the study is to develop a technology for analyzing the correspondence of information processes and the operation of the visual system among specialists with a high professional information load.

To determine information components of the operator's work cycle, the information field was represented in the form of a matrix of elements in which each element is assigned its own weight, which determines the importance of the information process located at a given point in the operator's information field. To accurately determine visual acuity, a test object and a corresponding table for visometry were selected.

A study of the conformity between information processes and vision of specialists in systems with a high professional information load was carried out using the developed specialized software.

The developed software is based on scaling and measuring the response time to changes in the position of the diagnostic test object. The software allows you to store and edit data, perform their statistical analysis and sorting. The program has several research modes, namely determining the location of a small circle of the optotype and reducing it, as well as recording the response time of the subject to changes in the position and size of the optotype. Thus, we get an accurate picture of the space-time abilities of the visual system of the dispatcher in accordance with information processes in his professional activity. The developed specialized software is synchronized with the matrix of importance of information processes, allows monitoring the state of the visual system of specialists with a high professional information load and creating an information space that is the most optimal and adapted to the visual apparatus of dispatchers and operators.

Experimental studies of the developed technique were carried out. The developed method will significantly reduce the risk of errors and inaccuracies in the work of dispatchers and operators, which is of significant importance for the country's economy, since any error can affect a huge number of people and production processes. In addition, the software allows you to keep statistics of data and indicators and enter them into a single information base, which will facilitate the examination in the future and provide an opportunity to track the dynamics of pathologies. The results obtained during the study can be widely used in various areas of production with a high information load.

**Keywords:** information processes, informative load, object-oriented programming, matrix, dispatcher, monitoring, visometry, optotype

**REFERENCES**

1. Shkundin S.Z., Berikashvili V.Sh. *Teoriya informatsionnykh protsessov i sistem* [Theory of information processes and systems]. Moscow, Gornaya kniga Publ., 2012. 474 p.

---

\* Received 27 January 2020.

2. Sidorenko E.I. *Oftal'mologiya* [Ophthalmology]. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2018. 656 p.
3. Koroteev A.G., Ovcharov V.N. *Ustroistvo dlya professional'nogo otbora i nachal'nogo obucheniya operatorov sistem slezheniya* [Device for professional selection and initial training of operators of tracking systems]. Patent RF, no. 2646395, 2018.
4. Korenevskii N.A. *Ustroistvo dlya issledovaniya dinamicheskogo tremora* [Device for examining kinetic tremor]. Patent RF, no. 1560098A1, 1990.
5. Kosolapov A.V., Berdichevskaya E.M., Ignat'ev M.F., Vlasjuk A.V. *Ustanovka dlya opredeleniya stepeni motornoj asimetrii cheloveka (tremorometr)* [Installation for determining the degree of human motor asymmetry (tremorometer)]. Patent RF, no. 11607U1, 1999.
6. Matveev V.I. *Ustroistvo dlya issledovaniya koordinatsii dvizheniya* [Device for testing coordination of movements]. Patent RF, no. 2008801, 1994.
7. Baziyan B.Kh., Dmitriev I.E. *Sposob diagnostiki dvigatel'nykh funktsii cheloveka i ustroistvo dlya ego realizatsii* [A method for diagnosing human motor functions and a device for its implementation]. Patent RF, no. 2146494 C1, 2000.
8. Zabuga A.A. *Teoreticheskie osnovy informatiki* [Theoretical foundations of computer science]. Novosibirsk, NSTU Publ., 2013. 168 p.
9. Mirzoev M.S. *Osnovy matematicheskoi obrabotki informatsii* [Fundamentals of mathematical information processing]. Moscow, Prometei Publ., 2016. 316 p.
10. Tsarik G.N., ed. *Informatika i meditsinskaya statistika* [Informatics and medical statistics]. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2017. 304 p.
11. Zakharov V.N., Kalinichenko L.A., Sokolov I.A., Stupnikov S.A. Konstruirovaniye kanonicheskikh informatsionnykh modelei dlya integrirovannykh informatsionnykh sistem [Development of canonical information models for integrated information systems]. *Informatika i ee primeneniya = Informatics and Applications*, 2007, vol. 1, iss. 2, pp. 15–38.
12. Veretel'nikova E.L. *Teoreticheskaya informatika. Dokazatel'stvo pravil'nosti* [Theoretical informatics. Proof of correctness]. Novosibirsk, NSTU Publ., 2016. 51 p.
13. Volkova I.A., Ivanov A.V., Karpov L.E. *Osnovy ob"ektno-orientirovannogo programmirovaniya. Yazyk programmirovaniya C++* [The basics of object-oriented programming. C++ programming language]. Moscow, MAKSS Press Publ., 2011. 112 p.
14. Abramyan M.E. *Vvedenie v standartnyuyu biblioteku shablonov C++* [An introduction to the C++ standard template library]. Rostov-on-Don, Southern Federal University Publ., 2017. 178 p.
15. Gantmakher F.R. *Teoriya matrits* [Matrix theory]. 5<sup>th</sup> ed. Moscow, Fizmatlit Publ., 2010. 560 p.
16. Aliev A.-G.D., Ismailov M.I., Alieva M.A., Aliev A.G. *Test-ob"ekt dlya vizometrii* [Test object for visometry]. Patent RF, no. 18911, 2001.
17. Gafurov K.A., Biyachueva L.A., Ismailov M.I. [Development of a hardware-software complex for persons with special features of professional activity]. *Materialy 65-i Vserossiiskoi yubileinoi nauchnoi konferentsii molodykh uchenykh i studentov s mezhdunarodnym uchastiem* [Materials of the 65th All-Russian Anniversary Scientific Conference of Young Scientists and Students with International Participation]. Makhachkala, 2017, pp. 77–78. (In Russian).
18. Gafurov K.A., Biyachueva L.A., Ismailov M.I. [Medical information system for ophthalmological studies of visual acuity]. *Sbornik materialov II Terapevticheskogo foruma "Multidistsiplinarnyi bol'noi", II Vserossiiskoi konferentsii molodykh terapevtov* [Collection of materials of the II Therapeutic Forum "Multidisciplinary Patient", II All-Russian Conference of Young Therapists]. Moscow, KST Interforum Publ., 2018, pp. 43–44. (In Russian).

Для цитирования:

Гафуров К.А. Исследование соответствия информационных процессов и зрения специалистов в системах с высокой профессиональной информативной нагрузкой // Научный вестник НГТУ. – 2020. – № 2–3 (79). – С. 95–108. – DOI: 10.17212/1814-1196-2020-2-3-95-108.

For citation:

Gafurov K.A. Issledovanie sootvetstviya informatsionnykh protsessov i zreniya spetsialistov v sistemakh s vysokoi professional'noi informativnoi nagruzkoi [Study of conformity between information processes and vision of specialists in systems with a high professional information load]. *Nauchnyi vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Science bulletin of the Novosibirsk state technical university*, 2020, no. 2–3 (79), pp. 95–108. DOI: 10.17212/1814-1196-2020-2-3-95-108.