

МЕТОД ТАКСОНОМИИ МЕХСАККАДИЧЕСКИХ ИНТЕРВАЛОВ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОПЕРАТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ¹

© 1992 г. А. Н. Костин

Институт психологии РАН, г. Москва

Предлагаемый метод направлен на оценку субъективной сложности и трудоемкости операторской деятельности, определяемых по соотношению между включенностью в ней разных уровней психической регуляции: сенсомоторного, перцептивного, представлений и вербально-логического (Голиков, Костин, 1991). Трудоемкость деятельности определяется по длительности интервалов включенности каждого из уровней, субъективная сложность по степени их включенности, т.е. по отношению указанных интервалов к общему времени выполнения деятельности. Полагается, что интервал включенности состоит из одного или нескольких циклов регуляции, каждый из которых представляет собой единичный заверченный процесс организации деятельности, заключающийся в преодолении локально возникающих в ней проблемностей.

В связи со стохастичностью психических процессов длительность циклов регуляции на каждом уровне будет меняться в определенном диапазоне. При этом полный диапазон их изменения составит значительную величину, хотя в силу размытости границ между соседними уровнями должны существовать некоторые общие диапазоны, в которых нельзя установить однозначную принадлежность циклов регуляции к одному из двух уровней.

¹ Статья ранее опубликована в: Методики анализа и контроля трудовой деятельности и функциональных состояний / Отв. ред. Л.Г. Дикая. М.: Институт психологии РАН, 1992. С. 14-20.

Основываясь на результатах ряда работ по исследованию глазодвигательной активности, в частности, Ю.Б. Гиппенрейтер (Гиппенрейтер, 1978), в качестве примера параметра оценки циклов регуляции с некоторой степенью достоверности выбрана длительность межсаккадических интервалов (МСИ) движений глаз. Для выделения саккад и оценки МСИ применяется новый трехэлектродный способ измерения ЭОГ (Голиков, Костин, Чурсинов, 1988), в котором измерение движений глаз осуществляется в косоугольной системе координат: верхний электрод располагается на пересечении бровных дуг, а пара горизонтальных электродов по краям глазных впадин снизу на малоподвижных участках лица. При этом линии, соединяющие горизонтальные электроды с верхним, проходят через центры зрачков глаз (см. рисунок 1).

Разработанный способ имеет ряд преимуществ по сравнению с наиболее распространённым четырехэлектродным способом, основанном на независимой регистрации вертикальной и горизонтальной составляющей движений глаз (Митькин, 1974). За счет симметричности расположения электродов относительно вертикальной оси симметрии лица человека ликвидируется перекосящий эффект измеряемых сигналов, обусловленный аномальным электрическим сопротивлением переносицы. Установка всех электродов происходит теперь только на малоподвижных участках лица, что обеспечивает плотность их прилегания и повышает надежность контакта с кожей. Исключение четвертого электрода увеличивает степень комфортности работы оператора, позволяет использовать различное снаряжение типа шлема и снижает уровень биологических помех, которые пропорциональны суммарной площади соприкосновения электродов с кожей лица.

Выделение саккад осуществляется посредством программной обработки сигналов ЭОГ на персональной ЭВМ при превышении скорости движений глаз выше порогового значения 40 о/с. Для повышения точности

определения саккад вычисляется квадрат градиента движений глаз (см. рисунок 1).

$$\Delta R^2 = \frac{\Delta U_x^2 + \Delta U_y^2 - 2\Delta U_x \Delta U_y \cos \varphi}{\sin^2 \varphi}$$

Для определения диапазонов изменения МСИ на каждом уровне регуляции используется модификация одного из методов таксономического анализа – метода выделения формальных элементов ФОРЭЛЬ-1 (Загоруйко, 1972). Метод принадлежит к классу итерационных процедур, что позволяет проводить обработку больших массивов данных. Таксоны здесь имеют вид вырожденных гиперсфер единичной размерности, которые характеризуются радиусом и центром тяжести или просто центром, получаемым на основе усреднения МСИ, попавших в гиперсферу. Принадлежащими гиперсфере считаются МСИ, отстоящие от центра на величину меньшую ее радиуса.

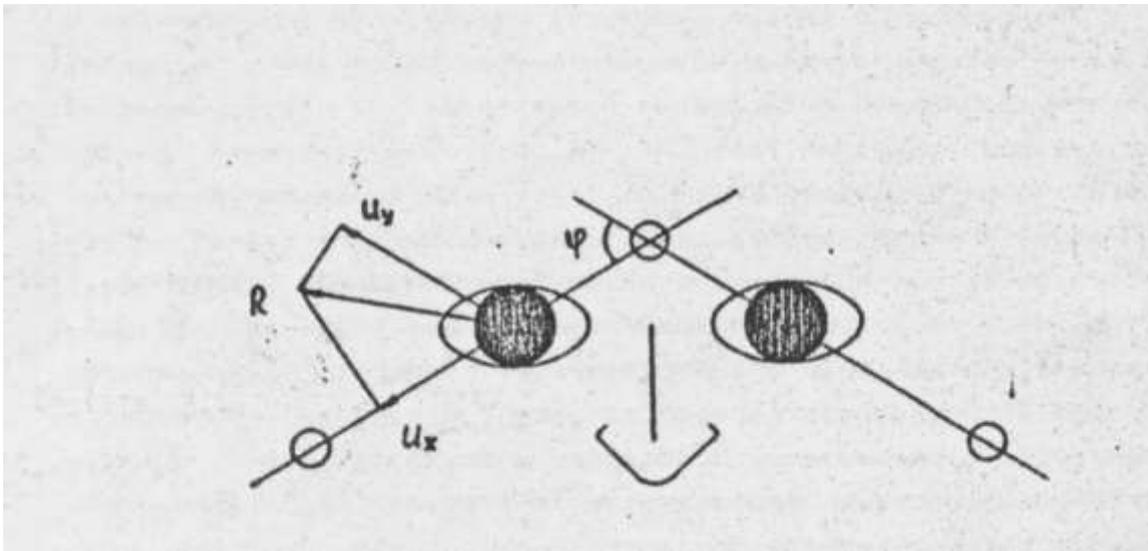


Рис. 1. Схема расчетов сигналов ЭОГ (см. пояснения в тексте)

Цель алгоритма заключается в поиске остановившихся центров гиперсфер, т.е. процедура анализа МСИ на принадлежность к таксону продолжается до тех пор, пока координаты центра гиперсферы не перестают изменяться. Требование на остановку гиперсферы необходимо

для того, чтобы исключить зависимость результатов таксономии от порядка обработки исходных данных. Очевидно, что при этом гиперсфера остановится в области локального или главного экстремума плотности величин МСИ.

После остановки гиперсферы все принадлежащие ей МСИ из дальнейшего анализа исключаются. Однако те МСИ, через которые ОМА проходила на своем пути к конечному положению, но к моменту остановки «выпавшие» из нее, сохраняются. Далее происходит поиск следующего таксона. Процесс анализа завершается, когда все имеющиеся МСИ будут распределены по таксонам.

Естественно, что при последовательном изменении радиуса гиперсферы количество таксоном будет меняться. Основанием для выбора наиболее предпочтительного числа таксонов может служить многократное повторение одного и того же числа для нескольких последовательных значений радиусов и его резкое возрастание на следующем шаге.

Применительно к проводимому анализу необходимо максимальный диапазон изменения МСИ, заведомо включающий все четыре уровня регуляции, разбить на четыре таксона. Поэтому выбор радиусов таксонов следует искать методом последовательных приближений, выбирая минимально возможный при сохранении указанного числа таксонов.

Достоверность результатов таксономии проверялась путем их сопоставления с приблизительными диапазонами МСИ, полученными при оценке уровней регуляции с помощью метода содержательного психологического анализа – выделения проблемных моментов и ситуаций (Голиков, 1992; Голиков, Костин, 1990). В связи с несовпадением результатов для первоначального варианта таксономии (вариант Т-1; см. таблицу 1), была проведена принципиальная доработка метода путем изменения его аксиоматики. Это выразилось в переходе к построению

таксонов не с одинаковыми, а с разными величинами радиусов гиперсфер, пропорционально зависящими от величин их центров.

Таблица 1. Параметры уровней регуляции в виде диапазонов длительностей МСИ (в секундах) по результатам разных методов

| № уровня регуляции | Метод проблемных моментов и ситуаций | Таксономия | |
|--------------------|--------------------------------------|-------------|-------------|
| | | Вариант Т-1 | Вариант Т-2 |
| 1. | | 0.03 – 5.8 | 0.03 – 0.6 |
| 2. | Менее 4.0 | 5.6 – 11.4 | 0.8 – 4.3 |
| 3. | 4.0 – 9.0 | 11.4 – 21.5 | 4.3 – 11.9 |
| 4. | Более 9.0 | 21.5 – 38.5 | 11.9 – 39.2 |

Для доработанного метода таксономии (вариант Т-2; см. таблицу 1) наблюдается уже достаточное соответствие с результатами содержательного анализа. В то же время с учетом размытости границ между соседними таксонами были оценены и диапазоны их перекрытия (см. таблицу 2).

Таблица 2. Параметры диапазонов перекрытия МСИ соседних таксонов

| № таксонов | Диапазоны перекрытия (с) |
|------------|--------------------------|
| 1 – 2 | 0.5 – 0.6 |
| 2 – 3 | 3.7 – 4.3 |
| 3 – 4 | 7.5 – 11.9 |

Точная оценка достоверности используемого параметра проведена по величине коэффициента корреляции с проверкой статистической гипотезы по критерию Стьюдента (уровень значимости 0.05). Указанный параметр для сводного массива результатов для верхней границы диапазонов равнялся 0.81, для нижней – 0.93, что в достаточной степени подтверждает гипотезу экспериментального исследования.

В заключение следует отметить, что предложенный метод таксономии скорее всего не единственный, который пригоден для анализа МСИ. Должны существовать и другие методы построения нелинейных таксонов. Однако процедура их достоверности будет неизменной – сопоставление с результатами содержательных методов.

ЛИТЕРАТУРА

- Гиппенрейтер Ю.Б.* О движении человеческого глаза. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978.
- Голиков Ю.Я.* Метод выделения проблемных моментов и ситуаций психологическом анализе операторской деятельности // Методики анализа и контроля трудовой деятельности и функциональных состояний / Отв. ред. Л.Г. Дикая. М.: ИП РАН, 1992. С. 14-20.
- Голиков Ю.Я., Костин А.Н.* Виды проблемности в сложной операторской деятельности // Практическое мышление: функционировании и развитие / Отв. ред. Д.Н. Завалишина. М.: ИП АН СССР, 1990. С. 61-68.
- Голиков Ю.Я., Костин А.Н.* Принципы структурно-динамической концепции анализа и проектирования сложных видов операторской деятельности // Психологические проблемы профессиональной деятельности. М.: Наука, 1991. С. 14-26.
- Голиков Ю.Я., Костин А.Н., Чурсинов В.А.* Способ измерения глазодвигательных реакций. Авторское свидетельство СССР № 1447352. М., 1988.
- Загоруйко Н.Г.* Методы распознавания и их применение. М., 1972.
- Митькин А.А.* Электроокулография в инженерно-психологических исследованиях. М., 1974.

**METHOD OF TAXONOMY OF INTERSACCADIC INTERVALS OF EYE
MOVEMENTS FOR EVALUATION OF OPERATOR ACTIVITY**

© 1992 Anatoly N. Kostin

Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences, Moscow

Библиографическая ссылка на статью:

Костин А.Н. Метод таксономии межсаккадических интервалов движений глаз для оценки операторской деятельности // Институт психологии Российской академии наук. Организационная психология и психология труда. 2018. Т. 3. № 3. С. 233-239.

Адрес статьи:

<http://work-org-psychology.ru/engine/documents/document395.pdf>