

В.Н. Сысоев¹, В.Я. Апчел¹, А.А. Корнилова²,
В.Б. Дергачёв¹, Ю.А. Даринский³

Оценка влияния когнитивной подвижности на успешность профессиональной деятельности операторов

¹Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

²Военная академия тыла и транспорта, Санкт-Петербург

³Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург

Резюме. Определена возможность прогноза успешности деятельности операторов по показателям разработанной методики «Когнитивная подвижность». Доказано, что показатели данной методики характеризуют как сенсомоторные и нейродинамические показатели психофизиологического уровня функционального состояния организма, так и величину когнитивной ригидности личности. Установлено, что показатель когнитивной подвижности может указывать на степень выраженности нарушений умственной работы из-за влияния посторонних раздражителей и свидетельствовать о степени когнитивной стрессоустойчивости. Закономерности, выявленные в ходе анализа показателей психофизиологического уровня функционального состояния операторов, позволили построить прогностическую регрессионную модель успешности деятельности операторов.

Ключевые слова: когнитивная подвижность, функциональное состояние организма, операторская деятельность, функциональная подвижность, сенсомоторная реакция.

Введение. В ряде исследований [1, 2, 4, 6], посвященных изучению влияния внутренних психофизиологических факторов на успешность профессиональной деятельности операторов, было установлено, что индивидуальные личностные особенности и уровень развития познавательных психических процессов в значительной степени определяют эффективность их деятельности.

Недостаточно изученным остается вопрос зависимости между успешностью деятельности и оперативной надежностью человека, т.е. способностью устойчиво поддерживать оптимальные рабочие параметры в течение заданных промежутков времени и при различных сложных условиях обстановки. [3] Такая надежность существенно зависит от индивидуальных проявлений основных свойств нервной системы – в первую очередь от силы процесса возбуждения и функциональной подвижности.

Функциональная подвижность нервной системы определяет способность к быстрой смене возбуждения торможением, или наоборот. Этот показатель имеет прямое отношение к условно-рефлекторной, поведенческой деятельности, определяет такую интегральную характеристику мозга, как скорость центральной обработки информации и скоростные параметры процесса принятия решения, что является одним из основных факторов успешности практически любой деятельности. Функциональная подвижность нервной системы может быть тесно связана с когнитивной ригидностью, то есть способностью быстро или медленно реагировать на изменение условий,

заданий и ситуаций. Для измерения этого свойства (гибкость/ригидность когнитивного контроля) Струп в 1935 г. разработал тест интерференции (переключаемости) [5, 7]. Показатели теста указывают на степень выраженности нарушений умственной работы из-за влияния посторонних раздражителей, степени когнитивной стрессоустойчивости. Поэтому весьма актуальным представляется определение показателя, характеризующего как функциональную подвижность нервной системы, так и когнитивную ригидность личности. Такой показатель может явиться одной из основных психофизиологических детерминант, определяющих успешность работы персонала операторского профиля.

Цель исследования. Определить возможность прогноза успешности деятельности операторов по разработанной методике «Когнитивная подвижность».

Материал и методы. С использованием батареи психофизиологических методик обследовано 86 мужчин, связанных с операторской деятельностью в возрасте 25–40 лет. Исследование проводили дважды, второе – через 3 месяца после первого. Методики и объем исследования представлены в таблице 1.

Структура методики «Когнитивная подвижность» (КП). Методика состоит из 4-х субметодик. В первой субметодике на экране монитора компьютера перед испытуемым появлялись изображения стрелок. Каждая стрелка имеет одно из четырех направлений – вправо, влево, вверх и вниз, при этом

Таблица 1
Методики и объем исследований

Методика	Количество испытуемых	Количество исследований
Когнитивная подвижность	86	172
Определение АД	86	172
Ритмокардиография	86	172
Люшера	86	172
Спилберга–Ханина	86	172
ПСМР	86	172
ФПНП	86	172
Черно-красные таблицы	86	172
Перепутанные линии	86	172
Арифметический счет	86	172
Числовые ряды	86	172
Вербальная память	86	172
Зрительная память	86	172
Установление закономерностей	86	172
Образное мышление	86	172
Аналогии	86	172
Айзенка	86	172
Струпа	86	172
Экспертная оценка	86	172

Примечание: АД – артериальное давление; ПСМР – простая сенсомоторная реакция; ФПНП – функциональная подвижность нервных процессов.

направление стрелки всегда совпадает с местом ее появления на мониторе. Задача испытуемого – как можно быстрее нажать на клавиатуре компьютера то направление стрелки, изображение которой появилось на экране.

Во второй субметодике направление появляющихся стрелок не совпадало с местом их появления. Задача испытуемого заключалась в том, чтобы независимо от направления появлявшейся на экране стрелки нажимать клавишу, соответствующую месту ее появления. К примеру, если на экране монитора слева появлялось изображение стрелки, направленной

ной вверх, то на клавиатуре компьютера следовало нажать клавишу с изображением стрелки, направленной влево (а не вверх).

В третьей субметодике направление появлявшихся стрелок также не совпадало с местом их появления. Но, в отличие от предшествующей части методики, испытуемый должен был реагировать на направление стрелки и вне зависимости от того места экрана монитора, где она появилась, нажимать на клавиатуре клавишу, соответствовавшую ее направлению. Например, если на экране монитора слева появляется изображение стрелки, направленной вверх, то на клавиатуре компьютера следовало нажать клавишу с изображением стрелки, направленной вверх (а не влево).

В четвертой субметодике, как во второй и в третьей, направление стрелок не совпадало с местом их появления. Задача испытуемого заключалась в том, чтобы в случае, если направление стрелки, появлявшейся на экране монитора, совпадало с местом ее появления, нажать соответствующую клавишу на клавиатуре компьютера, а если не совпадало, то нажать клавишу «пробел». Каждая субметодика состояла из 32 предъявлений стимульного материала. В ходе эксперимента фиксировалось латентное время сенсомоторной реакции на появление стрелок и величину среднеквадратичного отклонения при выполнении каждой субметодики. Темп предъявления сигнала регулировался автоматически, в зависимости от скорости и точности двигательных реакций. При каждом правильном нажатии кнопки время экспозиции очередного сигнала уменьшалось, а при каждой допущенной ошибке увеличивалось на 10 мс.

Разницу между средней величиной латентного времени сложной сенсомоторной реакции (ССМР) при выполнении субметодик определяли по формулам:

$$ПКП1 = Ст2 - Ст1; ПКП2 = Ст3 - Ст1; ПКП3 = Ст4 - Ст1,$$

где: ПКП1, ПКП2 и ПКП3 – показатели когнитивной подвижности второй, третьей и четвертой субметодики; Ст1, Ст2, Ст3 и Ст4 – средние величины латентного времени ССМР при выполнении субметодик.

Результаты и их обсуждение. Абсолютные величины средней арифметической, медианы, моды, средней ошибки и дисперсии методики КП представлены в таблице 2.

Таблица 2
Абсолютные величины показателей методики КП

Показатель	Ст1	Ст2	Ст3	Ст4	ПКП1	ПКП2	ПКП3
Ср. значение	0,45	0,52*	0,63	0,85	0,05	0,15	0,44
Медиана	0,41	0,54	0,64	0,83	0,06	0,16	0,39
Мода	0,51	0,55	0,62	0,88	0,04	0,17	0,42
Ср. ошибка	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03
Дисперсия	0,07	0,02	0,02	0,13	0,08	0,08	0,17

Установлено, что абсолютные величины средней арифметической, медианы и моды всех показателей методики КП практически совпадают, что свидетельствует о нормальности распределения. Это позволяет преобразовать полученные данные в производные показатели и по ним определить величину оценочных шкал для показателей когнитивной подвижности (табл. 3).

Для проверки ретестовой надежности методики КП определяли коэффициент линейной корреляции между результатами, полученными при первом и втором исследованиях. Коэффициенты корреляции составили: для показателя субметодики 1 (латентное время ССМР) $r=0,88$; для показателя субметодики 3 (КП2) $r=0,81$; для показателя субметодики 4 (КП3), $r=0,83$. Все коэффициенты вычисляли при уровне значимости $p<0,05$.

Валидность методики КП оценивали по зависимости между индивидуальными личностными особенностями испытуемых, показателями психических функций, сенсомоторными и нейродинамическими особенностям и исследуемыми параметрами методики КП. С этой целью был выбран канонический корреляционный анализ данных, позволивший дать оценку всех связей входных факторов со всеми выходными параметрами совокупности. В качестве выходных параметров системы рассматривали исследуемые показатели методики КП.

Входные факторы были распределены на 4 группы. Первая группа факторов объединяла характеристики внимания (В), вторая – характеристики памяти (П), третья – особенности мышления (М), четвертая – показатели сенсомоторики и нейродинамики (СМР и НД).

Выявлено, что наиболее существенное влияние на значения переменных теста оказывает совокупность показателей сенсомоторных реакций и нейродинамики в ФПНП. Наибольшая величина коэффициентов канонической корреляции (сR) была выявлена между указанной группой и латентным временем ССМР методики КП ($cR=0,91$; $p<0,01$) и ПКП-3 ($cR=0,87$; $p<0,01$). Взаимосвязь между группой факторов СМР и НД и переменными других субметодик не столь существенна (cR для ПКП-2= $0,63$; для ПКП-3= $0,70$; $p<0,01$). Наиболее выраженное влияние на совокупность параметров методики КП оказывали три показателя этой группы: величина латентного и моторного времени ССМР и ФПНП. Коэффициенты канонической корреляции составили, соответственно, $-0,69$, $-0,70$ и $0,77$.

Группа факторов, характеризующих особенности мышления и внимания взаимосвязи с показателями методики КП практически не имела. cR составил: КП/М= $-0,01$; КП/В= $-0,06$; $p<0,01$ соответственно.

Результаты канонического корреляционного анализа связей между показателями методики КП и личностными особенностями по методикам Айзенка и Струпа представлены в таблице 4.

Величины коэффициентов канонической корреляции указывают на то, что на показатели методики КП в наибольшей степени влияет когнитивная ригидность, определяемая по методике Струпа.

Прогностическую валидность методики КП в целом оценивали по полярным группам. Внешним критерием в этом случае служили результаты экспертной оценки успешности профессиональной деятельности операторов и результаты выполнения семи тестов блока оценки общего интеллектуального развития (ОИР) (табл. 5).

Таблица 3

Критерии оценки показателей методики КП, с

Критерий оценки	Ст1	Ст3	Ст4	ПКП2	ПКП3
Высокие значения	0,33 и <	0,61 и <	0,63 и <	0,03 и <	0,06 и <
Значения выше среднего	0,34–0,41	0,62–0,64	0,64–0,76	0,04–0,11	0,07–0,24
Средние значения	0,42–0,57	0,65–0,70	0,77–1,00	0,12–0,25	0,25–0,58
Значения ниже среднего	0,58–0,65	0,71–0,73	1,01–1,12	0,26–0,32	0,59–0,75
Низкие значения	0,66 и >	0,74 и >	1,13 и >	0,33 и >	0,76 и >

Примечание: в таблице не приведены критерии оценки показателя субметодики 2 (Ст2) и связанного с ним показателя ПКП1 по причине отсутствия статистически значимых различий между Ст1 и Ст2.

Таблица 4

Коэффициенты канонической корреляции между показателями методики КП и личностными особенностями

Личностные особенности	Показатели методики КП				
	СТ1	СТ3	СТ4	ПКП2	ПКП3
Когнитивная ригидность (по Струпу)	0,33	0,56	0,68	0,88	0,91
Экстраверсия-интроверсия (по Айзенку)	0,44	0,47	0,41	0,38	0,49
Нейротизм (по Айзенку)	-0,36	-0,45	-0,40	0,52	0,55

Таблица 5

Оценка прогностической валидности методики КП по полярным группам

Группа	Показатели теста и внешние критерии ($M \pm 2m$)			
	ПКП-2, с	ПКП-3, с	Успешность деятельности, баллы	ОИР, стены
1, n=24 чел.	0,08±0,06	0,15±0,05	4,33±0,11	6,9±0,9
2, n=19 чел.	0,30±0,07	0,68±0,16	3,38±0,18	5,2±0,7

Примечание: все приведенные в таблице данные имеют статистически значимые различия, $p < 0,05$.

Закономерности, выявленные в ходе анализа психофизиологических показателей, позволяют построить прогностические регрессионные модели успешности деятельности операторов. Для построения математической модели были использованы:

- интегральный показатель общего интеллектуального развития, представляющий собой стандартизованное значение суммы показателей методик познавательных психических процессов;
- показатели когнитивной подвижности третьей и четвертой субметодик методики КП.

Результаты стандартизации всех интегральных показателей представлены в таблице 6.

После стандартизации показателей и проведения математического моделирования регрессионное уравнение имеет вид:

$$ПРУсп = 4,01 + 0,06 \text{ Stoip} - 0,01 \text{ Stnkp2} - 0,02 \text{ Stnkp3},$$

где: ПРУсп – прогнозируемый результат (среднее значение) успешности деятельности; Stnkp2 – значение показателя когнитивной подвижности по субметодике 3 в баллах; Stnkp3 – значение показателя когнитивной подвижности по субметодике 4 в баллах; Stoip – значение показателя общего интеллектуального развития.

Коэффициент множественной корреляции, рассчитанный регрессионным методом с величиной экспертной оценки успешности деятельности в течение

года составляет 0,62, коэффициент детерминации – 0,34; $p < 0,05$. Показатель достоверности прогноза – 71,9%.

В целом, уравнение позволяет достоверно определять различия в успешности деятельности полярных групп по прогнозной оценке.

Заключение. Показатели когнитивной подвижности третьей и четвертой субметодик методики КП характеризуют как сенсомоторные и нейродинамические показатели психофизиологического уровня функционального состояния организма, так и величину когнитивной ригидности личности, что указывает на степень нарушений когнитивной деятельности. Когнитивные нарушения происходят из-за смешивания новых и старых, ранее приобретенных ассоциативных связей. Низкие значения переменных свидетельствуют о хорошей способности выполнять когнитивные операции, несмотря на влияние посторонних раздражителей. Показатель когнитивной подвижности может указывать на степень выраженности нарушений умственной работы из-за влияния посторонних раздражителей. Он также может свидетельствовать о степени когнитивной стрессоустойчивости. Наличие ошибок означает нарушения концентрации и самоконтроля, что подтверждается результатами оценки прогностической валидности методики КП. Группа операторов с лучшими показателями подвижности

Таблица 6

Перевод значений ОИР, методики КП в баллы 10-балльной шкалы

10-балльная шкала	ОИР, кол-во правильных ответов	ПКП-2, показатель когнитивной переключаемости по третьей субметодике	ПКП-3, показатель когнитивной переключаемости по четвертой субметодике
10	≤179	≥0,02	≥0,06
9	171–178	0,03–0,06	0,07–0,06
8	161–170	0,07–0,11	0,07–0,15
7	150–160	0,12–0,15	0,16–0,24
6	136–149	0,16–0,19	0,25–0,36
5	121–135	0,20–0,23	0,37–0,47
4	105–120	0,24–0,25	0,48–0,58
3	81–104	0,26–0,29	0,59–0,67
2	61–80	0,30–0,33	0,68–0,75
1	≥60	≤0,34	≤0,76

оказалась более успешна в работе, что позволяет рекомендовать использование разработанной методики для прогноза успешности профессиональной деятельности. Результаты оценки качества регрессионной модели позволяют использовать ее для проведения мероприятий психофизиологического сопровождения деятельности операторов.

Литература

1. Березин, Ф.Б. Психическая и психофизиологическая интеграция / Ф.Б. Березин // Бессознательное. – Новочеркасск, 1994. – Т. 1. – С. 187–200.
2. Леонова, А.Б. Функциональные состояния человека в трудовой деятельности / А.Б. Леонова, В.И. Медведев. – М.: Изд-во. Моск. ун-та, 1981. – 109 с.
3. Небылицын, В.Д. Психофизиологические исследования индивидуальных различий / В.Д. Небылицын. – М.: Наука, 1976. – 336 с.
4. Рабинович, П.Д. Зависимость успеваемости студентов от их характерологических особенностей / П.Д. Рабинович, М.П. Нуждина // Вопр. психол., 1987. – № 6. – С. 112–115.
5. Фрумкин, А.А. Психологический отбор в профессиональной и образовательной деятельности / А.А. Фрумкин. – СПб.: Изд-во «Речь», 2004. – 348 с.
6. Сысоев, В.Н. Оценка и прогнозирование функционального состояния организма и работоспособности на период длительного рабочего цикла / В.Н. Сысоев [и др.] // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2010. – № 1. – С. 31–34.
7. Weiss, E. Psychologische Leistungstests in der Neurologie und Psychiatrie / E. Weiss // Beiträge zur klinischen Neurologie und Psychiatrie. – Bd. 4. – Leipzig, 1989. – S. 201–219.

V.N. Sysoev, V.Ya. Apchel, A.A. Kornilova, V.B. Dergachev, Yu.A. Darinskiy

Cognitive assessment of mobility for operators successful career

Abstract. We determined the possibility of prediction of success of operator performance assessment methodology for cognitive mobility. It is proved that the performance of the developed test «Cognitive mobility» is described as sensory-motor and psycho-physiological levels of neurodynamic parameters of the functional state of the organism, and the magnitude of the cognitive rigidity of personality. It is established that the rate of cognitive mobility may indicate the severity of mental disorders due to the influence of extraneous stimuli, and indicate the degree of cognitive stress. Patterns identified in the analysis of psychophysiological indicators of the level of the functional state of operators allowed to build a predictive regression model of success of the operators.

Key words: cognitive flexibility, functional state, operator activity, functional mobility, senso-motor response.

Контактный телефон: +7-911-288-99-11; e-mail: vnsiy@mail.ru