

УДК 612.766:1

В. А. Олейников

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОТБОРА ГОРНОРАБОЧИХ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ОЧИСТНЫХ ЗАБОЕВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Существенным фактором повышения эффективности производства является его организация с учетом профессиональной пригодности человека к конкретной трудовой деятельности [7]. Решение вопросов профессионального отбора представляется особенно важным для угольной промышленности, где специфические условия труда предъявляют повышенные требования к физическому и нервно-психическому состоянию рабочего. Опубликованные в этом направлении работы малочисленны [5] и не затрагивают особенностей труда горнорабочих при прогрессивном способе выемки угля — в комплексно-механизированных очистных забоях.

Материалом для настоящего сообщения послужили результаты наблюдений за горнорабочими (более 400 человек) 10 комплексно-механизированных очистных забоев угольных шахт. В число обследованных вошли бригады горнорабочих с суточной добычей угля от 600 до 3000 т. Преимущественное внимание было направлено на исследование профессиональной значимости уровня динамической и статической физической работоспособности (ФР), состояния центральной нервной системы и эмоционально-волевых качеств личности.

Методика исследований

Наблюдения проведены за практически здоровыми горнорабочими, адаптированными к внутришахтным условиям, со стажем подземных работ не менее 3 лет. Для характеристики динамической ФР применили степ-тест Ryhming [1] с последующим ее выражением по кислородным градициям Купера [10] и через пульсовую стоимость (ПС) 1000 кгм работы [3]. О статической ФР судили по импульсу мышечной силы кисти (ИС — произведение величины мышечного усилия 0,75 от максимального на длительность его поддержания) и по времени предельного удержания «позы комбайнера» (ПК — состояние полуприседа на всей ступне, бедра горизонтально, руки свободно опущены вниз). Для характеристики состояния центральной нервной системы использовали реакцию на движущийся объект (РДО) [9], тесты на устойчивость внимания (бланк-тест «перепутанные линии») и способность к его переключению (по числу ошибок при 3 мин работе на «крестовом аппарате» в ритме 44 переключения в минуту). Исследовали также оперативную зрительную память (объем ее и устойчивость) [6] и эмоциональную устойчивость, показателем которой служила частота пульса, зарегистрированная у обследуемого в момент отказа от ПК (когда испытуемый заявлял о невозможности дальнейшего удержания ПК). Тестирование испытуемых осуществляли в дневное время (преимущественно в выходные дни, либо в рабочий день за 2—3 ч до начала рабочей смены).

Непосредственно в шахте проводили хронометраж рабочего времени испытуемых и регистрацию объемов выполненных работ. Показателями успешности трудовых действий горнорабочих служили эргометрические характеристики (скорость работы, объем работы и др.) и удельные функциональные затраты организма — водная стоимость (ВС) ед. выполненной работы — потеря веса (в граммах), приходящаяся на ед. объема выполненной работы (1 м выемки угля, одну передвинутую секцию, 1 т переброшенного лопатой угля).

При вне-
ощутимо во-
компонент у-
крепи. Высо-
системам (з-
сфере личнос-
Трудовая
ши, отличает-
выполнение
их следует пр-
грузку адрес-
тические уси-
динамической

Исследов-
ряду с бригад-
4 группу по [1-
Причем, в чис-
точной нагруз-
ды, с суточной
тельностью, яв-
чих (3—5 лет)

Анализ пол-
ФР бригады («
отбор»), но
В бригадах с
«стихийный» от-
рованию устой-
коллектива в хо-
ского состояния
циклов на 1000
ровано уравнени-
 $m=212$, где Пс
лов); Ps_6 — част-

обследуемого (в
Исследовани-
профессиональн-
показало, что
мают машинист-
продолжительнос-
в нише — 60—70

Изучение фу-
к РДО обследов-
В целом для ра-
обладание числа
«запаздывающие»

Такой резул-
ведущим в цент-
процесс.

Установлено,
точная добыча 12
части лавы (опера-
ристикам внимани-
превосходят рабо-

Результаты исследований и их обсуждение

При внедрении механизированных комплексов в очистных забоях остро ощущалась возросшая физическая нагрузка и усилился ее статический компонент у машинистов комбайна и операторов гидрофицированной крепи. Высокие требования при этом предъявляются к аналитическим системам (зрение, слух), функции внимания, к эмоционально-волевой сфере личности.

Трудовая деятельность рабочих, занятых в лаве подготовкой ниши, отличается наличием не одной, а нескольких основных операций, выполнение которых требует значительных мышечных усилий, однако их следует признать более естественными для человека, поскольку нагрузка адресуется в основном к мышцам рук и плечевого пояса, а статические усилия непродолжительны и органически переплетаются с динамической активностью тех же мышечных групп.

Исследование динамической ФР горнорабочих показало, что в ряду с бригадами, в которых средний ее уровень высокий (превышает 4 группу по [10]), имеются и бригады с низким средним уровнем ФР. Причем, в числе последних оказались не только бригады с низкой суточной нагрузкой на лаву (до 600 т), но и некоторые передовые бригады, с суточной добычей выше 2000 т. Общим для этих бригад обстоятельством, явился также малый «внутрибригадный» стаж горнорабочих (3—5 лет).

Анализ полученного материала свидетельствует о том, что уровень ФР бригады определяется не только тяжестью труда («стихийный отбор»), но и социально-психологическим климатом коллектива. В бригадах с благоприятным социально-психологическим климатом «стихийный» отбор (по фактору тяжести труда) способствует формированию устойчивого («внутрибригадный» стаж в среднем 10 лет) коллектива с хорошим и высоким уровнем ФР — 4 и 5 группы физического состояния, или по Пс единицы выполненной работы ≤ 150 серд. циклов на 1000 кГм. Для расчета Пс при степ-тесте Ryhming сформировано уравнение регрессии: $Pc = 177,5 + 0,954 \cdot Ps_6 - 2,1 \cdot B$; при $R = 0,966$ $\mu = 212$, где Пс — пульсовая стоимость 1000 кГм работы (серд. циклов); Ps_6 — частота пульса на 6 мин выполнения теста; B — вес тела обследуемого (в кг).

Исследование статической работоспособности горнорабочих в профессиональном ее проявлении (способность к удержанию ПК) показало, что преимущественное в этом смысле положение занимают машинисты комбайна и операторы крепи, у которых средняя продолжительность ПК составила 75—85 с (у рабочих, занятых в нише — 60—70 с; $p < 0,05$).

Изучение функций нервной системы показало, что по способности к РДО обследованные группы рабочих существенно не отличались. В целом для рабочих всех звеньев очистного цикла свойственно преобладание числа «запаздывающих» РДО. Из 30 проб РДО 15—17 были «запаздывающие», 4—6 «нулевые» и 8—10 «преждевременные».

Такой результат свидетельствует о том, что у горнорабочих ведущим в центральной нервной системе является возбудительный процесс.

Установлено, также, что в высокопроизводительных бригадах (суточная добыча 1200 т и более) горнорабочие, занятые в комбайновой части лавы (операторы крепи, машинист комбайна), по ИС и характеристикам внимания (устойчивости его и способности к переключению) превосходят рабочих, занятых в нише. Сходные между ними отноше-

Таблица 1
Функциональные характеристики у горнорабочих высокопроизводительных бригад ($M \pm m$)

Физиологические показатели	Машинисты угольных комбайнов	Операторы гидрофицированной крепи	Рабочие в нише
Физическая работоспособность (Пс 1000 кг/м, серд. цикл.)	157±3,6	164±2,2	158±3,4
Импульс мышечной силы кисти (кгс·с/см ²)	54±2,3	49,2±3,7	50±1,8
Длительность удержания ПК (с)	72±5,4	66,4±3,7	56±4,7
Эмоциональная устойчивость (пульс при окончании ПК)	102±2,4	109±1,9	113±4,4
Устойчивость внимания (время просмотра тест-бланка «перепутанные линии», с)	63±1,1	66,8±1,7	70±1,3
Переключение внимания (число ошибок на «крестовом аппарате»)	10±1,0	11,4±1,8	17±1,9
РДО	Преждевременные	9±0,6	10±0,5
	запаздывающие	17±0,7	15±0,7
	точные	4±0,4	5±0,4
Оперативная зрительная память	Объем	3,8±0,1	3,6±0,1
	Устойчивость	21±1,3	24,6±2,0
			23±1,5

ния выявлены и по характеристикам оперативной зрительной памяти, а также по показателю эмоциональной устойчивости (табл. 1).

Такие отношения между рассматриваемыми группами горнорабочих представляются нам результатом «стихийного» внутрибригадного профессионального распределения рабочих по отдельным звеньям очистного цикла и отражают различный уровень требований производственного процесса к функциям организма исполнителя на различных рабочих местах. Подобная функциональная дифференциация отчетливо выступает именно в высокопроизводительных бригадах потому, что далеко не каждый рабочий способен выдержать довольно жесткие условия труда на ведущих звеньях очистного цикла — выемке угля комбайном и креплении выработанного пространства, скорость выполнения которых в передовых бригадах в два-три раза превышает таковую в бригадах с суточной добычей до 600 т.

Считают, однако [4], что наиболее убедительно профессиональная значимость функций организма отражается степенью их релевантности (соотносимости) с внешними, производственными критериями. Для ее определения мы использовали метод корреляционно-регрессионного анализа применительно к данным, полученным в наблюдениях за горнорабочими передовых бригад (шесть бригад с суточной добычей угля от 1200 до 3000 т). В качестве внешних критериев использовали конкретные проявления производственной деятельности горнорабочих (скорость работы, ее объем и др.). Корреляционный массив по каждой профессиональной группе был составлен из результатов наблюдений за различными бригадами. При этом для устранения явления контаминации использовали принятый в практике профессионального отбора метод процентного выражения величин внешних критериев (к среднему их значению в пределах каждой бригады) [4]. Оказалось также, что корреляционный массив следует составлять лишь из результатов, полученных в тех бригадах, где соответствующий внешний критерий (например, скорость выемки угля) достигал высоких значений, т. е.

наблюдалось з
против, низка
стствует проявл
этих условиях
цами с разли
сколькx задан
функциональн

Профессиональн

Внешние критерии

Машинисты угольного комбайна	Vвыем
	Nпер.
	Lпер.
	Vсекц
Операторы гидрофицированной крепи	Vсекц
	Lр.
	Vпогр.
Рабочие в нише	Vбур.
	Vс.

Корреляцио
машинистами у
чимность ряда ф
ственной деятел
ном (V выемки
внимания. Напр
жительность (L
циональной усто
способности (сп
У операторо
довой активност
достоверную свя
к переключению

наблюдалось значительное напряжение соответствующих функций. Напротив, низкая интенсивность производственного процесса не способствует проявлению индивидуальных возможностей исполнителя, и в этих условиях трудовой процесс одинаково успешно выполняется лицами с различным уровнем профессионально важной функции, поскольку заданные параметры эффективности труда лежат в пределах функциональных возможностей всех исполнителей.

Таблица 2
Профессиональная значимость функций организма по результатам корреляционно-регрессионного анализа ($p < 0,05$)

Внешние критерии	Функции организма, ед. измерения	Уравнение регрессии	$r(\eta)$	Критические значения функций
Машинисты угольного комбайна	Ввыемки	Устойчивость внимания (с) $V_{\text{выемки}} = 250,7 - 4,27x + 0,029x^2$	0,377	58
	Nпер.	Эмоциональная устойчивость (частота пульса при отказе от ПК) $N_{\text{пер.}} = 1,14x - 21,1$	0,424	107
	Lпер.	Длительность удержания ПК (с) $L_{\text{пер.}} = 308x^{-0,263}$	-0,459	72
	Vсекц.	Способность к переключению внимания (число ошибок на крестовом аппарате) $V_{\text{секц.}} = 111,4 - 1,3x$	-0,462	9
Операторы гидрофицированной крепи	Vсекц.	Эмоциональная устойчивость (частота пульса при ПК) $V_{\text{секц.}} = \frac{23166}{x} - 117$	0,510	102
	Lр.	Сила возбудительного процесса (число запаздывающих РДО) $L_r = 30,9 + 4x$	0,437	17
	Vпогр.	Импульс мышечной силы кисти $\left(\frac{\text{кгс} \cdot \text{с}}{\text{см}^2}\right)$ $V_{\text{погр.}} = 134 \cdot e^{\frac{-12}{x}}$	-0,313	40
Рабочие в нише	Vбур.	Способность к переключению внимания $V_{\text{бур.}} = 135,5 - 13,8 \ln x$	-0,635	13
	Vс.	Импульс мышечной силы кисти $\left(\frac{\text{кгс} \cdot \text{с}}{\text{см}^2}\right)$ $V_c = 40,4 \cdot e^{\frac{27}{x}}$	0,422	30

Корреляционно-регрессионный анализ результатов наблюдений за машинистами угольных комбайнов подтвердил профессиональную значимость ряда физиологических функций для успешности их производственной деятельности (табл. 2). Так, скорость выемки угля комбайном (V выемки) возрастала у машинистов с лучшей устойчивостью внимания. Напротив, число перерывов за смену ($N_{\text{пер.}}$) и их продолжительность ($L_{\text{пер.}}$) в значительной мере определяются уровнем эмоциональной устойчивости индивидуума и степенью статической работоспособности (способность к удержанию ПК).

У операторов гидрофицированной крепи ведущий показатель трудовой активности (скорость передвижки секций — $V_{\text{секц.}}$) обнаружил достоверную связь не с устойчивостью внимания, а со способностью его к переключению. Выявленная зависимость свидетельствует о том, что

лица, совершавшие меньше ошибок при тестировании на «крестовом» аппарате, осуществляли передвижку секций с большей скоростью.

На эргометрические показатели трудовой деятельности операторов крепи влияет и уровень их эмоциональной устойчивости, что выразилось в зависимости $V_{секц.}$ от частоты пульса, при которой у испытуемых происходит отказ от ПК. Выявлена также связь между длительностью одного периода непрерывной работы (L_p) и числом запаздывающих РДО.

Корреляционно-регрессионный анализ материала, полученного в наблюдениях за рабочими в нише выявил (табл. 2) достоверную зависимость скорости погрузки угля на конвейер ($V_{погр.}$) от ИС и скорости бурения шпуров ($V_{бур.}$) от способности к переключению внимания. Более того, профессиональная значимость уровня физического потенциала (ИС) проявилась и через обратную его связь с величинами

Таблица 3
Физиологические критерии профессиональной пригодности для горнорабочих комплексно-механизированных очистных забоев угольных шахт

Вид работы	Группа физического состояния (по Соорег 1970)	Пульсовая стоимость 1000 кг/м (серд. цикл)	Импульс мышечной силы, кгс·с/см ²	Длительн. позы комбайнера (с)	Частота пульса при окончании позы комбайнера (уд/мин)
Управление комбайном (маш+помощн. маш. комб.)	4—5	не более 150	не менее 35	не менее 43	не более 115
Управление гидрофицированной крепью (операторы гидрофицирован. крепи)	4—5	не более 150	не менее 27	не менее 45	не более 115
Выполнение концевых операций в лаве (рабочие в нише)	4—5	не более 150	не менее 21	не менее 30	не более 122

Вид работы	Время просмотра «Перепутанные линии» (с)	Число ошибок на «крестовом аппарате»	Реакция на движущийся объект	Оперативная зрительная память	
				объем	устойчивость
Управление комбайном (маш+помощн. маш. комб.)	не более 67	не более 18	Сумма «запаздывающих» и «точных» реакций должна составлять не менее 50% от общего числа проб	не менее 3,0	не более 28
Управление гидрофицированной крепью (операторы гидрофицирован. крепи)	не более 78	не более 22	То же	не менее 3,0	не более 35
Выполнение концевых операций в лаве (рабочие в нише)	не более 83	не более 30	То же	не менее 2,7	не более 35

функционал
с ВС 1 т уг

Подводи
реляционно-
ми сравните
в отношении
лась профес
а способнос
рабочих дей
чение функц
для оператор

Определе

По верти
процесса
ризон

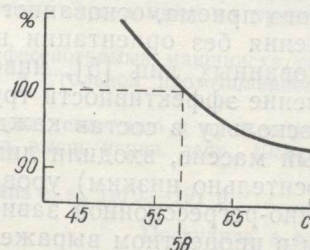
нистов комб.
фессиограмм
рактистиче
ма доверите
другому пок
с внешними
руживших по
нятых в ниш

Выявлен
ционно-регре
тельностью п
проявление и
его количест
ции и внешн
операторам
ваний допол
деятельности
циям, позвол
ния внимани
раторов креп
чайно отсюда
была выявлен
торых в каче
Вывемки, $V_{сек}$
у рабочих в
требует значи
ственно к ору

Находит
способностью
Действительн
время, но в п
и, соответстве

функциональных затрат организма на единицу продукции, в частности, с ВС 1 т угля, переброшенного лопатой.

Подводя итог изложенному, следует признать, что результаты корреляционно-регрессионного анализа в основном согласуются с данными сравнительного статистического анализа. Это отчетливо проявилось в отношении функции внимания, степень устойчивости которого оказалась профессионально важной в деятельности машинистов комбайна, а способность к быстрому его переключению определяла успешность рабочих действий оператора гидрофицированной крепи. Однако, значение функций в перекрестном направлении (устойчивости внимания — для операторов крепи, а способности к его переключению — для маши-



Определение критического (необходимого) уровня развития функции.

По вертикали — скорость выполнения трудового процесса (выемка угля комбайном), в %, по горизонтали — устойчивость внимания, в с.

нистов комбайна) не получило подтверждения, хотя содержание профессиограммы [8] и сравнительный анализ их функциональных характеристик (табл. 1), позволяли отнести к такой возможности весьма доверительно. Сходный результат выявлен и по отношению к другому показателю — ИС кисти, профессиональная связь которого с внешними критериями выступила не у машинистов комбайна, обнаруживших по ИС преимущественное положение, а у горнорабочих, занятых в нише.

Выявленное расхождение в результатах сравнительного и корреляционно-регрессионного анализа, вероятно, порождено высокой избирательностью последнего, обязательным условием для которого является проявление исследуемой функции в конечном результате труда (именно его количественном выражении), обеспечивающее релевантность функции и внешнего критерия. Применительно к машинистам комбайна и операторам крепи можно ожидать, что введение в методику исследований дополнительных внешних критериев, которые будут иметь в их деятельности более непосредственное отношение к названным функциям, позволит установить профессиональную значимость переключения внимания для машинистов комбайна, а его устойчивости для операторов крепи и в корреляционно-регрессионном выражении. Не случайно отсюда и то, что корреляция между ИС и внешними критериями была выявлена не у машиниста комбайна и оператора крепи (для которых в качестве внешних критериев использованы характеристики — Ввыемки, Всекц. — не связанные с величинами усилий мышц руки), а у рабочих в нише, чья деятельность в большинстве трудовых операций требует значительных мышечных усилий, прикладываемых непосредственно к орудиям труда.

Находит объяснение и несколько «неожиданная» связь между способностью горнорабочих в нише к переключению внимания и Вбур. Действительно, бурение одного шпура занимает непродолжительное время, но в целом процесс требует достаточно частой смены действий и, соответственно, переключения внимания. Однако, когда в роли внеш-

него критерия выступает общая скорость выполнения работ в нише, то эта связь скрадывается, заглушается другими трудовыми операциями.

Следовательно, полученные результаты не исключают, а дополняют друг друга и в целом свидетельствуют о значении индивидуального уровня развития ряда функций организма для успешности его трудовых действий.

Однако, определение степени релевантности уровня развития функции и внешнего критерия еще не решает вопроса о возможности практического использования выявленных связей в целях профессионального отбора. Последний этап существенно осложняется отсутствием единого и достаточно обоснованного метода градуировки диапазона профессионально значимой функции. Использование для этой цели методического приема, основанного на применении закона нормального распределения без ориентации на успешность труда (внешние критерии) обследованных лиц [5], нивелирует основную задачу профотбора — повышение эффективности труда.

Поскольку в состав каждой бригады, включенной нами в корреляционный массив, входили лица с различным (и относительно высоким, и относительно низким) уровнем развития функций, нахождение корреляционно-регрессионной зависимости между функцией и внешним критерием в процентном выражении позволяет с достаточной уверенностью (статистически обоснованно) определить тот уровень функции, который обеспечит 100% (средний, нормальный) уровень производственной активности в каждой бригаде, независимо от особенностей организации труда или конкретного уровня добычи. Это позволило нам в качестве критической (профессионально значимой) величины физиологического показателя принять его значение, соответствующее по уравнению регрессии 100% значению внешнего критерия (см. рисунок).

Найденные по уравнениям регрессии критические значения функциональных показателей явились достаточно близкими к их средним статистическим величинам. Поэтому и для функций, профессиональное значение которых выступило лишь при сравнительном статистическом анализе, в качестве критической величины мы использовали среднее (M) значение показателя. В практическом отношении мы сочли возможным расширить «зону соответствия» показателей от критического (корреляционного) его значения на величину среднеквадратического отклонения ($\pm\sigma$) соответствующей числовой выборки. Предлагаемая «зона соответствия» функциональных показателей включает 84% всей совокупности данных. При этом группа профессионально непригодных работников составит около 16% от всей совокупности.

Конечные результаты расчета физиологических критериев профессиональной пригодности горнорабочих комплексно-механизированных очистных забоев отображены в табл. 3. Приведенные критерии профессиональной пригодности предназначены не только для отбора горнорабочих в высокопроизводительные бригады, но и для рационального внутрибригадного перераспределения рабочих по звеньям производственного цикла в уже сформировавшихся трудовых коллективах.

1. Амосов Н. М.
2. Азарков Ф. Г.
3. Воеводина Т. Л.
4. Гуревич К. М.
5. Гребняк В. П.
6. Кулак А. И.
7. Навакатикян А.
8. Овчинникова Л.
9. Пономарев М.
10. Cooper K. The N

Отдел психофизиологии
Центрального института
и научно-технического
угольной промышленности

PSYCHO

Professional si
actions is detected.
cessary level of the
nection between the
tion of professional
is substantiated. Ph
in high-productive p

Department c
the Central Ins
and Technological I

Л и т е р а т у р а

1. Амосов Н. М., Бендет Я. А. Физическая активность и сердце.— К., 1975.—253 с.
2. Агарков Ф. Г., Носков В. И. Физиолого-эргономическая характеристика труда машинистов угольных комбайнов.— М., ЦНИЭИуголь, 1974.—22 с.
3. Воеводина Т. М., Коржавин А. Н. и др. Определение физической работоспособности.— Физиология человека, 1975, 1, № 4, с. 684—691.
4. Гуревич К. М. Профессиональная пригодность и основные свойства нервной системы.— М., 1970.—272 с.
5. Гребняк В. П. и др. Физиологические и психофизиологические методы профессионального отбора горнорабочих глубоких шахт (методические рекомендации).— Донецк, 1974.—25 с.
6. Кулак А. И. Психические и физиологические функции организма человека и система НОТ.— Минск, 1974.—246 с.
7. Навакатикян А. О., Бузунов В. А. и др. Психофизиологические критерии профессионального отбора операторов энергопредприятий. Эргономика на транспорте.— К., 1975, с. 14—15.
8. Овчинникова Л. А., Попченко В. Е. и др. Профессиограмма машиниста угольного комбайна. Психофизиологические исследования в угольной промышленности.— М., ЦНИЭИуголь, 1974, вып. 27, с. 22—23.
9. Пономарев М. Ф. О влиянии кофеина и брома на тенденцию к преждевременным и запаздывающим реакциям у человека.— Журн. высш. нервн. деят., 1958, 8, № 1, с. 42—49.
10. Cooper K. The New Aerobics.— New York, M. Ewans e. a., 1970.—191 p.

Отдел психофизиологии труда
Центрального института экономики
и научно-технической информации
угольной промышленности, Стаханов

Поступила в редакцию
15. II 1978 г.

V. A. Oleinikov

PSYCHOPHYSIOLOGICAL ASPECTS OF PROFESSIONAL CHOICE
OF MINERS IN MECHANIZED WORKING FACES
OF COAL MINES

Summary

Professional significance of a series of physiological functions for successful labour actions is detected. The method is suggested for quantitative determination of the necessary level of the function development by the regression equation reflecting the connection between the function and external criterion. Differential approach to determination of professional availability of miners occupied in different links of the working cycle is substantiated. Physiological criteria are developed of professional choice for miners in high-productive mechanized working faces.

Department of Labour Psychophysiology of
the Central Institute of Economics and Science
and Technological Information of Coal Industry, Stakhanov