

**РОЛЬ КОМПОНЕНТОВ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА
В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
В ВЫСОКОГОРЬЕ (сообщение 1)**

*А.С. Шаназаров**, *М.Ю. Глушкова**, *Ш.Ю. Айсаяева**, *Д.Ш. Чынгышпаев**

*Институт горной физиологии Национальной академии наук Кыргызской Республики
(Кыргызская Республика, г. Бишкек)

Представлены результаты оценки энергетических, сенсомоторных и информационных компонентов функционального состояния операторов-машинистов сенсомоторного профиля в условиях высокогорья Тянь-Шаня (2800 и 3800 м над уровнем моря). Обследовано 72 оператора большегрузной техники в возрасте 25–40 лет, имеющих стаж работы в горах не менее 2 лет и общий стаж работы не менее 5 лет. В процессе адаптации они были разделены на 2 группы – с высоким и низким оперативно-функциональным уровнем. Функциональное состояние операторов и значимость вышеуказанных компонентов определялись с помощью психофизиологического комплекса (ПФК-01), газоанализатора «Spirolit-2» и психофизиологических тестов (бланковых) для оценки когнитивных качеств человека. В процессе исследований установлено, что по мере возрастания суровости горной среды увеличивается энергетическая стоимость деятельности, при этом она значительно выше в группе с низкими оперативно-функциональными свойствами. Со стороны показателей, характеризующих сенсорный компонент, у работников с высокими оперативными качествами отмечались лучшая способность к зрительному и пространственному восприятию и более устойчивое выполнение формализованных заданий. Операторы этой группы обладали достаточно стабильными параметрами внимания, памяти и мышления, повышенной способностью к переработке логической информации, могли точнее строить модели ответных реакций и формировать адекватную стратегию деятельности. Для лиц второй группы свойственны ограниченность объема памяти, низкая продуктивность мыслительной операции. В целом успешность работы операторов сенсомоторного профиля в условиях больших высот зависела от вклада и взаимодействия компонентов функционального состояния.

Ключевые слова: *адаптация человека к высокогорью, функциональное состояние человека-оператора, эффективность операторской деятельности, компоненты деятельности человека-оператора.*

Ответственный за переписку: Шаназаров Алмаз Согомбаевич, адрес: 720048, Кыргызская Республика, г. Бишкек, ул. М. Горького, д. 1/5; e-mail: ifepv@mail.ru

Для цитирования: Шаназаров А.С., Глушкова М.Ю., Айсаяева Ш.Ю., Чынгышпаев Д.Ш. Роль компонентов функционального состояния человека-оператора в обеспечении профессиональной деятельности в высокогорье (сообщение 1) // Журн. мед.-биол. исследований. 2017. Т. 5, № 4. С. 55–65. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.4.55

Вопросы физиологического приспособления, поддержания работоспособности при обеспечении деятельности человека в высокогорье имеют важное теоретическое и практическое значение. Это связано с тем, что строительство гидроэнергетических сооружений и развитие горнодобывающей промышленности вызывает появление на объектах горнорудной промышленности автоматических средств контроля и управления, и труд операторов-машинистов становится все более распространенным. В условиях дискомфорта гор такой труд может сопровождаться изменениями в функциональных системах и возникновением стрессовых состояний, что негативно сказывается на здоровье и производительности труда.

Несмотря на актуальность данной проблемы, многие вопросы, связанные с профессиональной деятельностью человека-оператора при адаптации к высокогорью, выпадали из поля зрения исследователей, особенно в последнее десятилетие, и до настоящего времени практически не рассматривались. В связи с этим целью настоящей работы являлось изучение индивидуально-типологических особенностей адаптационного состояния операторов сенсомоторного профиля и определение значимости энергетических, сенсорных и информационных компонентов в обеспечении их деятельности в высокогорье.

Материалы и методы. Исследования проводились на объектах золоторудных месторождений на высоте 2800 и 3800 м над уровнем моря. В обследовании приняло участие 72 оператора большегрузной техники в возрасте 25–40 лет. Стаж работы в горах составлял не менее 2 лет, общий стаж работы оператором – не менее 5 лет.

Обследование операторов проводили непосредственно на рабочих местах в процессе выполнения профессиональной деятельности, а также в начале и конце рабочего дня, при этом обследуемые были разделены на группы: контроль (лица, постоянно проживающие и работающие на равнине); лица, постоянно проживающие и работающие на высоте 2800 м; лица, постоянно проживающие и работающие на высоте 3800 м.

Исследования осуществляли после получения информированного согласия участников, в соответствии с этическими стандартами Хельсинской декларации Всемирной Медицинской Ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека».

Научной предпосылкой к постановке исследований послужила теория функциональных состояний [1, 2], в соответствии с которой основой формируемой системной реакции в процессе деятельности составляют пять групп компонентов: энергетические, сенсорные, информационные, эффекторные и активационные.

Энергетические компоненты – это показатели таких реакций, которые обеспечивают необходимый уровень энерготрат для данного функционального состояния в зависимости от специфики условий, в которых осуществляется та или иная деятельность. Для изучения энергетического компонента деятельности определяли потребление кислорода на газоанализаторе «Spirolit-2» (Германия), оценивали максимальное потребление кислорода (МПК) и энергетические траты в состоянии оперативного покоя и при выполнении производственных операций. Газометрические расчеты производили в системе STPD.

Сенсорные компоненты – это структуры и процессы, обеспечивающие прием и первичную обработку поступающей информации, а также анализ и кодирование в виде последовательности проведения нервных импульсов и передачу в соответствующие структуры ЦНС [3]. Значимость сенсорных компонентов определяли путем оценки латентного периода сложной сенсомоторной реакции и функциональной подвижности (лабильности) нервных процессов в зрительном анализаторе (методика критической частоты слияния световых мельканий) на аппаратно-программном психофизиологическом комплексе ПФК-01 (Россия); также определяли абсолютные пороги зрительного ощущения и способность к пространственному восприятию¹.

¹Марищук В.Л., Блудов Ю.М., Плахтиенко В.А., Серова Л.К. Методы психодиагностики в спорте. М., 1984. 190 с.

Информационные компоненты деятельности характеризуют возможности приема, селекции, обработки поступающей информации и принятия решений [3] и представляются, на наш взгляд, наиболее важными при осуществлении операторской деятельности. В условиях высокогорной гипоксии, где изменяются пороги ощущений и протекание основных когнитивных процессов, вполне ожидаемыми становятся нарушения профессионально-значимых качеств. Информационные компоненты деятельности характеризовали на основе изучения оперативной зрительной памяти (методика «Память на числа») и индивидуальных качеств мышления (методика «Арифметический счет», тест «Стратегия двоичного выбора») с помощью прибора ПФК-01.

Учитывая, что процесс адаптации к деятельности в экстремальных условиях носит многоплановый и индивидуальный характер, в нашем исследовании механизмы формирования успешности деятельности изучались на группах с высоким (ВФУ) и низким (НФУ) оперативно-функциональным уровнем на основе сравнительного анализа приведенных выше компонентов. Для первой группы характерны

слабая организация системного ответа на вероятностные сигналы, наличие в работе большого количества ошибочных действий (особенно запаздывания), невысокий балл экспертной оценки. Лица другой группы отличались высоким уровнем организации ответных реакций и их стабильностью.

Статистическую обработку данных осуществляли при помощи прикладного пакета программ «SPSS 19 for Windows». Так как выборка соответствовала закону нормального распределения, при обработке данных использовали парный *t*-критерий Стьюдента, различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Данные представляли в виде средних значений с их стандартной ошибкой ($M \pm m$).

Результаты. В табл. 1 представлены основные параметры кислородного обеспечения организма на равнине и в условиях высокогорья у лиц с высоким и низким оперативно-функциональным уровнем.

В обычных условиях деятельности различий в величине аэробного резерва между группами не установлено, но на высотах 2800 и 3800 м значения этого показателя у лиц с НФУ были снижены по сравнению с контрольной группой –

Таблица 1

**ХАРАКТЕРИСТИКА АЭРОБНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
У ОПЕРАТОРОВ-МАШИНИСТОВ С РАЗЛИЧНЫМ ОПЕРАТИВНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ УРОВНЕМ**

Группа	Потребление кислорода, л/мин		МПК, л/мин	Аэробный резерв, %
	в условиях оперативного покоя	при выполнении произ- водственных операций		
<i>Низкий оперативно-функциональный уровень</i>				
Контроль (n = 8)	0,29±0,04	0,76±0,07	3,07±0,28	83,1
2800 м (n = 10)	0,36±0,05	0,83±0,07	2,57±0,15	78,7
3800 м (n = 14)	0,42±0,04*	1,02±0,07*	2,08±0,13*	63,9*
<i>Высокий оперативно-функциональный уровень</i>				
Контроль (n = 18)	0,32±0,06	0,68±0,07	2,92±0,18	86,2
2800 м (n = 15)	0,35±0,04	0,77±0,09	2,70±0,20	83,2
3800 м (n = 9)	0,41±0,04	0,88±0,06*.*	2,61±0,12*.*	78,7

Примечание: * – статистически значимые различия по сравнению с контрольной группой; ** – статистически значимые различия по сравнению с группой НФУ.

78,7 и 63,9 % соответственно. У них же на высоте 2800 м (в условиях покоя) отмечалась тенденция к увеличению потребления кислорода, а на высоте 3800 м – значимое повышение по отношению к контролю (0,42 против 0,29 л/мин). Такие же изменения наблюдались при выполнении производственных операций на высоте 3800 м (1,02 против 0,76 л/мин, $p < 0,05$), однако сдвиги со стороны МПК противоположны (снижено до 2,08 против 3,07 л/мин в контроле). У лиц с ВФУ статистически значимое повышение потребления кислорода происходило при выполнении производственных операций в меньшей степени и только на высоте 3800 м (0,88 против 0,68 л/мин в контроле), а значения МПК были существенно выше, чем у операторов с НФУ (2,61 против 2,08 л/мин).

В группах с различным оперативно-функциональным уровнем отличались также показатели энергетической стоимости деятельности (рис. 1). При этом на высоте 2800 м статистически значимое увеличение энергозатрат по отношению к контролю наблюдалось у лиц с НФУ (4,0 против 3,6 ккал/мин). На высоте 3800 м энергозатраты возрастали по отношению к контролю в обеих группах ($p < 0,05$); кроме того, отмечалось

значимое различие между лицами с НФУ и ВФУ (4,9 и 4,3 ккал/мин соответственно).

В процессе работ определялись абсолютные пороги зрительного и слухового ощущения. Установлено, что с увеличением высоты местности у лиц обеих групп проявлялась лишь тенденция к повышению величины сдвигов зрительного и слухового восприятия. Так, если слуховой порог интенсивности звука у лиц с НФУ на высотах 2800 и 3800 м составлял 15,9 и 20,0 дБ соответственно, то у операторов с ВФУ – 13,7 и 18,3 дБ соответственно. Статистически значимое увеличение порогов зрительного восприятия выявлялось на высоте 3800 м у лиц с ВФУ. У них также определены значимые изменения со стороны латентных периодов сложной сенсомоторной реакции: на высоте 2800 м они составляли 0,47 мс против 0,72 мс у лиц с НФУ; на высоте 3800 м – 0,52 против 0,78 мс соответственно (рис. 2).

В производственных условиях высокогорья лабильность и возбудимость зрительного анализатора, как известно, зависит от состояния вработываемости и степени утомления². У операторов с НФУ на высоте 3800 м в конце

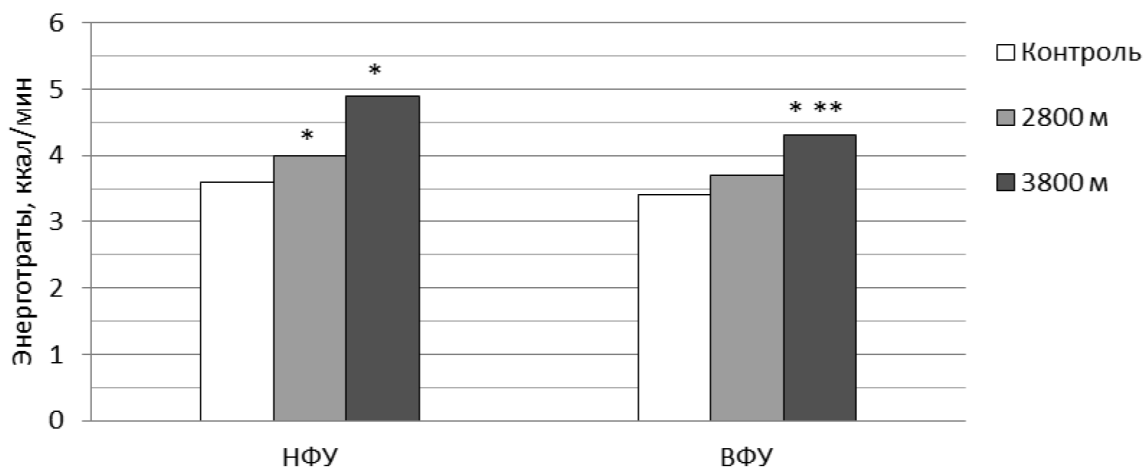


Рис. 1. Энергетическое обеспечение деятельности у операторов-машинистов с различным оперативно-функциональным уровнем: * – статистически значимые различия по сравнению с контролем; ** – статистически значимые различия по сравнению с группой НФУ

²Деревянко Е.А., Хухлаев В.К. Интегральная оценка работоспособности при физическом и умственном труде. М., 1976. 76 с.

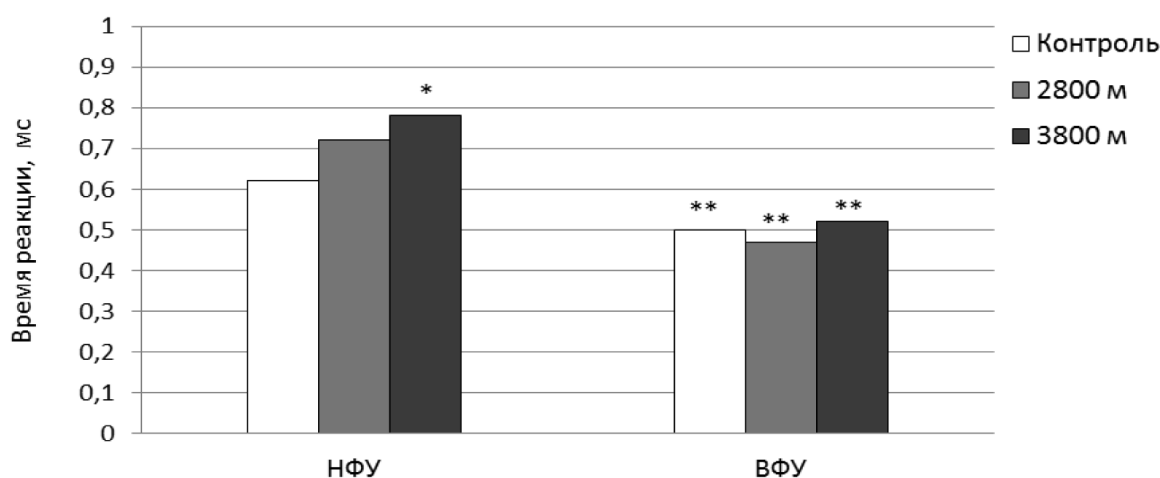


Рис. 2. Латентное время сложной сенсомоторной реакции у операторов-машинистов с различным оперативно-функциональным уровнем: * – статистически значимые различия по сравнению с контролем; ** – статистически значимые различия по сравнению с группой НФУ

рабочего дня отмечалось снижение значений критической частоты слияния световых мельканий; у лиц с ВФУ лабильность зрительного анализатора в процессе работы статистически значимо не изменялась (табл. 2).

Таблица 2

ЗНАЧЕНИЯ КРИТИЧЕСКОЙ ЧАСТОТЫ СЛИЯНИЯ СВЕТОВЫХ МЕЛЬКАНИЙ В ДИНАМИКЕ РАБОЧЕЙ СМЕНЫ У ОПЕРАТОРОВ-МАШИНИСТОВ С РАЗЛИЧНЫМ ОПЕРАТИВНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ УРОВНЕМ, Гц

Группа	До работы	После работы
<i>Низкий оперативно-функциональный уровень</i>		
Контроль (n = 8)	38,2±1,3	35,0±1,2
2800 м (n = 10)	36,4±1,6	33,0±1,1
3800 м (n = 14)	36,9±1,5	33,2±0,9*
<i>Высокий оперативно-функциональный уровень</i>		
Контроль (n = 18)	42,0±1,7	43,0±2,1
2800 м (n = 15)	38,2±1,9	38,8±2,5
3800 м (n = 9)	35,5±1,8	36,4±2,3

Примечание: * – статистически значимые различия по сравнению с дорабочим уровнем.

Исследование изменения пространственного восприятия у лиц с различным оперативно-функциональным уровнем (табл. 3, см. с. 60) показало, что статистически значимые различия в точности измерения пространственных отрезков между группами присутствуют как в контроле, так и в дискомфортных условиях высокогорья. В частности, на высотах 2800 и 3800 м по данному показателю процентная разница была в пределах 10–11 %.

Операторы с различным функциональным уровнем отличались также по параметрам точности и скорости зрительной памяти (табл. 4, см. с. 60). Направленность сдвигов по количеству воспроизведенных чисел в обеих группах при исследовании в высокогорье характеризовалась статистически незначимыми изменениями, тогда как по количеству ошибочных ответов различия при деятельности на высоте 3800 м статистически значимы. Значимые отличия между группами получены по пропускной скорости зрительной памяти. Так, время, затраченное на воспроизведение чисел на высоте 2800 и 3800 м, у операторов с НФУ составляло 73,0 и 68,5 с соответственно, в группе с ВФУ – 40,5 и 43,8 с соответственно.

Таблица 3

**ПОКАЗАТЕЛИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ВОСПРИЯТИЯ (ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИНЫ ОТРЕЗКОВ)
У ОПЕРАТОРОВ-МАШИНИСТОВ С РАЗЛИЧНЫМ ОПЕРАТИВНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ УРОВНЕМ**

Группа	Низкий оперативно-функциональный уровень		Высокий оперативно-функциональный уровень	
	<i>n</i>	Точность измерения, %	<i>n</i>	Точность измерения, %
Контроль	8	89,7±1,28	18	97,3±0,75**
2800 м	10	86,0±1,05	15	97,2±0,64**
3800 м	14	84,4±0,93*	9	94,8±0,81*,**

Примечание: * – статистически значимые различия по сравнению с контролем; ** – статистически значимые различия по сравнению с группой НФУ.

Таблица 4

**ПОКАЗАТЕЛИ ОПЕРАТИВНОЙ ЗРИТЕЛЬНОЙ ПАМЯТИ
(ПАМЯТЬ НА ЧИСЛА) У ОПЕРАТОРОВ-МАШИНИСТОВ
С РАЗЛИЧНЫМ ОПЕРАТИВНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ УРОВНЕМ**

Группа	Количество воспроизведенных чисел, ед.	Количество ошибочных ответов, ед.	Время ответа, с
<i>Низкий оперативно-функциональный уровень</i>			
Контроль (<i>n</i> = 8)	7,2±2,1	1,3±0,4	46,4±2,5
2800 м (<i>n</i> = 10)	5,8±1,4	1,8±0,5	73,0±6,8*
3800 м (<i>n</i> = 14)	6,1±1,0	2,3±0,3	68,5±5,1*
<i>Высокий оперативно-функциональный уровень</i>			
Контроль (<i>n</i> = 18)	6,7±1,8	0,7±0,3	47,3±2,3
2800 м (<i>n</i> = 15)	6,9±0,7	1,0±0,5	40,5±5,0**
3800 м (<i>n</i> = 9)	6,4±0,9	1,3±0,3**	43,8±7,2**

Примечание: * – статистически значимые различия по сравнению с контролем; ** – статистически значимые различия по сравнению с группой НФУ.

По результатам теста «Стратегия двоичного выбора» (рис. 3) на высоте 2800 м у лиц с НФУ зарегистрировано большее число ошибок как при усвоении стратегии (2,7 против 0,6 в контроле), так и при поиске собственной стратегии (2,6 против 1,5). В целом ошибочных ответов у операторов с НФУ было значительно больше, нежели в группе ВФУ.

Тестирование с использованием методики «Арифметический счет» позволило установить, что в условиях деятельности на высоте 2800 м у лиц с НФУ снижалось количество

переработанной информации до 34,9 операций против 45,1 в контроле, у лиц с ВФУ оно оставалось примерно на том же уровне (49,2 против 50,7 в контроле). Число ошибочных действий у первых в экстремальных условиях высокогорья повышалось (3,7 против 2,2 ед. в контроле), а у вторых находилось ниже контрольных значений (1,9 против 2,4 ед.).

Обсуждение. Анализ полученных результатов по оценке индивидуально-типологических особенностей функционального состояния операторов-машинистов сенсомоторного профиля

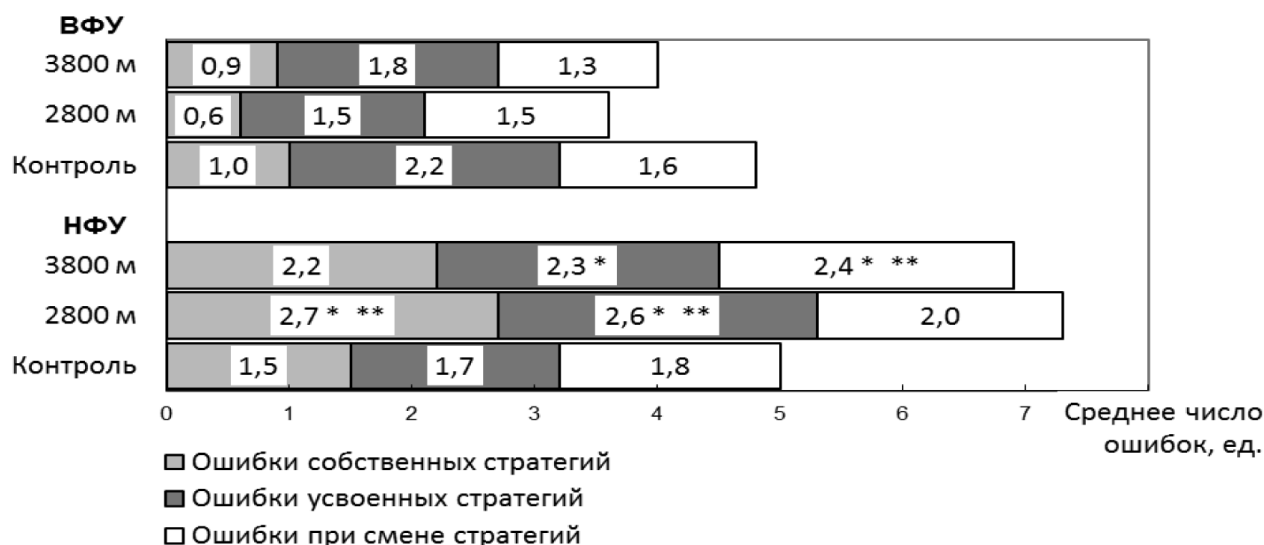


Рис. 3. Ошибочность ответов при выполнении теста «Стратегия двоичного выбора» у операторов-машинистов с различным оперативно-функциональным уровнем: * – статистически значимые различия по сравнению с контролем; ** – статистически значимые различия по сравнению с группой ВФУ

показал, что выраженность и направленность физиологических реакций и психофизиологических сдвигов зависели от функционального уровня устойчивости испытуемых и от условий, в которых осуществлялась деятельность. В частности, с увеличением высоты местности (2800 м) у лиц обеих подгрупп проявлялась тенденция к повышению показателей, характеризующих слуховое и зрительное восприятие; на высоте 3800 м происходило значимое увеличение критической частоты световых мельканий.

Латентные периоды сложной сенсомоторной реакции, отражающие особенности процессов зрительного восприятия, у операторов с ВФУ были короче, нежели у лиц с НФУ. Короткое время реакции отражает высокое качество нейрональной активности в ассоциативных зонах префронтальной коры, ответственных не только за анализ сенсорных сигналов, но и за организацию моторных реакций в ответ на них [4]. Следует отметить, что смещающие сигналы, обусловленные селективным вниманием, могут модулировать нейронную активность в зрительной коре следующими способами: снизу вверх (сенсорно-управляемые механизмы)

и сверху вниз (механизмы обратной связи), однако сам сигнал смещения генерируется из сети областей в лобной и теменной коре [5].

Лабильность и возбудимость зрительного анализатора в производственных условиях на равнине зачастую меняется по двухфазной кривой в соответствии с изменением работоспособности, зависимой, как указывалось выше, от состояния вработываемости и степени утомления [6]. Аналогичные сдвиги выявлены в наших исследованиях у лиц с НФУ: высокая степень утомления вызывала у них снижение критической частоты слияния мельканий в конце рабочего дня, в то время как у лиц с ВФУ лабильность зрительного анализатора не изменялась в процессе рабочей смены. Значительное ухудшение показателей основных свойств нервной системы и психических познавательных процессов в группе неуспешных операторов, свидетельствующее о более выраженном утомлении, выявлено и в работе Д.С. Медведева и соавторов [7].

Внимание и память – важнейшие факторы, ограничивающие операторов в получении и интерпретации информации из окружающей

среды для формирования осознания ситуации, а ментальные модели и целенаправленное поведение считаются важными механизмами для преодоления этих ограничений [8]. Рассмотрев адаптационное состояние операторов при осуществлении профессиональной деятельности в высокогорье, мы получили ряд фактов, характеризующих изменения в базовых компонентах при предъявлении различного рода умственных нагрузок. Так, при оценке способностей испытуемых к пространственному восприятию установлено, что операторы с НФУ допускали чаще ошибки в воспроизведении длины эталонных отрезков. К тому же их точность измерения была средней и ниже средней в отличие от операторов с ВФУ, обладающих точностью высокой, выше средней и средней. У лиц с НФУ при выполнении теста «Память на числа» число ошибочных действий на воспроизведение чисел было больше, а время, затраченное на данное задание, – более продолжительным, чем у лиц с ВФУ. Полученные нами результаты согласуются с данными Н.Е. Малкова [цит. по 9, с. 215], которые демонстрируют, что для лиц с высокими нейродинамическими показателями характерны более высокая скорость, точность и сосредоточенность внимания при выполнении формализованных заданий; у лиц с низкими нейродинамическими показателями, напротив, даже простые мыслительные операции выполняются медленно и с ошибками, им свойственны низкая работоспособность, неустойчивость и ограниченность объема внимания.

Данные теста «Стратегия двоичного выбора», позволяющего определять тип внутреннего решения задач и его трансформацию, также показали, что общее число ошибочных ответов, приходящихся как на реакции, связанные с применением усвоенных стратегий, так и на реакции, обусловленные поиском собственной стратегии, превалировало в группе лиц с НФУ. У операторов телекоммуникационных сетей решение когнитивных задач в условиях профессиональной деятельности приводило,

как и в наших исследованиях, к резкому снижению результативности, увеличению числа ошибок и времени выполнения задания, что указывает на высокий уровень психоэмоционального напряжения и низкую стрессоустойчивость [10]. Вместе с тем профессионально успешные операторы отличались, как отмечают авторы, более высокими показателями результативности, меньшим временем сенсомоторной реакции на движущийся объект, лучшим распределением внимания, большей способностью к распознаванию и сравнению значимой информации даже в экстремальных условиях профессиональной деятельности по сравнению с менее успешными.

Таким образом, труд в экстремальных условиях высокогорья оказывает существенное влияние на основные характеристики информационного компонента деятельности, при этом у лиц с ВФУ сохраняется стабильность параметров, характеризующих особенности когнитивных процессов. Эти результаты согласуются с данными, полученными при оценке сенсомоторных компонентов (зрительного восприятия), и являются доказательством того, что более высокий сенсомоторный потенциал наряду с эффективной скоростью переработки визуальной информации обеспечивает надежность профессиональной деятельности у лиц с ВФУ в условиях экстремальной природной среды.

Результаты оценки аэробных параметров, характеризующих суммарную интенсивность энергетического метаболизма, свидетельствуют о том, что чем экстремальнее среда, тем выше энергетическая стоимость деятельности, при этом последняя более высока у операторов с НФУ. Важно при этом подчеркнуть, что, во-первых, энергетическую стоимость деятельности определяет не сама по себе трудовая нагрузка, а среда деятельности, отягощающая эту нагрузку; во-вторых, повышенный уровень МПК и аэробного резерва поддерживает достаточную работоспособность у лиц с ВФУ, и это проявляется только в экстремальных условиях больших высот.

Материалы исследования расширяют теоретические представления об индивидуально-типологических особенностях психофизиологического состояния человека при трудовой деятельности в дискомфортных условиях высокогорья и вносят существенный вклад в теорию адаптаций. Практическая значимость заключается в разработке рекомендаций по определению отраслевых коэффициентов доплат к заработной плате работникам золоторудного концерна «Кыргыз алтын» за неблагоприятные условия труда в горах.

Перспектива дальнейших исследований может быть связана с разработкой режимов труда и отдыха на действующих и строящихся горных предприятиях, специальной подготовкой людей для профессиональной деятельности в

экстремальных условиях высокогорья, а также поиском эффективных средств дифференцированной коррекции адаптации.

Необходимо отметить, что исследования выполнялись в тяжелых климатических и производственных условиях, а некоторые эксперименты проводились в процессе рабочей смены. Это накладывало, безусловно, некоторые ограничения, связанные с получением добровольного согласия работников на участие в исследовании и улаживанием различного рода проблем по компенсациям за меньшее количество проработанного времени. Ограничением также выступал характер подбора контингента обследуемых с учетом возраста (период зрелости) и профессионального опыта (опыт работы в горах и общий стаж).

Список литературы

1. *Медведев В.И., Леонова А.Б.* Функциональные состояния человека // Физиология трудовой деятельности. СПб., 1993. С. 10–54.
2. *Медведев В.И., Леонова А.Б.* Классификация функциональных состояний // Психологические основы профессиональной деятельности: хрест. / сост. В.А. Бодров. М., 2007. С. 582–587.
3. *Медведев В.И.* Адаптация человека. СПб., 2003. 584 с.
4. *Шутова С.В., Муравьева И.В.* Сенсомоторные реакции как характеристика функционального состояния ЦНС // Вестн. Тамбов. ун-та. Сер.: Естеств. и техн. науки. 2013. Т. 18, № 5. С. 2831–2840.
5. *Kastner S., Ungerleider L.G.* Mechanisms of Visual Attention in the Human Cortex // *Annu. Rev. Neurosci.* 2000. Vol. 23. P. 315–341.
6. *Шапкин С.А., Дикая Л.Г.* Деятельность в особых условиях: компонентный анализ структуры и стратегий адаптации // Психол. журн. 1996. Т. 17, № 1. С. 19–34.
7. *Медведев Д.С., Чурганов О.А., Щуров А.Г., Бондарев С.А.* Болевая чувствительность как индикатор функционального состояния организма при эмоционально-напряженной умственной деятельности // Совр. проблемы науки и образования. 2016. № 5. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25239> (дата обращения: 28.02.2017).
8. *Endsley M.R.* Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems // *Hum. Factors.* 1995. Vol. 37, № 1. P. 32–64.
9. *Макаренко Н.В.* Психофизиологические функции человека и операторский труд. Киев, 1991. 216 с.
10. *Яценко Н.А.* Психофизиологические и психологические особенности операторов телекоммуникационных сетей в экстремальных условиях профессиональной деятельности // Рос. психол. журн. 2010. Т. 7, № 2. С. 33–39.

References

1. *Medvedev V.I., Leonova A.B.* Funktsional'nye sostoyaniya cheloveka [Human Functional States]. *Fiziologiya trudovoy deyatel'nosti* [Physiology of Work]. St. Petersburg, 1993, pp. 10–54.

2. Medvedev V.I., Leonova A.B. Klassifikatsiya funktsional'nykh sostoyaniy [Classification of Functional States]. Bodrov V.A. (comp.). *Psikhologicheskie osnovy professional'noy deyatel'nosti* [Psychological Bases of Professional Activity]. Moscow, 2007, pp. 582–587.
3. Medvedev V.I. *Adaptatsiya cheloveka* [Human Adaptation]. St. Petersburg, 2003. 584 p.
4. Shutova S.V., Murav'eva I.V. Sensomotornye reaktsii kak kharakteristika funktsional'nogo sostoyaniya TsNS [Sensorimotor Reactions as Characteristics of Functional State of CNS]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Ser.: Estestvennye i tekhnicheskie nauki*, 2013, vol. 18, no. 5, pp. 2831–2840.
5. Kastner S., Ungerleider L.G. Mechanisms of Visual Attention in the Human Cortex. *Annu. Rev. Neurosci.*, 2000, vol. 23, pp. 315–341.
6. Shapkin S.A., Dikaya L.G. Deyatel'nost' v osobykh usloviyakh: komponentnyy analiz struktury i strategii adaptatsii [Activity Under Special Conditions: A Component Analysis of the Structure and Strategies of Adaptation]. *Psikhologicheskii zhurnal*, 1996, vol. 17, no. 1, pp. 19–34.
7. Medvedev D.S., Churganov O.A., Shchurov A.G., Bondarev S.A. Bolevaya chuvstvitel'nost' kak indikator funktsional'nogo sostoyaniya organizma pri emotsional'no-napryazhennoy umstvennoy deyatel'nosti [Pain Sensitivity as an Indicator of the Functional State of the Body During Emotionally Intense Mental Activity]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2016, no. 5. Available at: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25239> (accessed 28 February 2017).
8. Endsley M.R. Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Hum. Factors*, 1995, vol. 37, no. 1, pp. 32–64.
9. Makarenko N.V. *Psikhoфизиологические функции человека и операторский труд* [Human Psychophysiological Functions and Work of Camera Operators]. Kiev, 1991. 216 p.
10. Yatsenko N.A. Psikhoфизиологические и психологические особенности операторов телекоммуникационных сетей в экстремальных условиях профессиональной деятельности [Psychophysiological and Psychological Features of Controllers of Telecommunication Networks in Extreme Conditions of Professional Activity]. *Rossiyskiy psikhologicheskii zhurnal*, 2010, vol. 7, no. 2, pp. 33–39.

DOI: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.4.55

*Almaz S. Shanazarov**, *Marina Yu. Glushkova**, *Shadiya Yu. Aysaeva**, *Daniyal Sh. Chyngyshpaev**

*Institute of Mountain Physiology, National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic
(Bishkek, Kyrgyz Republic)

THE ROLE OF FUNCTIONAL STATUS COMPONENTS OF HUMAN OPERATORS IN THEIR PROFESSIONAL ACTIVITY IN HIGH ALTITUDES (Report 1)

This paper assessed the energy, sensorimotor, and information components of the functional status of vehicle operators of sensorimotor profile in high Tian Shan mountains (2800 and 3800 m above the sea level). We surveyed 72 heavy vehicle operators aged 25–40 years with at least 2 years' working experience in the mountains and at least 5 years' total working experience. In the process of adaptation, they were divided into 2 groups: with high and low operational and functional levels. The operators' functional status and the importance of the above components were evaluated using the psychophysiological complex PFK-01, gas analyzer Spirolit-2, and psychophysiological tests (filling in forms) to assess the subjects' cognitive qualities. During the research, we found that the energy work cost is growing with the mountain environment becoming harsher. What is more, its values are significantly higher in the group with low operational and functional properties. Subjects with high

operational qualities showed better visual and spatial abilities and more stable performance of formal tasks. Operators from this group had relatively stable parameters of attention, memory, and thinking, as well as greater ability to process logical information. They were able to build models of response more accurately and generate adequate action strategies. The second group had limited memory storage and low productivity of mental operation. In general, the work outcome of operators of sensorimotor profile in high altitudes depended on the contribution of and interaction between the functional status components.

Keywords: *human adaptation to high altitudes, functional status of human operator, efficiency of human operator's activity, components of human operator's activity.*

Поступила 30.03.2017
Received 30 March 2017

Corresponding author: Almaz Shanazarov, *address:* ul. M. Gor'kogo 1/5, Bishkek, 720048, Kyrgyz Republic; *e-mail:* ifepv@mail.ru

For citation: Shanazarov A.S., Glushkova M.Yu., Aysaeva Sh.Yu., Chyngyshpaev D.Sh. The Role of Functional Status Components of Human Operators in Their Professional Activity in High Altitudes (Report 1). *Journal of Medical and Biological Research*, 2017, vol. 5, no. 4, pp. 55–65. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.4.55