

грузки дает достаточно информации о влиянии активации ЦНС, интенсивности и продолжительности нагрузки и их взаимодействия, которое может достигать больших значений.

A. O. Navakatikyan, A. G. Grigorus

EFFECT OF AMINAZINE, CAFFEINE AND INTELLECTUAL LOAD INTENSITY ON PSYCHOPHYSICAL FUNCTIONS AND WORKING EFFICIENCY OF HUMAN

The effect of CNS activation and mental load on human organism depends on the operator's working routine and is, to a great extent, connected with broad individual peculiarities of the tested subjects. The CNS activation increase is conducive to a favourable effect of activities under low mental loads and it also intensifies the appearance of erroneous actions under medium and high loads. The CNS activation decrease does not reduce the capacity to detect significant signals but tells on the speed and correctness of decision making. The application of the variance analysis while experimentally studying the combined effect of the CNS activation and mental load gives sufficient information on the effect of the CNS activation, load intensity and duration and the interaction thereof which can attain considerable values.

Research Institute of Labour Hygiene and Occupational Diseases, Ministry of Public Health of the Ukrainian SSR, Kiev

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гигиена и физиология труда на тепловых электростанциях / Кундиев Ю. И., Навакатикян А. О., Бузунов В. А. — М.: Медицина, 1982.— 222 с.
2. Зараковский Г. М., Павлов В. В. Закономерности функционирования эргатических систем.— М.: Радио и связь, 1987.— 232 с.
3. Навакатикян А. О., Кальниш В. В., Ластовченко В. Б. Работоспособность операторов ТЭЦ дневной и ночной смен при 12-часовой их продолжительности // Гигиена и санитария.— 1984.— № 3.— С. 88—89.
4. Славуцкая М. В., Киренская А. В. Электрофизиологические корреляты функционального состояния нервной системы при монотонной работе // Физиология человека.— 1981.— № 7.— С. 55—60.
5. Физиология и гигиена умственного труда / Навакатикян А. О., Крыжановская В. В., Кальниш В. В.— Киев: Здоров'я, 1987.— 152 с.
6. Rouget J. C., Houghton A. Critères psychophysiologiques pour l'analyse de l'hypovigilance dans les salles de controle // 18-ième Cong. Soc. Ergonomie, Paris 1982.— Paris, 1982.— P. 31—32.

Ин-т гигиены труда и профзаболеваний
М-ва здравоохранения УССР, Киев

Материал поступил в редакцию 03.04.89

УДК 612.766.1+577.3+613.86

Н. А. Бобко

Суточные изменения эффективности умственной деятельности операторского типа при сменном режиме труда

Изменения умственной работоспособности на протяжении суток отмечены при различных видах деятельности [9, 12, 13, 15, 17, 19, 20]. В условиях обычной суточной активности (ночью — сон, днем — бодрствование) четкая организация суточной периодики считается хорошим прогностическим признаком состояния здоровья человека [12, 16]. Вместе с тем при сменном режиме труда возникает социально детерминированная потребность поддерживать высокий уровень работоспособности в любое время суток.

Цель наших исследований — выявление изменений эффективности умственной работы операторского типа в различное время суток при сменном режиме труда.

Методика

Для изучения скоростных и качественных характеристик переработки информации — важнейших показателей эффективности операторской деятельности [3, 10, 13, 14] — использован комбинаторный тест [8]: 4 случайные цифры из интервала 0—9 следовало в уме переставить, меняя местами соседние цифры так, чтобы получить возрастающий ряд; ответом задачи служило число потребовавшихся перестановок. Материалы работы получены в период опытной эксплуатации автоматизированной системы предвахтенного контроля работоспособности операторов-машинистов энергоблоков ГРЭС [4—7]. Обследовано 20 операторов, работавших в три смены (23.00—7.00, 7.00—15.00, 15.00—23.00). В конце первого часа рабочей смены (период устойчивой работоспособности [14]) на видеотерминале ЭВМ оператору последовательно предъявлялись 30 комбинаторных задач, ответ каждой из которых следовало указывать нажатием соответствующей клавиши видеотерминала. Для сеанса тестирования вычисляли 4 центральных момента распределения времени решения задач (ВРЗ) — среднее значение в тиках (1 с составляет 50 тиков), среднее квадратическое отклонение в тиках, асимметрию и эксцесс в условных единицах, а также число допущенных ошибок в сеансе тестирования. Проанализированы тестирования каждого оператора в 42 рабочих сменах (по 14 в каждой из трех). Вычисляли средние индивидуальные и групповые значения показателей переработки тестовой информации в каждой рабочей смене, их ошибки. Применяли метод оценки достоверности различий по Стьюденту [2].

Результаты и их обсуждение

В таблице представлены суточные изменения показателей умственной работы операторского типа по группе обследованных. Лучшее качество выполнения тестовых заданий отмечается в 8 ч утра. Тенденция к увеличению скорости переработки информации в вечернее время суток (16 и 24 ч) по сравнению с утренним (8 ч) соответствует литературным данным об увеличении скорости выполнения аналогичных тестовых заданий от 8 до 21 ч [17, 20]. Однако при сменном режиме труда снижаются различия в эффективности выполнения одних и тех же заданий в различное время суток [15], что проявляется в низкой статистической значимости наблюдаемых изменений.

В 8 ч отмечается наименьшее число ошибок при выполнении тестового задания, но информация перерабатывается медленнее и менее стабильно, чем в 16 или 24 ч, большая доля медленных ответов в сеансе тестирования (асимметрия) и частота их встречаемости (крутизна распределения — эксцесс). В 16 ч снижается качество решения задач, увеличивается средняя скорость и стабильность переработки информации, снижается доля медленных ответов и частота их встречаемости. В 24 ч наблюдается высокая скорость и стабильность переработки информации

Суточные изменения ($M \pm m$) показателей умственной деятельности при сменном режиме труда

Время измерения показателей в течение суток	Показатели математического распределения времени решения задач				Число допущенных ошибок при тестировании
	Среднее значение, тик	Среднее квадратическое отклонение, тик	Асимметрия, усл. ед.	Эксцесс, усл. ед.	
0 (24) ч	226,89 ± 13,02	100,01 ± 6,45	1,14 ± 0,05	1,54 ± 0,22	1,70 ± 0,19
8 ч	244,20 ± 13,25	111,19 ± 5,98	1,18 ± 0,06	1,70 ± 0,22	1,53 ± 0,19
16 ч	233,88 ± 13,77	101,86 ± 6,96	1,11 ± 0,05	1,33 ± 0,17	1,75 ± 0,18

Примечание. Пояснения в тексте.

при относительно средних величинах асимметрии и эксцесса. Качество решения задач невысоко.

Суточные изменения характеристик умственной деятельности отдельных операторов могут существенно отличаться от среднегрупповых. Так, аналогично общегрупповой динамике, в 8 ч утра лучшее качество решения задач наблюдается лишь у 40 % обследованных, низкая скорость переработки информации — у 65 %. У отдельных операторов суточные различия могут быть практически полностью сглажены, либо иметь выраженную динамику, не совпадающую со среднегрупповой.

Сглаженность суточных изменений показателей умственной работоспособности при сменном режиме труда может быть социально детерминирована потребностью поддерживать высокий уровень работоспособности в любое время суток и физиологически обеспечена индивидуальной лабильностью ритмов [16]. В литературе описаны случаи изменения характера суточной кривой показателей умственной работоспособности, смещение акрофазы ритма на несколько часов в результате воздействий различных факторов, нарушающих привычный режим жизни и трудовую деятельность, изменяющих уровень или характер трудовой нагрузки, функциональное состояние организма, возрастное, сезонное состояние здоровья, характер питания, вызывающих стресс и т. д. [9, 15, 16]. Возможно, индивидуальная подверженность действию подобных факторов и обуславливает наблюдаемые отклонения. Характер суточной кривой показателей умственной работоспособности может зависеть от топологических особенностей нервной системы человека, индивидуально-психологических особенностей, принадлежности к «утреннему», «вечернему», или «смешанному» типу работоспособности [16].

У 15 % обследованных отмечаются статистически значимые различия средней скорости выполнения тестового задания в различные часы суток на уровне вероятности P не менее 95 %, у 45 % — на уровне $80 < P < 95$ (%); у 25 % операторов число допускаемых в различное время суток ошибок отличается на уровне вероятности $80 < P < 95$ (%). В целом по группе операторов качество переработки информации в меньшей мере подвержено влиянию суточной периодики, чем ее скорость.

Стабильность выполнения тестового задания в различные часы суток у 10 % обследованных различается с вероятностью P не менее 95 %, у 60 % — $80 < P < 95$ (%). По характеристике асимметрии у 10 % операторов наблюдаются статистически значимые отличия в разные часы суток с вероятностью P не менее 95 %, у 40 % — $80 \% < P < 95 \%$; по характеристике эксцесса — у 5 и 50 % соответственно.

Статистически значимые отличия 2—4 моментов распределения ВРЗ свидетельствуют о существенном отличии структуры ВРЗ в различное время суток, вероятно, вследствие перестройки механизмов обеспечения требуемого уровня эффективности переработки информации, и могут наблюдаться как при наличии статистически значимых отличий средней скорости решения задач (у 30 % обследованных, из них у 10 % — на уровне вероятности не менее 95 %, у 20 % — $80 \% < P < 95 \%$), так и при их отсутствии (у 35 % обследованных, из них у 15 % — $P > 95 \%$, у 20 % — $80 \% < P < 95 \%$).

По всем пяти изучаемым характеристикам эффективности переработки информации в различное время суток у 15 % операторов значимых различий ($P > 80 \%$) не наблюдалось.

Выявление статистически значимых суточных изменений показателей умственной работоспособности человека в условиях сменной работы заслуживает особого внимания. При сменном режиме труда в интересах производства человек в различное время суток должен поддерживать достаточно высокий уровень умственной работоспособности вопреки суточному ритму физиологических функций, который сохраняется у людей, даже годами выполняющих ночную сменную работу [11, 18]. В этих условиях отсутствие статистически значимых суточных изменений умственной работоспособности свидетельствует о хорошей адапти-

рованности организма к данному виду деятельности, о достаточном физиологическом резерве организма для нивелирования циркадной периодики тех или иных функций в интересах производства. Проявление циркадной динамики отдельных показателей умственного труда свидетельствует о снижении физиологического резерва организма для ее нивелирования. Таким образом, статистически значимые суточные изменения показателей умственной работоспособности человека в условиях сменной работы могут свидетельствовать о недостаточном физиологическом резерве организма и служить в качестве критерия ранней диагностики нежелательных изменений. Выявление ранних изменений в организме на временном уровне его функционирования согласуется с литературными данными [1].

Наличие статистически значимых ($P > 95\%$) суточных различий средней скорости переработки тестовой информации выявлено у 15% обследованных; у 10% они сопровождаются столь же значимыми отличиями и в структуре распределения ВРЗ. У 45% обследованных выявлены различия по средней скорости и (или) качеству переработки информации на несколько меньшем, но все же значимом уровне вероятности $80\% < P < 95\%$, у 30% они сопровождаются не менее значимыми ($P > 80\%$) отличиями в структуре распределения ВРЗ. Видимо, как увеличение уровня вероятностной значимости суточных различий среднего ВРЗ, так и сопутствующие отличия характеристик распределения ВРЗ 2—4 порядка могут свидетельствовать о снижении адаптационных возможностей организма.

Таким образом, 15% обследованных в состоянии практически полностью нивелировать суточные изменения показателей умственной работоспособности в интересах поддержания требуемого уровня работоспособности; у такого же числа операторов при сменном режиме труда наблюдаются выраженные суточные изменения эффективности переработки информации, свидетельствующие о снижении адаптационных возможностей организма. Более или менее выраженная тенденция к снижению адаптационных возможностей проявляется у 45% обследованных по суточным отличиям средней скорости и (или) качества выполнения тестовых заданий на уровне $80\% < P < 95\%$; в ряде случаев им сопутствуют значимые изменения распределения ВРЗ 2—4-го порядка, у 25% — по суточным отличиям характеристик распределения ВРЗ 2—4-го порядка. По-видимому, эти люди составляют наиболее обширную группу операторов с удовлетворительной адаптацией.

Выводы

1. По среднегрупповым результатам при сменном режиме труда статистически значимых суточных изменений изучаемых показателей операторской деятельности не наблюдается. Выявлена тенденция к улучшению качества, снижению скорости и стабильности выполнения тестовых заданий, а также увеличению асимметрии и эксцесса ВРЗ в 8 ч утра по сравнению с этими показателями в 16 и 24 ч.

2. У 15% операторов, работающих в сменном режиме, наблюдаются выраженные суточные изменения эффективности переработки информации на уровне вероятности $P > 95\%$, у 45% — на уровне $80\% < P < 95\%$. Характер суточных изменений индивидуальных показателей эффективности умственной работы операторского типа может отличаться от среднегрупповых. Скорость переработки информации больше, чем ее качество подвержена воздействию суточной периодичности.

3. Хорошим прогностическим признаком состояния здоровья людей, выполняющих сменную операторскую работу, является отсутствие выраженных различий показателей их умственной работоспособности в разные рабочие смены. Появление статистически значимых изменений в этих условиях может свидетельствовать о недостаточном физиологическом резерве организма и служить в качестве критерия ранней диагностики неблагоприятных изменений.

DIURNAL VARIATIONS IN EFFICIENCY OF THE MENTAL ACTIVITIES OF THE OPERATION TYPE DURING THE DAY AT THE SHIFT WORK

Significant variations in the efficiency of the mental activities during the day are not detected at the shift operative work according to the average-group data. Significant differences are detected for 15 % of the investigated at the level of $P > 95\%$, for 45 % — at the level of $80 < P < 95\%$. Significant differences within the mental activity indices under the given conditions are estimated as a decrease of adaptability of the organism.

Research Institute of Labour Hygiene and Occupational Diseases, Ministry of Public Health of the Ukrainian SSR, Kiev

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии.— М.: Медицина, 1979.— 295 с.
2. Большев Л. Н., Смирнов Н. В. Таблицы математической статистики.— М.: Наука, 1983.— 416 с.
3. Зараковский Г. М., Павлов В. В. Закономерности функционирования эргатических систем.— М.: Радио и связь, 1987.— 232 с.
4. Карпенко А. В., Буров А. Ю. Контроль психофизиологического состояния машинистов энергоблоков // Энергетика и электрификация.— 1984.— № 2.— С. 27—29.
5. Карпенко А. В., Буров А. Ю., Бобко Н. А. Текущая оценка функционального состояния и прогноз работоспособности операторов энергопредприятий // Там же.— 1985.— № 2.— С. 46—49.
6. Карпенко А. В. Психофизиологическое обеспечение высокой работоспособности оперативного персонала энергопредприятий // Электрические станции.— 1986.— № 11.— С. 9—12.
7. Карпенко А. В., Буров А. Ю., Бобко Н. А., Григорусь А. Г. Индивидуальная автоматизированная оценка работоспособности операторов крупных технологических объектов на основе использования вычислительной техники АСУ предприятий // Гигиена труда и проф. заболевания.— 1987.— № 1.— С. 5—8.
8. Кнут Л. Искусство программирования для ЭВМ.— М.: Мир, 1978.— Т. 3. 884 с.
9. Кольяхунь П. Ритмы работоспособности // Биологические ритмы.— М.: Мир, 1984.— Т. 1.— С. 389—408.
10. Кундиев Ю. И., Навакатилян А. О., Бузунов В. А. Гигиена и физиология труда на тепловых электростанциях.— М.: Медицина, 1982.— 224 с.
11. Леман Г. Практическая физиология труда.— М.: Медицина, 1967.— 336 с.
12. Моисеева Н. И., Сысуев В. М. Временная среда и биологические ритмы.— Л.: Наука, 1981.— 128 с.
13. Навакатилян А. О., Крыжановская В. В., Кальниш В. В. Физиология и гигиена умственного труда.— Киев: Здоров'я, 1987.— 152 с.
14. Психофизиология оператора в системах человек — машина / Под ред. К. А. Иванова-Муромского, О. Н. Лукьяновой, В. А. Черноморец.— Киев: Наук. думка, 1980.— 342 с.
15. Смирнов К. М., Навакатилян А. О., Гамбашидзе Г. М. и др. Биоритмы и труд.— Л.: Наука, 1980.— 144 с.
16. Степанова С. И. Биоритмологические аспекты проблемы адаптации.— М.: Наука, 1986.— 244 с.
17. Blake M. J. F. Time of day effects on performance in a range of tasks // Psychon. Sci.— 1967.— 9.— P. 349—350.
18. Folkard S., Minors D. S., Waterhouse J. M. Chronobiology and shift work: current issues and trends // Chronobiology.— 1985.— 12, N 1.— P. 31—54.
19. Gates A. I. Variations in efficiency during the day, together with practise effects, sex differences and correlations.— California: Univ. Califor. Publik. Psychol., 1916.— Vol. 2.— 156 p.
20. Hockey G. R. J., Colquhoun W. P. Diurnal variations in human performance: A review // Aspects of Human Efficiency: Diurnal Rhythm and Loss of Sleep.— London: English Univ. press, 1972.

Киев. ин-т гигиены труда и профзаболеваний Материал поступил в редакцию 26.03.89
М-ва здравоохранения УССР