

10. Преображенский Н.А., Генкил Э.И. Химия органических лекарственных веществ // М.: Госхимиздат. — 1953. — С. 314.
11. Розанов А.Н. Значение биомембран в метаболизме и реализации действия некоторых функционально связанных витаминов // Укр. биохим. журн. — 1970. — 42, № 3. — С. 308—311.
12. Gubler C.J. Studies on the physiological functions of thiamine // J. Biol. Chem. — 1962. — 236, № 2. — P. 311—320.
13. Pawelczyk T., Easom R.A., Olson M.S. The effects of various anions and cations on the regulation of peruvate dehydrogenase complex activity from pig kidney cortex // Biochem. S. — 1988. — 253, № 3. — P. 819—825.
14. Roche T.E., Kate R.Z. Evidence of lipoic acid mediated NADH and acetyl-CoA stimulation of liver and kidney pyruvate dehydrogenase kinase // Biochem. and Biophys. Res. Commun. — 1976. — 72, № 5. — P. 1370—1383.
15. Wittorf S.M., Gubler C.S. Coenzyme binding in Yeast Pyruvate Decarboxylase. A Fluorescent Enzyme-inhibitor Complex // Eur. J. Biochem. — 1990. — № 14. — P. 53—60.

Одес. ун-т ім. І.І.Мечникова
М-ва образования Украины

Материал поступил
в редакцию 19.11.91

УДК 612.766.1+577.3+613.86

Н.А.Бобко

Деякі біоритмологічні особливості індивідуального пристосування операторів до роботи у змінному режимі

В условиях работы по сменам у операторов возникает необходимость обеспечения надежного и эффективного функционирования технологических процессов в любое время суток вопреки навязываемой извне и закрепляемой годами суточной периодичности активности функций. Эффективное нивелирование привходящих суточных изменений среды обитания обуславливает отсутствие межсменных различий в умственной деятельности оператора. Увеличение их выраженности свидетельствует о снижении адаптированности к работе в режиме смен. Выявлены принципиально разные пути снижения адаптированности к работе по сменам у операторов разного возраста и стажа работы. Недостаточная адаптированность к режиму работы по сменам у молодых операторов, начинающих работу в своей профессии, как правило, сопровождается инверсией типичного суточного биоритма скорости выполнения заданий, увеличением сопряженности показателей эффективности умственной деятельности. Снижение адаптированности к режиму работы по сменам у операторов старшего возраста, напротив, сопровождается увеличением выраженности типичного суточного биоритма скорости выполнения заданий, снижением сопряженности показателей эффективности умственной деятельности.

Вступ

Змінна праця ставить підвищені вимоги до організму людини у зв'язку з необхідністю забезпечення високої працездатності у будь-який час доби всупереч добовій періодичності функційної активності, що нав'язується ззовні і закріплюється роками. Серед робочих, які працюють у режимі змін, вища, ніж у працюючих у звичайно відведений для роботи час доби,

© Н.А.БОБКО, 1994

захворюваність і число суб'єктивних скарг на погане самопочуття, а 15—20 % від числа змінних робочих взагалі не можуть пристосуватися до режиму роботи за змінами [1, 22, 24, 25, 27—29]. Однією з найбільш поширених професій із змінним режимом роботи є професія оператора. Важливе місце посідають оператори, від надійності і якості роботи яких залежить нормальний перебіг великих технологічних процесів, зокрема оператори енергоблоків електричних станцій.

Праця операторів енергоблоків характеризується значними вимогами до психофізіологічних можливостей людини на фоні високої нервово-емоційної напруги [6, 10, 15]. Висока особиста відповідальність зумовлена соціально детермінованою потребою ефективної і надійної роботи оператора незалежно від часу доби. Зміни ж геофізичного (і соціального) середовища мешкання зумовлюють природну добову періодичність функційної активності мозку, діяльності його вищих відділів, яка безпосередньо визначає ефективність виконання оператором професійних обов'язків [3, 5, 13, 14, 19, 21, 26, 27]. Оператори вимушені пристосовуватися до роботи у змінному режимі. Механізми і ефективність цього пристосування мають індивідуальний характер. Ті індивіди, які здібні ефективно згладити привхідні впливи заради інтересів виробництва і однаково ефективно переробити інформацію незалежно від зміни, є добре адаптованими до умов змінної праці.

Мета роботи — з'ясування деяких біоритмологічних особливостей індивідуального пристосування операторів енергоблоків до праці у змінному режимі на підставі вивчення показників ефективності їх розумової діяльності під час переробки тестової інформації.

Методика

Протягом року обстежували 20 практично здорових чоловіків (середній вік — 36,5 р. $\pm$ 1,9 р.; середній стаж — 8,1 р. $\pm$ 1,7 р.), які складали професійну групу операторів-машиністів енергоблоків Державної районної електростанції (ДРЕС). Обстежувані працювали у три зміни з дводобовим чергуванням змін у 8-дільному циклі: 2 доб роботи у ранкову зміну (7.00—15.00), 2 доб — у нічну (23.00—7.00), 1 доб відпочинку, 2 доб роботи у вечірню зміну (15.00—23.00), 1 доб відпочинку. Наприкінці першої години робочої зміни на відеотерміналі ЕОМ оператору послідовно становили 30 логікокомбінаторних завдань, виконання яких залежало від психофізіологічних можливостей індивідууму [4, 10, 13—16]. Зміст цих завдань такий: 4 випадкові цифри з інтервалу 0—9 необхідно переставити (у думці), змінюючи місцями сусідні цифри так, щоб отримати зростаючий ряд. Відповіддю завдання було число потрібних переставлень, яке вказувалося натисканням відповідної кнопки відеотерміналу. Для сеансу тестування вираховували 4 характеристики розподілення часу виконання завдання (ЧВЗ) — середня, середнє квадратичне відхилення, асиметрія, ексцес, — і сума допущених помилок. Матеріал зібрано за допомогою автоматизованої системи контролю за працездатністю операторів [8, 9]. Проаналізована ефективність розумової діяльності кожного оператора у 42 робочих змінах (по 14 у кожній з трьох). Обчислювалися середні індивідуальні значення показників переробки інформації в кожній робочій зміні, їх добова амплітуда, варіабельність доба від доби, взаємопов'язаність змінювань. Застосовували метод оцінки вірогідності відмінностей за Стьюдентом, кореляційний аналіз. Проведено співставлення отриманих результатів з віково-стажевими характеристиками працюючих.

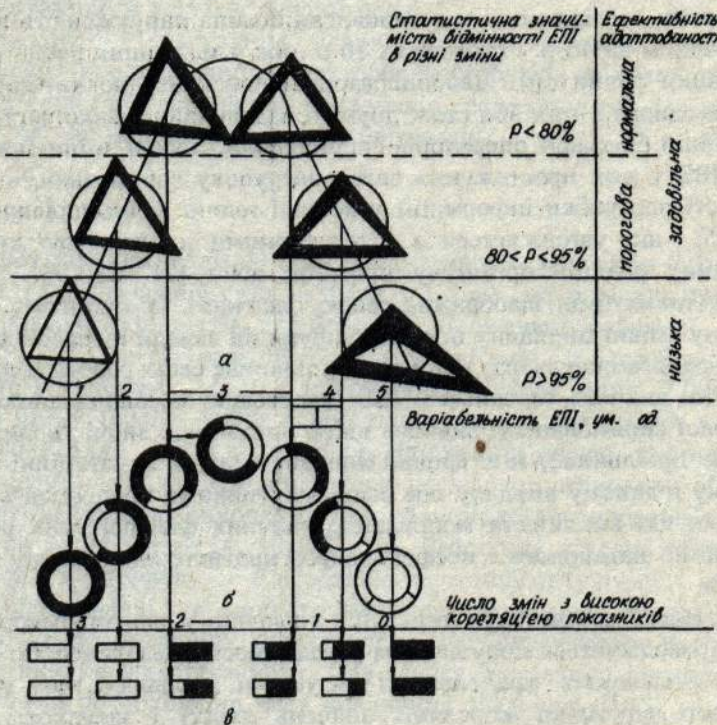
Результати та їх обговорення

Дослідження ефективності розумової діяльності операторів у різні робочі зміни показали, що швидкість і якість переробки тестової інформації практично не залежить від часу доби у 40 % обстежених: міжзмінні відмінності обох показників на рівні $P < 80\%$, що засвідчує нормальну їх адаптованість до роботи у змінному режимі. У 45 % операторів такі відмінності на рівні $80\% < P < 95\%$, що відображає певну тенденцію до зниження їх адаптованості до змінної праці. У 15 % обстежених відзначаються виразні ($P > 95\%$) відмінності швидкості роботи в різні зміни, тобто — суттєва залежність ефективності розумової діяльності від часу доби і низька адаптованість до змінної праці. Міжзмінні відмінності якості виконання складних розумових операцій виражені меншою мірою, ніж відмінності швидкості діяльності: за індивідуальними результатами вірогідні ($P > 95\%$) відмінності не спостерігаються. Такий маскуючий ефект може бути пов'язаний із наявністю у цих обстежених більшої кількості умовно простих психофізіологічних функцій, що забезпечують якісний бік складної розумової діяльності.

У групу з низькою адаптованістю до змінної праці віднесені три оператори, вік і стаж яких складали 53, 46, 31 і 19, 23, 1 р. відповідно. Фізіолого-гігієнічними дослідженнями встановлена більша напруженість праці у операторів віком за 40 р. і стажем за 10 р. ніж у молодших представників цієї професійної групи [6]. Два оператори відносилися до категорії старших осіб, вік одного з них або стаж другого надзвичайно рідко зустрічаються в професійній біографії операторів енергоблоків. Добові зміни значень середнього ЧВЗ у них простежують загальногрупову спрямованість збільшення швидкості переробки інформації у вечірні години доби порівняно з ранковими [5], що узгоджується з літературними даними про типові зміни швидкісних реакцій організму протягом доби [21, 23, 26]. Значна виразність таких змін відображає слабку здатність їх організму нівелювати нав'язану ззовні циркадну періодику функцій заради інтересів надійної роботи. У одного оператора, який тільки починає свою роботу в професії, добові зміни значень середнього ЧВЗ інвертовані по відношенню до загальногрупової спрямованості значень цього показника: вночі вирішує завдання вірогідно повільніше, ніж вдень. Напевне, низькі адаптаційні можливості організму в даному випадку пов'язані з активними процесами входження в професію, які викликали мобілізацію значних фізіологічних ресурсів, що призвело до надмірного і неефективного протистояння впливу привхідних факторів.

Нездатність протистояти циркадній періодиці у двох операторів старшого віку супроводжується порушенням узгодженості (незалежністю змінювань) значень показників ефективності розумової діяльності, що виявилось у відсутності вірогідної кореляції значень якості і швидкості переробки інформації в усіх трьох змінах (множинна кореляція кількості помилок і чотирьох характеристик розподілення ЧВЗ протягом року на початку кожної з трьох змін — $R = 0,38-0,63$; парна кореляція кількості помилок з характеристиками розподілення ЧВЗ — $|r| = 0,03-0,38$), а також у найбільшій по групі нестабільності ЧВЗ у однодобовому та (або) багатодобовому діапазонах аналізу. Нездатність ефективно протистояти циркадній періодиці функцій у одного молодого оператора супроводжується наявністю вірогідних співвідношень якості роботи і характеристик розподілення ЧВЗ на початку кожної робочої зміни ($R = 0,73-0,87$; $|r| = 0,58-0,79$), найменшій по групі варіабельністю ЧВЗ у багатодобовому і однодобовому діапазонах аналізу (малюнок).

У групу з пороговою адаптацією до змінної праці віднесено 9 операторів. У 5 з них, які мають вік до 35 р. і стаж до 7 р., відзначається тенденція до інвертованості типового добового біоритму швидкості переробки інформації і (або) зменшення багатодобової та (або) однодобової варіабельності ЧВЗ порівняно з операторами з нормальною адаптованістю до змінної праці. Тобто, зміни показників їх розумової діяльності подібні до змін, відзначених у одного молодого оператора, але менш виразні. Інші 4 оператори мають різний вік і стаж (див. малюнок), але зміни показників їх розумової діяльності подібні до змін у двох операторів, які належали до старших осіб: добові зміни ЧВЗ відповідали типовому біоритму швидкості переробки інформації, однодобова та (або) багатодобова варіабельність ЧВЗ значніша, ніж у операторів з нормальною адаптацією до змінної праці. Вірогідна кореляція між значеннями якості і швидкості переробки інформації (як і у операторів з нормальною адаптованістю до змінної праці) у всіх 9 операторів спостерігалися в 1-у і 2-у робочі зміни (у різних змінах $R=0,40-0,85$; $|r|=0,00-0,77$), та, як правило, у молодших за віком і стажем — у обидві зміни, у старших — у одну зміну.



Показники розумової діяльності операторів енергоблоків під час переробки тестової інформації, які характеризують біоритмологічні особливості індивідуального пристосування операторів до праці у змінному режимі:

a — міжзмінна ефективність переробки інформації — ЕПІ (радіус кола — індивідуальне середньодобове значення ЕПІ з відрахуванням постійної, спільної для групи; *верхня вершина трикутника* — ЕПІ у нічну зміну, *права* — ЕПІ у ранкову зміну, *ліва* — ЕПІ у вечірню зміну; *ширина боків трикутника* — варіабельність ЕПІ день від дня, ум. од.); *б* — кореляція швидкості і якості переробки інформації за зміни (*темна ділянка кола* — наявність високої кореляції, *права ділянка* — нічна зміна, *нижня ділянка* — ранкова зміна, *ліва ділянка* — вечірня зміна); *в* — віково-стажовий склад груп (*верхній ряд* — вік операторів: 25—35 років не зафарбовано і 36—53 роки зафарбовано, *нижній ряд* — стаж роботи: 0—7 років не зафарбовано і 9—23 роки зафарбовано).

В цілому, із урахуванням операторів з тенденцією зниження адаптованості до змінної праці, у молодих осіб, що починають свою роботу за професією, недостатня адаптованість до змінної праці супроводжується, як правило, інверсією типового добового біоритму швидкісних реакцій організму, збільшенням взаємозв'язаності змінювань значень швидкості та якості переробки інформації, зниженням варіабельності доба від доби і добової амплітуди швидкості розумової діяльності, що, згідно з літературними даними [2,7,12,15—17], можна пов'язувати з розвитком станів напруження і перенапруження організму. У осіб старшого віку, навпаки, зниження адаптованості до змінної праці супроводжується збільшенням виразливості типового добового біоритму швидкісних реакцій організму, зниженням взаємозв'язаності змінювань значень швидкості і якості переробки інформації, збільшенням варіабельності доба від доби і добової амплітуди швидкості розумової діяльності, що можна пов'язувати з децентралізацією регуляторних взаємодій в організмі як наслідок (хронічного) втомлення, надмірного напруження, біоритмічного десинхронізму [2,7,15—19]. Вікове зниження адаптованості до роботи в змінному режимі узгоджується з літературними даними [11,20,30].

Узагальнення отриманих результатів має вигляд гіпотетичної перевернутої U-подібної залежності ефективності індивідуальної адаптованості операторів до роботи у змінному режимі від міри зв'язуваності функцій, що визначається за варіабельністю значень швидкості переробки інформації та взаємозв'язаністю змінювань значень швидкості і якості роботи, і залежить від віково-стажових характеристик працюючих (див. малюнок).

Висновки

1. За умов змінної праці 40 % операторів практично не виявляють міжзмінних відмінностей ефективності переробки тестової інформації (на рівні $P < 80\%$), що відображає нормальну їх адаптованість до ефективної розумової діяльності в різний час доби; 45 % операторів виявляють певні міжзмінні відмінності ефективності розумової діяльності (на рівні $80\% < P < 95\%$). Ефективність роботи 15 % операторів істотно відрізняється в різні зміни ($P > 5\%$), що засвідчує низьку їх адаптованість до роботи в змінному режимі.

2. Проявлення зниження адаптованості у частини операторів до змінної праці пов'язані з віково-стажовими характеристиками працюючих і засвідчують принципово різні шляхи пристосування операторів до змінної праці. Недостатня адаптованість до змінної праці молодих операторів, що починають свою роботу за професією, супроводжується, як правило, інверсією типового добового біоритму швидкості виконання завдань, збільшенням зв'язуваності показників ефективності розумової діяльності. Зниження адаптованості до змінної праці операторів старшого віку, навпроти, супроводжується збільшенням виразливості типового добового біоритму швидкості діяльності та зменшенням зв'язуваності показників ефективності роботи.

N.A.Bobko

SOME BIORHYTHMIC FEATURES OF INDIVIDUAL ADJUSTMENT OF OPERATORS TO THE WORK IN A SHIFT REGIME

Shift-work conditions for operators make it necessary to provide reliable and effective functioning of production processes at any time of a day opposite to the circadian periodicity of functioning activity which is imposed from outside and strengthened for years. Efficient levelling of the incoming circadian variations of the natural habitat determines the absence of intershift differences in the mental activity of operators. An increase in their expressiveness evidences a decrease in adjustment to the work in a shift regime. Different-in-principle ways to decrease adjustment to a shift-work of operators of different age and experience of work are revealed. Insufficient adaptation to a shift-work of young operators, starting their work in profession, is, as rule, accompanied by a distortion of the natural circadian biorhythm of speed of performance, an increase in conjugation of the intellect performance indices. A decrease in adaptation to a shift-work of senior-age operators is accompanied by an increase in expressiveness of the natural circadian biorhythm of speed of performance, by a decrease in conjugation of the performance indices.

Institute for Occupational Health,
Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kiev

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аверьянов В.С., Виноградова О.В., Капустин К.Г. и др. Проблемы оптимизации операторских форм труда // Физиологические механизмы оптимизации деятельности. — Л.: Наука, 1985. — С. 49—74.
2. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. — М.: Медицина, 1979. — 296 с.
3. Бобко Н.А. Биоритми людини та їх використання у фізіології праці // Физиол. журн. — 1992. — 38, № 3. — С. 96—105.
4. Бобко Н.А. Влияние возраста и стажа на показатели умственной деятельности операторов тепловой электростанции // Врачеб. дело. — 1989. — № 12. — С. 85—87.
5. Бобко Н.А. Суточные изменения эффективности умственной деятельности операторского типа при сменном режиме труда // Физиол. журн. — 1989. — 35, № 6. — С. 83—87.
6. Бузунов В.А. Условия труда и возрастная работоспособность рабочих тепловых электростанций и предприятий электрических сетей: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук — К., 1983. — 45 с.
7. Зыбковец Л.Я., Навакатилян А.О. Физиология умственного труда // Руководство по физиологии труда. — М.: Медицина, 1983. — С. 251—279.
8. Карпенко А.В., Буров А.Ю. Контроль психофизиологического состояния машинистов энергоблоков // Энергетика и электрификация. — 1984. — № 2. — С. 27—29.
9. Карпенко А.В., Буров А.Ю., Бобко Н.А., Григорус 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.
10. Кундиев Ю.Н., Навакатилян А.О., Бузунов В.А. Гигиена и физиология труда на тепловых электростанциях. — М.: Медицина, 1982. — 224 с.
11. Ластовченко В.Б. Физиология сменного труда в возрастном аспекте // Геронтология и гериатрия, 1988, : Ежегодник. — Трудовая реабилитация пожилых. — К.: Ин-т геронтологии, 1988. — С. 116—119.
12. Ливанов М.Н. Пространственно-временная организация потенциалов и системная деятельность головного мозга: Избранные труды. — М.: Наука, 1989. — 400 с.
13. Макаренко Н.В. Психофизиологические функции человека и операторский труд. — К.: Наук. думка, 1991. — 216 с.
14. Макаренко Н.В., Пухов Б.А., Кольченко Н.В. и др. Основы профессионального психофизиологического отбора. — Там же, 1987. — 244 с.
15. Навакатилян А.О., Крыжановская В.В. Возрастная работоспособность лиц умственного труда. — К.: Здоров'я, 1979. — 208 с.
16. Навакатилян А.О., Крыжановская В.В., Кальниш В.В. Физиология и гигиена умственного труда. — К.: Тем же, 1987. — 152 с.
17. Смирнов К.М., Навакатилян А.О., Гамбашидзе Г.М. и др. Биоритмы и труд. — Л.: Наука, 1980. — 144 с.
18. Степанова С.И. Биоритмологические аспекты проблемы адаптации. — М.: Наука, 1986. — 244 с.

19. *Хронобиология и хрономедицина* / Под ред. Ф.И.Комарова. — М.: Медицина, 1989. — 400 с.
20. *Akerstedt T.* Interindividual differences in adjustment to shift work // *Old Word, New World, One Word: Proceed. 6th Congress of the Intern. ergonomics assoc.* (July 11—16, 1976). — Maryland: Univ. of Maryland, College Park, 1976. — P. 510—514.
21. *Blake M.J.F.* Time of day effects on performance in a range of tasks // *Psychonomic Science.* — 1967. — 9. — P. 349—350.
22. *Colligan M.J., Jepsen D.J.* The stress of hours of work // *Amer. Ind. Hyg. Assoc. J.* — 1986. — 47, № 11. — P. 165—182.
23. *Ferrario V.F., Tredici G., Crepsi V.* Circadian rhythm in human nerve conduction velocity // *Chronobiologia.* — 1980. — 7, № 2. — P. 205—209.
24. *Folkard S., Minors D.S., Waterhouse J.M.* Chronobiology and shift work; current issues and trends // *Chronobiologia.* — 1985. — 12, № 1. — P. 51—54.
25. *Frese M., Semmer N.* Shiftwork, stress psychosomatic complaints: A comparison between workers in different shiftwork schedules, non-shiftworkers, and former shiftworkers // *Ergonomics.* — 1986. — 29, № 1. — P. 99—144.
26. *Lankry A.* Les variations circadiennes de la charge mentale induite par une tâche simple et répétitive // *Le Travail Humain.* — 1986. — 49, № 4. — P. 301—314.
27. *Monk T.H.* Shiftworker performance : Shiftwork // *Occupational Medicine: State of the Art Reviews.* — Philadelphia, 1990. — 5, № 2. — P. 183—198.
28. *Rutenfranz J., Colquhoun W.P., Knauth P., Ghata J.N.* Biomedical and psychosocial aspects of shift work: A review // *Scand. J. Work, Environ. and Health.* — 1977. — 3, № 4. — P. 165—182.
29. *Schwefflinghaus W.* Gesundheitliche Beeinträchtigung durch Schichtarbeit // *Arbeitsmed., Sozialmed., Präventivmed.* — 1990. — 25, № 3. — S.98—103.
30. *Tiberge M., Arbus L.* L'organisation chronobiologique du sommeil // *C. r. Soc. biol.* — 1989. — 183, № 5. — P. 443—448.

Ін-т медицини праці
АМН України, Київ

Матеріал надійшов
до редакції 10.12.92