

Вікові зміни біоритмів розумової діяльності операторів

Проанализированы изменения суточных, годовых и декасекундных биоритмов эффективности выполнения тестовых заданий операторами энергоблоков в возрасте 22 до 53 лет. Выраженность декасекундных биоритмов скорости умственной деятельности постепенно увеличивается с возрастом операторов. Выраженность суточных и годовых биоритмов показателей внимания и скорости деятельности минимальна в средней возрастной группе и максимальна в старшей, показателя качества выполнения логико-комбинаторных заданий - максимальна в средней возрастной группе. Выявленные различия связываются с влиянием специфики профессиональной деятельности на возрастные изменения средних уровней тех или иных показателей умственной деятельности оператора. Результаты комплексного анализа выраженности биоритмов ряда показателей умственной деятельности предлагаются в качестве (прогностического) критерия приспособленности операторов к эффективному выполнению производственной деятельности в разные периоды суток и года.

Вступ

У літературі описані вікові зміни добових біоритмів активності ряду фізіологічних функцій [6-8, 23]. Однак вікові зміни біоритмів розумової діяльності людини досліджені недостатньо. Актуальність цих досліджень особливо важлива до осіб операторських професій, від надійності та успішності розумової діяльності яких багато в чому залежить нормальне функціонування технологічних об'єктів.

Мета цієї роботи - дослідження вікових змін біоритмів розумової діяльності операторів за показниками ефективності переробки інформаційного потоку різного характеру та складності.

Методика

Обстеженими були група операторів енергоблоків електростанцій, діяльність яких характеризується значними вимогами до психофізіологічних можливостей людини [10, 19]. Вивчали ефективність психофізіологічного тестування 28 операторів теплоелектростанції (практично здорових чоловіків) віком 25-53 років зі стажем роботи до 23 років протягом одного року (близько 1500 людино-змін) і 25 операторів атомної електростанції (практично здорових чоловіків 22-50 років) за даними 550 сеансів тестування, яке проводилося за допомогою автоматизованої системи [9]. У першому випадку тестування проводили наприкінці першої години ($\pm 0,5$ год) 8-годинної роботи за

трьохзмінного режиму праці (23.00-7.00, 7.00-15.00, 15.00-23.00). За відеотерміналом ЕОМ належало вирішити 30 логіко-комбінаторних завдань, кожне з яких висвічувалося після вирішення попередньої: 4 випадкові цифри з інтервалу 0-9 належало подумки переставити, міняючи місцями сусідні цифри так, щоб отримати зростаючий ряд; відповіддю завдання була кількість потрібних переставлень, яке вказувалося натисканням відповідної клавіши відеотерміналу. У другому випадку тестування проводили в різні періоди 12-годинної роботи за 2-змінного режиму праці (8.00-20.00, 20.00-8.00) з використанням тестів на відсутню цифру з інтервалу 0-9, що пред'являлися протягом 5 хв у режимі дефіциту часу зі зворотним зв'язком [12, 13, 22]: час експозиції кожного наступного завдання скорочувався на 5 % у випадку правильного вирішення попереднього і збільшувався на 5 % у випадку неправильного вирішення або пропускання завдання. Усереднення показників ефективності переробки інформації проводили за 4-годинні інтервали: 8-12, 12-16, 16-20, 20-24, 0-4, 4-8 год. В обох випадках реєстрували швидкість і якість переробки інформації (час вирішення завдань - ЧВЗ і помилки). Обстежені оператори обох станцій були розподілені на три вікові групи: молодшу (23-30 років на першій станції, 22-30 років - на другій), середню (31-40 та 31-36 років) і старшу (41-53 та 37-50 років відповідно). Обробку результатів проводили на IBM PC/XT з обчисленням середніх значень показників, їх варіабельності, вірогідності різниці за Стьюдентом, з використанням кореляційного та спектрального (за Фур'є) аналізів.

Результати досліджень та їх обговорення

Вікові зміни функцій людини багато в чому пов'язані з особливостями її професійної діяльності [10, 17]. Зважаючи на різний вплив віку (причин біологічного походження) і стажу роботи за професією (причин соціального походження) на багаторічні зміни кожної функції, під віковими їх змінами слід мати на увазі віково-стажеві. При цьому, згідно з літературними даними [1, 18], особливості динаміки (в тому числі й біоритмічної структури) показників, багаторічні зміни яких пов'язані більшою мірою з виконанням професійних обов'язків, можуть містити прогностичну інформацію щодо особливостей адаптації людини до даного виду діяльності.

Аналіз багаторічних (віково-стажевих) змін середніх рівнів показників ефективності розумової діяльності операторів, що проведений за допомогою кореляційного аналізу, показав погіршення швидкості виконання логіко-комбінаторних завдань зі збільшенням віку (зв'язок «вік-ЧВЗ» $r = 0,73$, $P < 0,05$) і стажу роботи (зв'язок «стаж-ЧВЗ» $r = 0,63$, $P < 0,05$) операторів і покращення якості переробки цієї інформації зі збільшенням стажу, особливо в селективній групі зі стажем роботи не менше ніж два роки, в якій мінімізується вплив початкового періоду адаптації до вимог професії (зв'язок «стаж-помилки» $r = -0,61$, $P < 0,05$). З'ясоване віково-стажеве погіршення швидкості виконання тестових завдань узгоджується з літературними даними [4, 17] і

засвідчує визначення цього показника реляційний зв'язок з віком, які відносять організм до професійного зв'язку (зв'язок «вік-П» зі стажем роботи під час формування якості виконання). Швидкість і якість виконання завдань зростає в режимі «вік-ЧВЗ» ($P < 0,05$), що означає, що з віком, швидкості виконання завдань зростає [17, 20].

Таким чином, можна сказати, що основною причиною зміни швидкості виконання біологічними (віковими) вимогами виконання логіко-комбінаторних завдань є зміни швидкості виконання логіко-комбінаторних завдань.

Вікові зміни швидкості виконання завдань за результатами тестування на відсутню цифру, логіко-комбінаторного тестування. На рис. 1 горі показані зміни показників, багаторічні зміни показника, багаторічні зміни показника (соціальними) ви середньоциклічне за відрахуванням Заштриховано різницю (остання) ефективної роботи (циклів). Обіг колі «січень» - річний фіксовані по 22 год, для 3-4 місяців січня та віку операторів с добових і річних у віковій групі 2 відсутню цифру - близько 10 год комбінаторного т

засвідчує визначальний вплив на багаторічну (віково-стажеву) динаміку цього показника біологічних (вікових) закономірностей. Негативний кореляційний зв'язок «стаж-помилки» засвідчує специфічні адаптаційні зміни, які відбуваються протягом багаторічного пристосування організму до професійних вимог безпомилковості роботи. Відсутність значущого зв'язку змін цього показника зі зміною віку операторів (зв'язок «вік-помилки» $r = -0,05$, $P > 0,80$) за умов виразного зв'язку зі стажем роботи вказує на визначальний вплив професійних вимог під час формування багаторічних змін середнього рівня якості виконання логіко-комбінаторних завдань.

Швидкість і якість виконання тесту на відсутню цифру, що пред'являвся в режимі дефіциту часу, погіршуються зі збільшенням віку (зв'язок «вік-ЧВЗ» $r = 0,78$, $P < 0,05$, зв'язок «вік-помилки» $r = 0,49$, $P < 0,05$), що може бути пов'язане з погіршенням функцій уваги з віком, швидкості діяльності, здатності працювати за умов дефіциту часу [17, 20].

Таким чином, багаторічні зміни показників розумової діяльності зумовлені причинами біологічного і соціального характеру. При цьому зміни швидкості роботи та уваги оператора спричинені переважно біологічними (віковими) закономірностями, в той час як зміни якості виконання логіко-комбінаторних завдань - соціальними (професійними) вимогами.

Вікові зміни добових біоритмів розумової діяльності досліджувалися за результатами виконання логіко-комбінаторного тесту і тесту на відсутню цифру, річних біоритмів - за результатами виконання логіко-комбінаторного тесту.

На рис. 1 горизонтальна лінія розподіляє результати, що стосуються показників, багаторічні зміни яких зумовлені переважно віковими (біологічними) закономірностями (розташовані вище від лінії) та показника, багаторічні зміни якого зумовлені переважно професійними (соціальними) вимогами (розташовані нижче від лінії). Радіус кола - середньоциклічне значення показника розумової діяльності операторів за відрахуванням постійної, загальної для всіх груп у кожному рядку. Заштриховано різницю між реальною та ідеальною гіпотетичною картиною (остання відповідає професійній вимозі однаково надійної й ефективної роботи оператора в різні періоди добового та річного циклів). Обіг кола розпочинається зверху («0 год» добового циклу або «січень» - річного) і відбувається за стрілкою годинника, і таким чином фіксовані позиції становлять: для 1-2 рядків - 2, 6, 10, 14, 18, 22 год, для 3-4 рядків - періоди року з дискретністю 1 міс (за винятком січня та лютого), для 5 рядка - 0, 8, 16 год. Із збільшенням віку операторів спостерігається зміщення акрофаз і змін виразливості добових і річних біоритмів показників, які вивчали. Наприклад, якщо у віковій групі 22-30 років найгірший протягом доби ЧВЗ у тесті на відсутню цифру спостерігався близько 14 год, то в групі 37-50 років - близько 10 год; найгірша впродовж року якість виконання логіко-комбінаторного тесту у віковій групі 31-40 років спостерігалася, в ос-

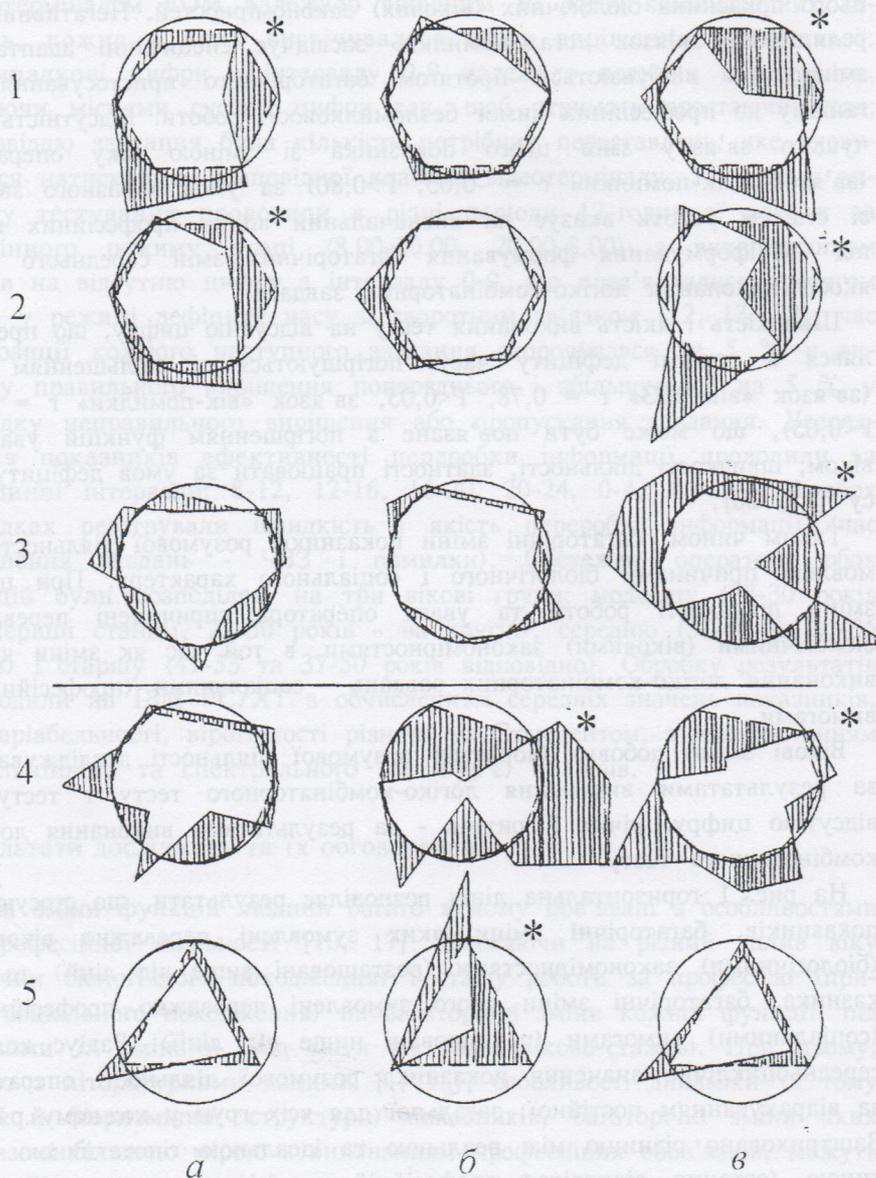


Рис. 1. Вікові зміни добових і річних біоритмів розумової діяльності операторів молодшої (а), середньої (б) і старшої (в) груп: 1 - добові біоритми часу виконання завдань (ЧВЗ) у тесті на відсутню цифру, 2 - добові біоритми допущення помилок у тесті на відсутню цифру, 3 - річні біоритми ЧВЗ логіко-комбінаторного тесту, 4 - річні біоритми допущення помилок логіко-комбінаторного тесту, 5 - добові біоритми допущення помилок логіко-комбінаторного тесту.

* $P < 0,05$.

новному, навесні, у віковій групі 41-53 роки - влітку. При цьому для групи показників, багаторічні зміни яких зумовлені переважно біологічними (віковими) закономірностями, спостерігається найбільша стабілізація протягом доби і року в середній віковій групі (зміни статистично не значущі). Виражена стабілізація показників розумової

діяльності протягом відповідності динамічній надійної роботи у літературних даних про захворювання

Аналогічні дані про мовної діяльності у [2]; описані вікові зміни [6, 7, 26]. Для завдань, багаторічні зміни, напроти, виражені, виразність добових і річних біоритмів нається відтік кадрів змін показника якістю працюють зареєструвати на фоні видимого зменшення кадрів. Дещо менш виражені зміни логіко-комбінаторного тесту середньою, напевно з професійним ходом з професійного року професійного

Вікові зміни досліджувалися за завдань. Аналіз прямих змін. Зі збільшенням віку стабільності швидкості і варіабельності та відмінності цього показника з впливом добових і річних біоритмів

У цілому, зі збільшенням віку та виразливості добових і річних коливань показників вікове зниження алгебричного робництва і, таким чином, вік 20, 24, 25, 27, 28

У літературі як показник виразливості добової кривої виразливості показує варіабельність показників вікове зниження в лінійних, що трактується як взаємовідносини між вегетативних функцій і нової як взаємовідносини, що «ритми-водіями» оператора (як системи) заданими - ритми виразливості «ритмів

діяльності протягом добового і річного циклів засвідчує якнайкращу відповідність динаміки цих показників професійній вимозі забезпечення надійної роботи у будь-які періоди доби та року, що узгоджується з літературними даними щодо поліпшення функціонального стану і зниження захворюваності працюючих віком 30-40 років [17].

Аналогічні дані щодо зниження виразливості річних біоритмів розумової діяльності у віковому діапазоні 18-23 років отримані у студентів [2]; описані вікові зміни акрофаз добових біоритмів ряду функцій [6, 7, 26]. Для показника якості виконання логіко-комбінаторних завдань, багаторічні зміни якого зумовлені насамперед професійними вимогами, напроти, в середній віковій групі спостерігається найбільша виразність добових і річних змін. Як відомо, після 40 років починається відтік кадрів операторів енергоблоків [5, 16]. Певне, циклічні зміни показника якості виконання логіко-комбінаторних завдань дозволяють зареєструвати несприятливі зміни, що відбуваються в організмі на фоні видимого «біологічного благополуччя» і є причиною плинності кадрів. Дещо меншу виразність добових і річних змін якості виконання логіко-комбінаторного тесту у старшій віковій групі порівняно з середньою, напевно, слід пов'язувати з природним профвідбором - виходом з професії осіб з недостатнім рівнем стабілізації протягом доби та року професійно важливих психофізіологічних показників.

Вікові зміни декасекундних біоритмів розумової діяльності досліджувалися за показником часу виконання логіко-комбінаторних завдань. Аналіз проводився в рамках ранкової, вечірньої та нічної змін. Зі збільшенням віку виявлено поступове підвищення нестабільності швидкості переробки інформації (за результатами аналізу варіабельності та спектральної структури ЧВЗ за Фур'є). Деякі відмінності цього процесу в різні періоди доби, певне, слід пов'язувати з впливом добових біоритмів (рис. 2).

У цілому, зі збільшенням віку відбувається підвищення амплітуди та виразливості декасекундних коливань та «U - подібні» зміни добових і річних коливань ефективності розумової діяльності, що засвідчує вікове зниження адаптованості операторів до потреб безперервного виробництва і, таким чином, узгоджується з літературними даними [11, 20, 24, 25, 27, 28].

У літературі як гарна прогностична ознака описана чітка виразливість добової кривої вегетативних функцій і, напроти, невелика варіабельність показників розумової діяльності [14, 15]. Описане також вікове зниження виразності добових біоритмів вегетативних функцій, що трактується як порушення циркадної системи організму [6-8]. Взаємовідносини вікових змінювань біоритмів розумової діяльності і вегетативних функцій можна представити в термінах концепції Степанової як взаємовідносини «ритмів-водіїв» і «ритмів-ведених» [21], якщо «ритми-водіями» вважати ритми ефективності розумової діяльності оператора (як системоутворюючий фактор за Анохіним), «ритмами-веденими» - ритми ряду вегетативних функцій [3]. Вікове зниження лабільності «ритмів-водіїв» і константності «ритмів-ведених», відповідно

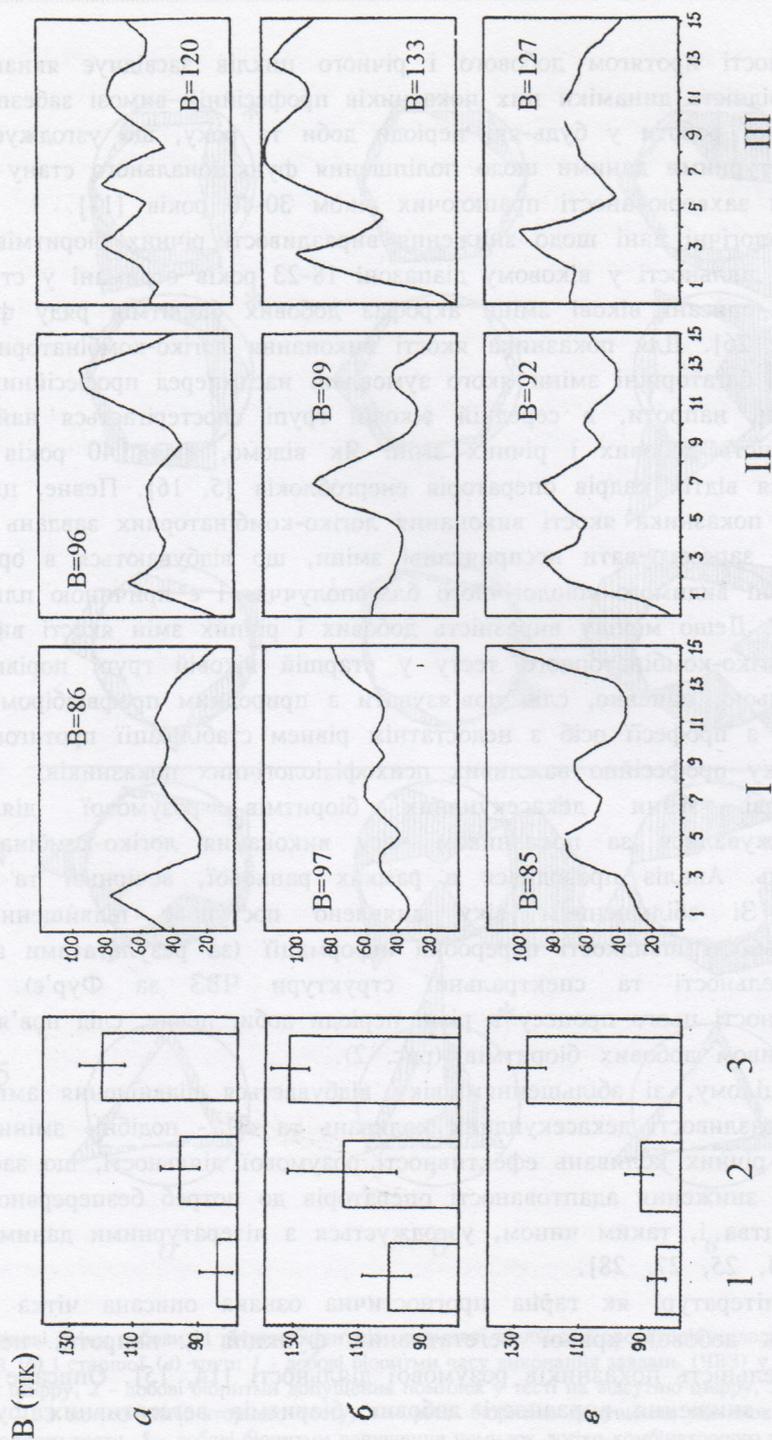


Рис. 2. Вікові зміни декасекундних біоритмів часу виконання завдань (ЧВЗ) у операторів молодшої (I), середньої (II) і старшої (III) груп: а - нічна (24 год), б - ранкова (8 год), в - вечірня (16 год) зміни. У лівому стовпчику - групові дані: В - варіабельність ЧВЗ (у тиках - машинна одиниця часу: 1 тик = 50 с). У правій частині рисунку - індивідуальні дані: спектральна (за Фур'є) структура ЧВЗ у сеансі тестування за даними трьох операторів - представників відповідних вікових груп. У стовпчиках зліва направо: дані оператора I (28 років), II (38 років), III (46 років): горизонтальна вісь - номери спектральних складових, вертикальна вісь - їх амплітуда.

до цієї концепції, ної системи орт взаємовідносин сто до вікових змін д роботи операторів в ти системи добових віковій групі. В сєр лу показників одн діяльності (ВНД) о - функцій уваги, ш інші (значне зниже розумових завдань) формуванні добової діяльності (систем відмічається значне ВНД операторів. Т рушення добової і узгоджується з опи біоритмів вегетатив

Висновки

1. Зі збільшенням віку - подібно змінюється діяльність операторів організму до вимог роботи.
2. Особливості віку від характеру роботи біологічними (віковими) змінами.
3. Негативним проявом умової діяльності є різниця біоритмів.

N. A. Bobko

AGE CHANGES OF BIORHYTHMS

There were analysed biorhythms of the task execution time in power stations for different age groups. The biorhythms' significance was studied with ageing. The circadian rhythm of attention and activity is maximum in the youngest age group. The significance for the task execution time in the middle age group is not significant with effect of the task. The biorhythms of the middle levels of diff

до цієї концепції, не може забезпечити чітке функціонування циркадної системи організму. Очевидно, певною мірою ця система взаємовідносин стосується і вікових змін річних біоритмів, які подібні до вікових змін добових біоритмів. Найбільш оптимальними умовами роботи операторів на безперервному виробництві, напевне, слід вважати системи добових і річних біоритмів розумової діяльності в молодшій віковій групі. В середній групі відбувається стабілізація протягом циклу показників одних професійно важливих функцій вищої нервової діяльності (ВНД) оператора збільшення лабільності ряду «ритмів-водіїв» - функцій уваги, швидкості діяльності) при неможливості стабілізувати інші (значне зниження лабільності функцій якості виконання складних розумових завдань), що віддзеркалює прояви певної дисгармонії у формуванні добової та річної часових систем показників розумової діяльності (системи «ритмів-водіїв»). У старшій віковій групі відмічається значне зниження лабільності всіх досліджуваних функцій ВНД операторів. Таким чином, зі збільшенням віку відмічається порушення добової і річної систем біоритмів розумової діяльності, що узгоджується з описаними в літературі аналогічними змінами системи біоритмів вегетативних показників.

Висновки

1. Зі збільшенням віку підвищується виразність декасекундних, та «U» - подібно змінюється виразність добових і річних біоритмів розумової діяльності операторів, що віддзеркалює вікове зниження пристосованості організму до вимог операторської діяльності.
2. Особливості вікових змін біоритмів розумової діяльності залежать від характеру розумових завдань, їх переважної зумовленості біологічними (віковими) або соціальними (професійними) факторами.
3. Негативним прогностичним критерієм стану системи біоритмів розумової діяльності оператора може бути дисгармонічне змінювання виразливості біоритмів ряду показників.

N. A. Bobko

AGE CHANGES OF BIORHYTHMS FOR THE OPERATORS' MENTAL ACTIVITY

There were analysed changes of circadian, circannual and decasecond biorhythms of the test tasks' performance of the control room operators in power stations for the age diapason 22-53 years. The decasecond rhythms' significance of the mental activity rate gradually increases with ageing. The circadian and circannual rhythms' significance for indices of attention and activity rate is minimum in the middle age group and it is maximum in the senior one. The circadian and circannual rhythms' significance for the logic-combinatorial task performance quality is maximum in the middle age group. The revealed differences have been connected with effect of the professional activity specificity on age changes of middle levels of different indices of the operators' mental activity. The

complex analysis' results of the biorhythms' significance for the different indices of mental activity are proposed as a (prognostic) criterion of the operators' adjustment to the effective performance of the industrial activity at different times of day and year.

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

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Баевский Р.М. Временная организация функций и адаптационно-приспособительная деятельность организма. - В кн.: Теоретические и прикладные аспекты анализа временной организации биосистем. - М.: Наука, 1976. - С. 88-111.
2. Березин И.А. Годовая динамика работоспособности человека и способы ее оптимизации: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. - Санкт-Петербург, 1992. - 23 с.
3. Бобко Н.А. Біоритми людини та їх використання у фізіології праці // Фізіол. журн. - 1992. - 38, № 3. - С. 96-105.
4. Бойко Е.И. Время реакции человека. - М.: Медицина, 1964. - 440 с.
5. 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.
6. Губин Г.Д. Циркадианная организация биологических процессов в фило- и онтогенезе позвоночных. - В кн.: Хронобиология и хрономедицина. - М.: Медицина, 1989. - С. 70-82.
7. Губин Г.Д., Вайнерт Д. Биоритмы и возраст // Успехи физиол. наук. - 1991. - 22, № 1. - С. 77-96.
8. Дэвис Ф. Онтогенез циркадианных ритмов. - В кн.: Биологические ритмы / Под ред. Ю.Ашоффа. - М.: Мир, 1981. - Т. 1. - С. 292-314.
9. 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.
10. Кундиев Ю.И., Навакатикян 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. - В кн.: Геронтология и гериатрия. Трудовая реабилитация пожилых. - К.: Ин-т геронтологии, 1988. - С. 116-119.
12. Макаренко Н.В. Психофизиологические функции человека и операторский труд. - К.: Наук. думка, 1991. - 216 с.
13. Макаренко Н.В., Сиротский В.В., Трошихин В.А. Методика оценки основных свойств высшей нервной деятельности человека. - В кн.: Нейробионика и проблемы биоэлектрической активности. - К., 1975. - С. 41-49.
14. Моисеева Н.И., Никитина Л.И. Хронотерапия как метод оптимизации лечебных воздействий // Сов. медицина. - 1985. - № 10. - С. 110-112.
15. Моисеева Н.И., Сысуев В.М. Временная среда и биологические ритмы. - Л.: Наука, 1981. - 128 с.
16. Навакатикян А.О., Бузунов В.А., Карпенко А.В. Напряженность труда машинистов энергоблоков современных тепловых электростанций // Гигиена труда и профзаболевания. - 1984. - № 8. - С. 42-45.
17. Навакатикян А.О., Крыжановская В.В. Возрастная работоспособность лиц умственного труда. - К.: Здоров'я, 1979. - 208 с.
18. Парин В.В., Баевский Р.М. Важнейшие аспекты комплексных исследований человека // Успехи физиол. наук. - 1970. - № 2. - С. 100-112.
19. Психологические методы в работе с кадрами на АЭС / Абрамова В.Н., Белехов В.В., Бельская Е.Г. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 192 с.
20. Решетюк А.Л. Физиологические особенности труда лиц пожилого возраста // Гигиена труда. - К.: Здоров'я, 1986. - Вып. 22. - С. 38-44.
21. Степанова С.И. Биоритмологические аспекты проблемы адаптации. - М.: Наука, 1986. - 244 с.
22. Хильченко А.Е. Методика исследования подвижности основных нервных процессов у человека // Журн. высш. нервн. деятельности. - 1958. - 8, № 6. - С. 945-948.
23. Шу Й., Вайнерт Д., Аймерт Х. Временные состояния биологического порядка и возраст. - В кн.: Хронобиология и хрономедицина. Тез. докл. IV симпозиума СССР-ГДР (Астрахань, 20-24 сент., 1988 г.) - Астрахань, 1988. - С. 15-16.

24. Akerstedt T. Interim... the International Erg... - Maryland: Univ... Congress of Sleep R... habits in Japanese... P. 9-16.
27. Reinberg A., Vieux... and aging. In: Night... 1980. - Oxford: Perg... № 5. - P. 443-448.

Ин-ъ медицини праці А
Київ

24. *Akerstedt T.* Interindividual differences in adjustment to shift work. - In: Proc. 6th Congress of the International Ergonomics Association «Old World, New World, One World», July 12, 1976. - Maryland: Univ. of Maryland, College Park, 1976. - P. 510-514.
25. *Akerstedt T., Torsvall L.* Age, sleep and adjustment to shiftwork. - In: Sleep 1980: 5th European Congress of Sleep Research. - Basel: Karger, 1981. - P. 190-195.
26. *Ishihara K., Mieda S., Miyasita A., Miyata J.* Morningness-eveningness preference and sleep habits in Japanese office workers of different ages // *Chronobiologia*. - 1992. - 19, № 6. - P. 9-16.
27. *Reinberg A., Vieux N., Andlauer P. et al.* Tolerance of shift work, amplitude of circadian rhythms and aging. In: Night and Shift Work. Biol. and Social. Aspects. Proc. 5th Int. Symp., Rouen, 1980. - Oxford: Pergamon Press, 1981. - P. 341-354.
28. *Tiberge M., Arbus L.* L'organisation chronobiologique du sommeil // *C.r. Soc. biol.* - 1989. - 183, № 5. - P. 443-448.

Ин-ъ медицини праці АМН України,
Київ

Матеріал надійшов
до редакції 04.08.94