

УДК 577.3+612.766.1

Н. А. Бобко

Біоритми людини та їх використання у фізіології праці

Приведен краткий аналитический обзор сведений о секундно-декаминутных, суточных, многодневных, годовых, многолетних ритмах активности физиологических функций и работоспособности человека, их происхождения, взаимодействия, связи с неритмическими временными параметрами жизнедеятельности организма и путях использования биоритмов в физиологии труда.

Однією із ґрунтових основ часової організації процесів життєдіяльності організму, його адаптації, у тому числі до умов трудової діяльності, є біологічні ритми [4, 7, 9, 37, 45, 48]. Ритмічні коливання функцій людини визначають зміни її функціонального стану і працездатності. В той же час праця впливає на перебіг багатьох ритмів фізіологічних процесів, а її організація має ритмічні компоненти (тижневий графік роботи, змінний режим праці та ін.). Науково обґрунтована організація праці, що опирається на знання та раціональне використання біоритмічних закономірностей забезпечення працездатності людини, є резервом підвищення ефективності суспільного виробництва, збереження здоров'я працюючих.

Походження біоритмів

Перебіг фізіологічних процесів в організмі зазнає ритмічних змін широкого діапазону частот різноманітного походження. Коливання активності фізіологічних функцій природного походження пов'язують з обертом Землі навколо своєї вісі та по відношенню до Сонця, Місяця, зірок, зі зміною геліофізичних факторів [12, 37, 39, 50]. Коливання активності фізіологічних функцій соціального походження обумовлені, перш за все, режимом праці та відпочинку. Багато із соціальних ритмів є вторинними по відношенню до одноперіодних коливань природного походження. Наприклад, звичайний режим життя, що передбачає трудову діяльність в денні години доби, та відпочинок — в нічні, еволюційно склався в умовах ритмічності, що обумовлена обертом планети. За таких умов соціальні ритми посилюють одноперіодні природні впливи і, відповідно, в більшій мірі виявляють себе у фізіологічних функціях. Описані специфічні соціальні ритми, обумовлені, наприклад, ритмом конкретної виробничої діяльності: дво-, три-, чотиридобові та ін. Періодичні коливання фізіологічних функцій людини, що реєструються в реальних умовах, створюються внаслідок взаємодії ритмів природного і соціального походження.

Встановлена наявність в організмі еволюційно набутого та генетично закріпленого біологічного годинника — «механізмів часової організації біологічних процесів» — на кожному структурному рівні його організації [7, 18, 22, 44, 69]. Завдяки наявності власних коливальних систем

організм має здатність узгоджувати з ними підсистем у відповідності зовнішні часові фактори, а лише вплив і т. ін.

Природні ритми, що людина — частина впливу, — з другого. ритми сприймаються і таким чином стають функцій, параметрами

Спектр ритмів та їх

Біологічні ритми олей секунди на молекулярному [7, 18, 27], нізації матерії подорожчості функціональної черговості часових р

Існують класифікаційної значимості, меостатичних механізмів поділ біоритмів в загальному. Провідна роль циркадних ритмів організму стала основою циркадних і інфрадіагональних ритмів із останніх класифікацій

Ультрадіальні ритми

Ультрадіальні ритми людини. Найбільш довгого мозку, печінки секунди [3, 41] десятих секунд. Тривалість біля-90-хвилинні безперервні цикли сну, ритми орального виконання завдань, серцевих скорочень 90-хвилинний цикл Shapiro (цит. за [7] жінки). Разом з тим періодом від 20—30 хвилин і організм ритмів. Відзначаючи вони є накопичення різниці внутрішніх ритмів

Деякі фізіологічні різною тривалістю мозку проявляються: 0,09—0,12; 0,04—0,08 «ні» коливання періоду хвилин [3, 41]. Період складі хвилі першого (1-го), третього (3-го) вертого (30—70—90 гамма-хвилі) поряд

організм має здатність сприймати ритми навколишнього середовища та узгоджувати з ними власні ритми, проводячи настрій і сонастрій всіх підсистем у відповідності зі своїми потребами [4, 37, 44]. При цьому зовнішні часові фактори не індукують ритмів, що перебігають в організмі, а лише впливають на них, — «захоплюючи» [8], модулюючи і т. ін.

Природні ритми можуть мати ендо- і екзогенне походження, тому що людина — частина живої природи, з одного боку, і підпадає під її вплив, — з другого. Соціальні ритми — екзогенні. Одвічно екзогенні ритми сприймаються організмом на основі власних коливальних циклів і таким чином стають притаманними йому, виявляючи себе в активності функцій, параметрах фізіологічних показників, що реєструються.

Спектр ритмів та їх класифікація

Біологічні ритми охоплюють широкий діапазон періодів — від долей секунди на молекулярному рівні, до багатьох років — на надорганізмовому [7, 18, 27, 40, 41, 50]. З підвищенням рівня структурної організації матерії подовжується період набутих нею коливань. Ускладнення функціональної організації системи веде до створення ієрархічної черговості часових рівнів.

Існують класифікації біоритмів, що ґрунтуються на їх функціональній значимості, на рівні організації біологічної системи, рівні гомеостатичних механізмів [1, 7, 20, 37]. Найбільше розповсюдження має поділ біоритмів в залежності від їх частоти (періоду) [1, 2, 7, 37, 56]. Провідна роль циркадіальних (близькодобових) коливань на рівні організму стала основою для поділу всього спектру біоритмів на ультра-, цирка- і інфрадіальні. Взаємопереходи ритмів враховані в одній із останніх класифікацій [1].

Ультрадіальні ритми

Ультрадіальна ритміка характерна для різних фізіологічних функцій людини. Найбільш високочастотні — ритми електричної активності головного мозку, печінки: їх період — близько сотих, тисячних часток секунди [3, 41]. Дихальні коливання здійснюються періодичністю десятків секунд. Типовим прикладом ультрадіальних ритмів можуть бути біля-90-хвилинні коливання, що виявлені для різних функцій: безперервні цикли скорочення шлунка, повтор швидких рухів очей під час сну, ритми оральної та загальної рухової активності, ефективності виконання завдань, появи ілюзій, ритми екскреторної функції печінки, серцевих скорочень та ін. [7]. Kleitman (цит. за [7]) уявив, що біля-90-хвилинний цикл підтримується постійно і є фундаментальним, а Sharpiro (цит. за [7]) запропонував гіпотезу його геофізичного походження. Разом з тим, виявлена значна мінливість цих ритмів. Ритми періодом від 20—30 хв до 2—3 год, що виявлені для багатоклітинних органних і організмових функцій, об'єднують до групи «білягодинних» ритмів. Відзначаючи їх суттєву нерегулярність, роблять припущення, що вони є накопиченням різних частот і віддзеркалюють несхожу періодичність різних внутрішніх процесів [49].

Деякі фізіологічні процеси характеризуються наявністю ритмів з різною тривалістю періоду. Так, у спонтанній електричній активності мозку проявляються альфа-, бета-, дельта- та тета-ритми періодами 0,09—0,12; 0,04—0,05; 0,25—0,50 і 0,15—0,25 с відповідно, «зверхповільні» коливання періодами від декількох секунд до багатьох десятків хвилин [3, 41]. Періодична структура серцевого ритму має у своєму складі хвилі першого (періодом до 5 с), другого (періодом 5—10 с, дихальні), третього (10—30 с, хвилі Траубе — Герінга, альфа-хвилі), четвертого (30—70—90 с, хвилі Майєра, бета-хвилі), п'ятого (7—60 хв, гамма-хвилі) порядків і більш довгі [5]. У печінці виявлені коливання

в діапазоні періодів від сотих часток секунди до десятків секунд [41], в залозах внутрішньої секреції — від 2—3 до 200 хв [41, 60].

Коливання, що реєструються в будь-якій одній фізіологічній системі, пов'язані з активністю других систем. Так, 2,5—10-секундні коливання серцевого ритму пов'язані з впливом дихання, 5—30-секундні — з діяльністю системи регулювання артеріального тиску, 20—90-секундні — терморегулювання, 6—9-хвилинні — симпатoadреналової системи [5, 9, 64].

Ультрадіальні ритми людини змінюються під впливом трудової діяльності. Розумова робота впливає на періодичну активність мозкових структур, перш за все, характеризується періодичністю, так чи інакше пов'язаною з характером, часовим режимом праці і якістю діяльності. Зокрема, про якісну сторону ефективності праці оператора можна судити по спектральній структурі часу рішення задач: якісна робота супроводжується наявністю деякої домінуючої групи коливань [3]. Збільшення розумового навантаження веде до зменшення варіабельності серцевого ритму [64]. Уповільнення ультрадіальної ритмики серцевих скорочень виявлене під час розвитку несприятливих функціональних станів [9, 32], її збудження — в стресових ситуаціях [28, 44].

Відома обмеженість позитивного ефекту жорстко заданого ритму трудової діяльності. Власний ритм трудових дій, що генерує організм, як можна уявити, при виконанні операцій у вільному режимі, виявляє постійні коливання [9]. Мабуть, при подовжувальній дії жорсткого ритму ускладнюється гармонічна сонастройка активності всіх систем і органів.

Вивчення періодичної структури психофізіологічних показників людини привертає увагу дослідників як можливість спостереження за станом регуляторних систем організму, для оцінки і прогнозування функціонального стану [3, 5, 26, 32, 38]. На підставі появи у серцевому ритмі 30—100-секундних коливань запропонована система прогнозування розумової втоми [32]. Вивчення ультрадіальних ритмів набирає широкого розповсюдження з використанням методів математичної обробки даних на ЕОМ — кореляційного і спектрального аналізів, косіно-аналізу, резонансно-пошукових обчислювальних методів та ін. Ефект сприйняття ритмів, що нав'язуються, використовується при складанні режимів рухової активності, вживанні функціональної музики, «відліку» ритму в практиці фізичного виховання та трудового навчання. Вірогідно, що короткочасна синхронізація ритмів організму впливає на його позитивну дію, котра виявляє себе в покращенні стану людини і підвищенні ефективності її праці.

Циркадіальні ритми

В теперішній час «навіть чи знайдеться тканина чи функція, в якій не були б виявлені 24-годинні варіації» ([7], т. 1, с. 362). Добові ритми філо- і онтогенетично обумовлені обертом Землі навколо своєї вісі і підтримуються зовнішніми датчиками часу — режимом освітлення, температурою навколишнього середовища, різними видами випромінювання [37, 39, 50], а також ритмами соціальної активності. Завдяки значному розповсюдженню, виразності добові ритми та їх властивості найбільш широко вивчені і використовуються у практиці [2, 7—9, 20, 37, 45, 49].

Найбільш важлива властивість циркадіальних ритмів — погодженість, що спонукала дослідників говорити про часову координацію [8], «циркадіальну систему» організму [7], «інтеграцію коливальних процесів», умовний поділ добового циклу на фази у відповідності з принципом синхронізації за часом «запитання на визначену функцію» та «функціональної готовності відповідних ланцюгів системи»: фаза відновлення (перша половина сну), фаза підготовки до активної діяльності (друга половина сну і початок періоду неспання), фаза активності [20].

Друга важка «затягування» [різних факторів (білядобові) в цих експериментальних факторів показується в умові дуальності по виходить за рамку. Зміна впливу для кожної окремості (різні фазні) (індивідуальні) ним (одно-, дво- цілому (одні фазний), популяції.

Праця впливає більш навантаження циркадіальної системи, хідність адаптації роботи відрізняється і нічна праця, в природних можливостях праці, що на частки операторів, тиріччя між працездатності в біологічному перебігу фізіологічних і з різною швидкістю добової активності фактором розв'язання функціональних і [4, 9, 20, 48, 66] [9, 53, 54, 67]. І «аритмики» внаслідок працездатності, гіршим зниженням роботи [24, 62]. Поняття фази ритму і константність [65], і, навпаки, різні доби «чітке функціонування» поєднанням дослідників з дослідністю ритмів-векторів системи, наприклад, можуть бути координатами праці, «ритмами» У визначенні координат вибіркового підходу характер реагування сон — пробудження тер трудових наслідків вважати, що особливості ефективності праці що повторюються функцій будуть торської праці.

На підставі принципів соціальної

сятків секунд [41],
[41, 60].

фізіологічній сис-
—10-секундні коли-
5—30-секундні — з
ску, 20—90-секунд-
реналової системи

ливом трудової ді-
ктивність мозкових
стю, так чи інакше
якістю діяльності.
атора можна суди-
кісна робота супро-
ливань [3]. Збіль-
варіабельності сер-
ритмики серцевих
их функціональних
х [28, 44].

ско заданого ритму
о генерує організм,
му режимі, виявляє
ній дії жорсткого
ивності всіх систем

них показників лю-
стерження за ста-
рогнозування функ-
появи у серцевому
система прогнозуван-
х ритмів набирає
в математичної об-
ного аналізів, косі-
х методів та ін.
товується при скла-
кціональної музики,
а трудового навчан-
в організму впливає
ценні стану людини

и функція, в якій не
362). Добові ритми
коло своєї вісі і під-
м освітлення, темпе-
ми випромінювання
і. Завдяки значному
ластивості найбільш
—9, 20, 37, 45, 49].

ритмів — погодже-
ову координацію [8].
коливальних проце-
ідності з принципом
нкцію» та «функціо-
фаза відновлення
ї діяльності (друга
ктивності [20].

Друга важлива властивість циркадіальних ритмів — здатність до «затягування» [8] — деякої зміни періоду під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів. Саме тому в багатьох випадках термін «циркадіальні» (білядобові) виявляється кращим, ніж «циркадні» (добові). В численних експериментах ізоляції людини від впливу навколишніх періодичних факторів показана зміна періоду коливань різних функцій, котра зберігається в умовах ізоляції достатньо довго, характеризується індивідуальністю по відношенню до тих чи інших функцій і в більшості не виходить за рамки 20—28 год.

Зміна вираженості (амплітуди) циркадіальних ритмів характерна для кожної окремої функції (варіації з кожним днем), організму в цілому (різні функції мають різну амплітуду коливань) і для популяції (індивідуальні розбіжності). Характер добових коливань може бути різним (одно-, дво-, поліфазним) на рівні окремої функції, організму в цілому (одні функції можуть мати монофазний характер, другі — поліфазний), популяції (вікові, статеві відміни) [7, 9, 44].

Праця впливає на формування циркадіальної системи людини. Найбільш навантажені під час роботи функції змінюють архітектуру циркадіальної системи. Розпорядок праці і відпочинку викликає необхідність адаптації, котра тим більш виражена, чим в більшій мірі режим роботи відрізняється від природного циклу сон — пробудження (змінна і нічна праця, вахтовий режим роботи), виробниче навантаження — від природних можливостей людського організму. Так, при змінному режимі праці, що набуває все більшу розповсюдженість у зв'язку з ростом частки операторських професій в народному господарстві, виникає протиріччя між професійними вимогами підтримки достатньо високої працездатності в будь-який час доби, та біоритмічними закономірностями перебігу фізіологічних процесів. Під час чергування змін в різній мірі і з різною швидкістю змінюються фазові і амплітудні характеристики добової активності фізіологічних функцій, що являється провокуючим фактором розвитку «десинхронозу» — розпогодження функцій в часі [4, 9, 20, 48, 66]. Змінна праця — один із факторів, що обумовлюють функціональні порушення, підвищену захворюваність, плінність кадрів [9, 53, 54, 67]. Показано, що до змінної роботи краще пристосовуються «аритмики» внаслідок невисокої виразливості добових коливань працездатності, гірше — «жайворонки» — у зв'язку з систематичним виразним зниженням працездатності в найбільш складний (нічний) час роботи [24, 62]. Про хорошу адаптацію до змінної, нічної роботи, зрушення фази ритму сон — пробудження свідчать високі значення, амплітуда і константність циркадних ритмів деяких вегетативних показників [9, 37, 65], і, навпаки, — відсутність виразних змін ефективності діяльності в різні часи доби [10]. Степанова запропонувала концепцію, згідно якої «чітке функціонування циркадіальної системи організму забезпечується поєднанням достатньо високої (але не надлишкової) лабільності ритмів-водіїв з достатньо високою (але також не надлишковою) константністю ритмів-ведених» ([45], с. 5). При формуванні функціональної системи, наприклад, операторської діяльності, очевидно, «ритмом-водієм» можуть бути коливання системоутворюючого фактору — ефективності праці, «ритмами-веденими» — коливання деяких вегетативних процесів. У визначенні конкретних функцій («водіїв» та «ведених») необхідний вибірковий підхід, тому що літературні дані свідчать про різноманітний характер реагування фізіологічних параметрів на зрушення фази ритму сон — пробудження, позбавлення сну, а також безпосередньо на характер трудових навантажень [8, 9, 24, 37, 43, 65, 66]. Таким чином, слід вважати, що особи з малоритмічними (лабільними) добовими ритмами ефективності праці і добре виразними (високої амплітуди) та такими, що повторюються (константними) ритмами визначених вегетативних функцій будуть мати кращі адаптаційні можливості до змінної операторської праці.

На підставі вивчення добової періодики функцій розроблюються принципи соціальної активності, режимів праці, харчування, відпочинку,

графіків змінності, оцінки адаптації до змінного режиму роботи [4, 9, 10, 24, 61, 65]. Добову періодику використовують для діагностики напруженості праці, виявлення, профілактики і лікування (перед) патологічних станів відбору космонавтів, оцінки і прогнозування стану здоров'я, прискорення хронофізіологічної адаптації [9, 20, 36, 37, 39, 45].

Інфрадіальні ритми

Коливання фізіологічних показників частотою менше ніж один раз за добу, згідно з даними, що є в літературі, можна підрозділити на 2—50-денні (багатоденні), річні і багаторічні.

Багатоденні ритми виявлені для показників інтелектуальної, емоційної, психічної активності [30, 40], функціонального стану центральної нервової системи [58], вищої нервової діяльності [30], виділення ферментів [6], обміну речовин, внутрішньої секреції чоловічого і жіночого організмів, температури тіла, дихання, роботи серцево-судинної, м'язової, симпатоадреналової систем і ряду інших функцій [2, 30, 34, 48, 51, 57]. Характерною рисою більшості таких ритмів є нерегулярність. Встановлений взаємозв'язок багатоденних коливань активності симпатоадреналової, серцево-судинної, дихальної систем. В діяльності одних систем організму може переважати білятижневий ритм, в той же час в діяльності інших, наприклад, білядвотижневий [51]. Показана роль космогеофізичних факторів у формуванні багатоденної періодичності [11, 14, 21, 50]. Популярна теорія трьох біоритмів (23-денного фізичного, 28-денного емоційного та 33-денного інтелектуального) частіше не знаходить підтвердження [25, 37, 59, 68], хоча є і інші повідомлення [13, 29, 37]. Непереконливість теорії пов'язують з жорсткістю передбачуваних нею періодів [2, 9, 48].

Режим трудової діяльності обумовлює наявність білятижневих ритмів фізіологічних процесів, котрі перебудовуються на інше число днів при зміні графіка роботи [9]. Однак значна частина білятижневих ритмів має період менше 7 днів, чи фазове положення коливань не залежить від дня тижня [2, 51, 58].

Показана різна реактивність організму на однаковий вплив в різні фази базального ритму трофічних процесів (10—18-денної періодичності) [34] (фізичне навантаження, введення фармакологічного препарату) [2, 34], у жінок — в різні фази менструального циклу [9, 48], що пропонують використовувати при організації спортивних тренувань, праці співачок. Особливості реакції жіночого організму в період менструації враховані у трудовому законодавстві відносно ряду професій. Період і амплітуда багатоденних ритмів збільшуються під час адаптації до гіпокінезії, в міру зростання напруженості роботи, з накопиченням втоми [7, 30]. Збільшення періоду білямісячних коливань деяких фізіологічних показників пропонують використовувати як критерій стомлення [30]. Багатоденні коливання функцій враховують при розробці графіків вахтової праці [2, 9]. Однак відомості про багатоденні ритми та їх використання у фізіології праці мають уривчатий характер і говорити про їх систематичне дослідження рано.

Вивченню річних (сезонних) коливань функціонального стану і працездатності людини приділяється значна увага [7, 9, 15, 20, 39]. «Сезонні біоритми, охоплюючи насправді всі функції, відбиваються на стані організму в цілому, на здоров'ї і працездатності людини» ([20], с. 71).

Річний ритм, обумовлений нахилом земної вісі до площини орбіту Землі навколо Сонця, підтримується факторами зовнішнього середовища, річна амплітуда котрих суттєво перевищує добову [39, 50]. Вітамінний склад харчів та характер харчування (що вторинне за походженням) в різні пори року впливають на функціональний стан людини [20]. Показана різна реактивність організму на дію одного і того ж фактора в різні пори (місяці) року—фізичне, розумове навантаження [9], фармакологічні впливи [15, 49]. Розумова робота, що пов'язана з напруженням уваги та пам'яті більш продуктивна в січні, менше — пізнім літом;

більш сприятливим [19]. Психічна збудж [15]. Час рухівних р довший взимку; взи ла, повільніший сер вання світлових ві, число помилок при дослідженні фізично. Однаковий цикл вп працездатність біль змінювати річні рит зична працездатніс найбільш інтенсивн их функцій людини) коливань прир дуальний робочий річну динаміку спор тою народження [52]

Річні зміни функцій можуть використовуватися для складання заходів, лікуванні [1].

Багаторічні кол проявленням творч 7 років [40], за роки у жінок і 3 ро плануванні тренува показниками захво зують з 11-річним ц шення помилкових з підвищенням соя серця припадає на ритми являють соб широкішого вжитку в

Взаємодія ритмів різ- та неритмічних змін

Багато ультрадіаль активності, виділен тягом циркадіально даментального цик цій, в котрих він доби в деякій мірі залежність перебігу

Циркадіальний фразіальний ритмі переважанням тону характер з максимумом парасимпатичної нервової активності протягом дня [2]. Показані істотні відмінності в здатності з амплітудою ритму стереотипу діяльності циркадіальних параметрів показників [3].

Виявлені сезонні зміни в активності ряду фізіологічних процесів, пов'язаних з репродукцією, коливається у зв'язку з порами року. Вивчення ультразвуком

ежиму роботи [4, 9, для діагностики на- ння (перед) патоло- зування стану здо- 20, 36, 37, 39, 45].

е ніж один раз за розділити на 2—50-

телектуальної, емо- ального стану цент- ьності [30], виділен- еції чоловічого і жі- ти серцево-судинної, ункцій [2, 30, 34, 48, ів є нерегулярність. ь активності симпа- В діяльності одних ритм, в той же час в 51]. Показана роль енної періодичності 3-денного фізичного, ого) частіше не зна- овідомлення [13, 29, стю передбачуваних

ь білятижневих рит- на інше число днів а білятижневих рит- я коливань не зале-

ковий вплив в різні енної періодичності) річного препарату) у [9, 48], що пропо- іх тренувань, праці в період менструації у професій. Період і час адаптації до гі- накопиченням вто- ань деяких фізіоло- критерій стомлення и розробці графіків ні ритми та їх вико- ктер і говорити про

ціонального стану і 7, 9, 15, 20, 39]. «Се- дбиваються на стані одини» ([20], с. 71). до площини оберту внішнього середови- бову [39, 50]. Віта- ринне за походжен- й стан людини [20]. го і того ж фактора нтаження [9], фар- в'язана з напружен- ише — пізнім літом;

більш сприятливим часом для творчої роботи частіше є осінь та весна [19]. Психічна збудженість восени та взимку нижче, ніж навесні і влітку [15]. Час рухівних реакцій коротший наприкінці літа — початку осені і довший взимку; взимку нижчі показники метаболізму, температури тіла, повільніший серцевий ритм, нижчий рівень критичної частоти зливання світлових відблисків, нижчі пильність, працездатність, більше число помилок при виконанні операторської діяльності [9, 15, 48]. При дослідженні фізичної працездатності виявляють аналогічні зміни [9, 48]. Однаковий цикл вправ навесні і на початку осені підвищують фізичну працездатність більше, ніж взимку [9, 52]. Соціальні фактори можуть змінювати річні ритми людини: в лижників-гонщиків максимальна фізична працездатність виявлена взимку (в січні — лютому) — в період найбільш інтенсивних тренувань [9]. Реальна річна динаміка фізіологічних функцій людини, що працює, — результат суперпозиції (накладання) коливань природного (календарний рік) та соціального (індивідуальний робочий рік) походження. Є також дані про індивідуальну річну динаміку спортивних результатів, захворюваності у зв'язку з датою народження [52].

Річні зміни функціонального стану і працездатності людини пропонують використовувати при плануванні навантажень протягом робочого року, складанні графіків відпустки [9, 52], організації оздоровчих заходів, лікуванні [12, 20, 48].

Багаторічні коливання рееструють за показниками росту і розвитку, проявленням творчих здібностей, формуванні психіки — періодом біля 7 років [40], за показниками спортивної працездатності — періодом 2 роки у жінок і 3 роки у чоловіків (що пропонують використовувати при плануванні тренувань, відборі спортсменів до збірних команд) [52], за показниками захворюваності — періодом 11 та 5—6 років, що пов'язують з 11-річним циклом активності Сонця [12, 50]. Встановлено збільшення помилкових дій операторів льотної праці в техніці пілотування з підвищенням сонячної активності [46]. Акрофаза скорочувальної сили серця припадає на рік мінімуму сонячної активності [47]. Багаторічні ритми являють собою слабо вивчену область і поки що не знаходять широкого вжитку в фізіології праці.

Взаємодія ритмів різних періодів та неритмічних змін активності функцій

Багато ультрадіальних ритмів в хвилинно-годинному діапазоні (сплохи активності, виділення гормонів і т. ін.) модулюються за частотою протягом циркадіального циклу. Взаємозв'язок біля-90-хвилинного фундаментального циклу і білядобового стає очевидним при переліку функцій, в котрих він виявляється: вірогідно, активність функції протягом доби в деякій мірі визначає виразливість цього ритму в ній. Виявлена залежність перебігу фаз сну від білямісячних ритмів [37].

Циркадіальний ритм по деяким параметрам може залежати від інфрадіальних ритмів. Добова крива частоти серцевих скорочень у дні з переважанням тонусу симпатичної нервової системи має одновірховий характер з максимумом біля 12 год дня, у дні з переважанням тонусу парасимпатичної нервової системи — два максимума — біля 12 та 20 год [2]. Показані щомісячні зміни добової динаміки розумової працездатності з амплітудно-фазових характеристик зі зміною циркадного стереотипу діяльності («жайворонки» — «голуби» — «сови») [19]. Зміни циркадіальних параметрів на протязі року виявлені для деяких фізіологічних показників [7, 27].

Виявлені сезонні коливання білятижневого ритму температури тіла [51], екскреції з сечею 17-оксикортикостероїдів [63]. Сезонність активності ряду фізіологічних функцій, загострень різноманітних захворювань коливається у зв'язку з 11-річним циклом сонячної активності [49]. Вивчення ультрадіальних і багатоденних ритмів в динаміці робочого

року дало можливість запропонувати критерії напруженості та втоми [9, 30].

У зв'язку з виявленими закономірностями взаємодії ритмів різних періодів представляє інтерес гіпотеза Ашоффа про ієрархічну організацію ритмів, у котрій наявність одних коливань необхідна для нормального перебігу других [7]. Можливо, довгоперіодичні ритми, період котрих відповідає космогеофізичним циклам, виробились та існують як пристосування до умов життя, що змінюються, в той час як короткоперіодичні ритми — для узгодження функцій у самому організмі у відповідності до вимог адаптації.

Неперіодичні складові часових флуктуацій активності функцій (віково-стажові, в динаміці робочого дня, секундно-хвилинного інтервалу, збуреного характеру та ін.) мають додаткову інформацію про особливості адаптації людини.

Теоретичне обґрунтування принципів біологічно доцільної організації механізмів швидкісного і зверхповільного (що включає процеси періодичного і неперіодичного характеру у діапазоні від 0 до 10 000 Гц) регулювання міжорганих взаємодій в організмі приведено в колективній монографії Ілюхіної і соавт. [41]. Показана універсальність зверхповільних фізіологічних процесів по відношенню до різних органів і тканин, обґрунтований ієрархічний принцип організації коливань, що перебігають паралельно і відрізняються за часовими характеристиками.

Виявлений зв'язок зі стадіями працездатності ритмів ЕЕГ [3], ультрадіальної ритмики частоти серцевих скорочень [9, 32]. З віком знижується вираженість секундних ритмів розумової працездатності при переробці тестової візуальної інформації [23], збільшується період біля 90-хвилинного циклу швидких рухів очей під час сну [7], спрощується коливальна структура серцевого ритму хвилинно-годинного діапазону [55]. Зі збільшенням стажу змінної роботи знижується вираженість добових коливань фізіологічних параметрів [31].

В онтогенезі у визначеній послідовності проходить формування та порушення циркадіальної системи організму [16, 48]. Змінюється амплітуда добових ритмів (у період раннього онтогенезу збільшується, у старості — знижується), зміщується спектральний склад ритму (частка ультрадіальних компонентів зменшується при досягненні зрілого віку і збільшується в старості), зрушуються акрофази періодів. З віком знижується пластичність системи добових ритмів [45], змінюється спектральна упорядоченість ритмів та їх складових, знижується здатність до відновлення ритмічного порядку [16, 48].

Показано вплив геліогеофізичних факторів (температури і вологості повітря, атмосферного тиску, характеристик магнітного поля та ін.) на перебіг циркадних ритмів людини (показники роботи серцево-судинної, дихальної систем, температури тіла, м'язової сили, функціонального стану печінки, тривалості індивідуальної хвилини, ритми ЕЕГ сну) [27, 37, 47], на сезонну періодичність функцій [27].

При взаємопов'язаному вивченні ритмічних і неритмічних коливань фізіологічних параметрів виявляють критерії розвитку несприятливих функціональних станів, оцінюють і прогнозують працездатність, розробляють заходи для покращання організації праці, збереження працездатності. Так, вивчення серцевого ритму в динаміці робочого дня дало можливість запропонувати критерії напруженості і втоми [9, 32]. Введення передбачених за регламентом перерв, фізкультпауз протягом робочого дня є методом, що широко використовується для підвищення продуктивності праці та збереження здоров'я працівників. Управляти функціональним станом оператора пропонують шляхом регулювання темпу пред'явлення завдань [42], корекції дихального циклу [35], прискорення перебудови світлозвукового сигналу [33]. Утворення раціональних режимів розумової роботи осіб різного віку пропонують здійснювати на основі обліку особливостей їх біоритмів хвилинно-секундного діапазону [23]. Швидкість відновлення циркадіальних біоритмів приймають до обліку при визначенні вікових лімітів та прогнозуванні рівня

здоров'я в умовах реального коливачива і неперіодичні складові моделей оцінки та

Рівень знань фізіологічних механізмів всієї повноти функцій відомості по вивченню мані підтвердження виявляються на фізичних дослідах інтегративному підході приймає до обліку характеристик різного логічного статусу взаємопов'язаних живих системи до мості ритмічної системи вий інструмент у

N. A. Bobko

BIORHYTHMS OF HUMAN ACTIVITY IN PHYSIOLOGY OF

Brief analytic survey of human activity, annual, multi-year rhythms, their origin, interaction with environment, vitality and the

Research Institute of Human Physiology and Professional Diseases of the Ministry of Public Health of USSR

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Агаджанян Н. А. Биологические ритмы человека. М.: Наука, 1989. — 208 с.
2. Агаджанян Н. А. и соавт. Ритмы и спорт, 1989. — 208 с.
3. Аладжалова Н. А. Активности головного мозга. М.: Наука, 1989. — 208 с.
4. Алякринский Б. С. (Проблемы космической биологии). М.: Наука, 1989. — 208 с.
5. Баевский Р. М. и соавт. Сердечного ритма. М.: Наука, 1989. — 208 с.
6. Бальшун Д. Бурмендов у человека. СССР — ГДР. М.: Наука, 1989. — 208 с.
7. Биологические ритмы. 1984. — Т. 1. — 414 с.
8. Биологические ритмы. 1984. — Т. 2. — 414 с.
9. Биоритмы и труд. Л.: Наука, 1980. — 208 с.
10. Бобко Н. А. Суточные ритмы. М.: Наука, 1989. — 208 с.
11. Васильев П. В. Аритмии ритмов // Космос. 1989. — № 4. — С. 285—290.
12. Влияние солнечной активности на метеорологические условия. 1989. — Т. 2. — 108 с.
13. Врбачев Н. Томская лунная биология. № 4. — С. 285—290.
14. Галицкий А. К. Кибернетика. М.: Наука, 1989. — 208 с.
15. Голиков А. П., Голубович М. П. Мед., 1973. — 167 с.

пруженості та втоми

емодії ритмів різних ієрархічну організацію необхідна для нормальних ритмів, період котих та існують як той час як короткочасному організмі у від-

твності функцій (ві-вильного інтервалу, мацію про особливо-

доцільної організа-включає процеси пе-від 0 до 10 000 Гц) оиведено в колектив-іверсальність зверх-до різних органів і ізації коливаний, що и характеристиками. ритмів ЕЕГ [3], ульт-32]. З віком знижує-цездатності при пе-шується період біля ну [7], спрощується одинного діапазону сь вираженість до-

дність формування та 8]. Змінюється ампе-езу збільшується, у клад ритму (частка ігненні зрілого віку періодів. З віком зни- , змінюється спект-хується здатність до

мператури і волого-нітного поля та ін.) оботи серцево-судин-или, функціонально-и, ритми ЕЕГ сну)

ритмічних коливаний итку несприятливих працездатність, роз-і, збереження пра-міці робочого дня ості і втоми [9, 32]. культипауз протягом сь для підвищення івників. Управляти яхом регулювання ого циклу [35], при-Утворення раціо-опонують здійсню-вильно-секундного их біоритмів прий-прогнозуванні рівня

здоров'я в умовах експедиційно-вахтових режимів праці [17]. Облік реального коливання фізіологічних показників, що включає періодичні і неперіодичні складові, дає можливість побудови високоінформативних моделей оцінки та прогнозу розумової працездатності [26].

Рівень знань про біоритми, що існує, недостатній для визначення фізіологічних механізмів їх генерації, варіабельності, взаємозв'язку та всієї повноти функцій в організмі людини. У літературі переважають відомості по вивченню ритмів локальних періодів. Разом з тим, отримані підтвердження високої інформативності параметрів біоритмів, що виявляються на феноменологічному рівні, і цінності їх використання у прикладних дослідженнях. Якісно нові результати отримані при інтегративному підході до вивчення часових параметрів організму, що приймає до обліку зміни широкого діапазону, ритмічних і неритмічних характеристик різних функцій. Подальше вивчення та облік біоритмологічного статусу людини, механізмів його формування у системі взаємопов'язаних і взаємообумовлених елементів часової організації живої системи допомагає наблизитись до розуміння біологічної значимості ритмічної організації живого організму і використати її як дійовий інструмент у практиці гігієни та фізіології праці.

N. A. Bobko

BIORHYTHMS OF HUMAN BEING AND THEIR USE IN PHYSIOLOGY OF LABOUR

Brief analytic survey of information on second-decaminute, circadian, multi-day, circannual, multi-year rhythms of activity of physiological functions and efficiency of man, their origin, interaction, connections with the unrhythmical time parameters of the organism vitality and the ability to use biorhythms in the physiology of labour.

Research Institute of Labour Hygiene
and Professional Diseases, Ministry
of Public Health of Ukraine, Kiev

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Агаджанян Н. А., Башкиров А. А., Власова И. Г. О физиологических механизмах биологических ритмов // Успехи физиол. наук.— 1987.— 18, № 4.— С. 80—104.
2. Агаджанян Н. А., Шабатура Н. Н. Биоритмы, спорт, здоровье.— М.: Физкультура и спорт, 1989.— 208 с.
3. Аладжалова Н. А. Психофизиологические аспекты сверхмедленной ритмической активности головного мозга.— М.: Наука, 1979.— 214 с.
4. Алякринский Б. С. Биологические ритмы и организация жизни человека в космосе (Проблемы космической биологии. Т. 46.)— М.: Наука, 1983.— 248 с.
5. Баевский Р. М., Кириллов О. И., Клецкин С. З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе.— М.: Наука, 1984.— 221 с.
6. Бальшун Д., Бурхардт У., Винклер К. и др. Инфраничные ритмы выделения ферментов у человека // Хронобиология и хрономедицина: Тез. докл. 4-го симпози. СССР—ГДР.— Астрахань, 1988.— С. 94.
7. Биологические ритмы / Под ред. Ю. Ашоффа. Пер. с англ. в 2-х т.— М.: Мир, 1984.— Т. 1.— 414 с.— Т. 2.— 262 с.
8. Биологические часы / Под ред. С. Э. Шноля. Пер. с англ.— М.: Мир, 1964.— 691 с.
9. Биоритмы и труд / Смирнов К. М., Навакатикян А. О., Гамбашидзе Г. М. и др.— Л.: Наука, 1980.— 144 с.
10. Бобко Н. А. Суточные изменения эффективности умственной деятельности оператора городского типа при сменном режиме труда // Физиол. журн.— 1989.— 35, № 6.— С. 83—87.
11. Василик П. В. Анализ структуры многодневных гелиогеофизических и биологических ритмов // Кибернет. и вычислит. техн.— Киев, 1984.— № 63.— С. 14—21.
12. Влияние солнечной активности, климата, погоды на здоровье человека и вопросы метеопрофилактики. Тез. докл. Респ. науч.-практ. конф.— Казань, 1988.— Т. 1.— 138 с.— Т. 2.— 100 с.
13. Врабчев Н., Томов Е. Сравнителен анализ на злополуки посредством классическата лунната биоритмологична хипотеза // Гигиена и здравеопазв.— 1983.— 26, № 4.— С. 285—291.
14. Галицкий А. К. Многодневные ритмы и факторы внешней среды // Биол. и мед. кибернетика.— Киев, 1985.— С. 23—28.
15. Голиков А. П., Голиков П. П. Сезонные биоритмы в физиологии и патологии.— М.: Мед., 1973.— 167 с.

16. Губин Г. Д., Вайнерт Д. Биоритмы и возраст // Успехи физиол. наук.— 1991.— 22, № 1.— С. 77—96.
17. Губин Г. Д., Дуров А. М., Колпаков В. В. Хронобиологические проблемы профилактической медицины в организации РТО при экспедиционно-вахтовой форме труда и профессионального отбора // Хронобиология и хрономедицина: Тез. докл. 4-го симпози. СССР — ГДР.— Астрахань, 1988.— С. 137—138.
18. Гудвин Б. Временная организация клетки.— М.: Мир, 1966.— 251 с.
19. Гуменюк В. С. Динамика умственной продуктивности в условиях относительно свободного распорядка дня // Биоритмологические исследования в космической биологии и медицине (Пробл. космич. биологии. Т. 64.).— М.: Наука, 1989.— С. 83—94.
20. Деряпа Н. Р., Мошкин М. П., Посный В. С. Проблемы медицинской биоритмологии.— М.: Мед., 1985.— 208 с.
21. Дубров А. П. Лунные ритмы у человека.— М.: Мед., 1990.— 160 с.
22. Жаботинский А. М. Концентрационные автоколебания.— М.: Наука, 1974.— 168 с.
23. Жолос Т. А. Физиологические режимы умственной работы лиц старшего возраста // Геронтология и гериатрия. 1988. Ежегодник. Трудовая реабилитация пожилых.— К.: Ин-т геронтологии, 1988.— С. 102—106.
24. Казин Э. М., Литвинова Н. А., Коробецкая О. Н. Оценка показателей психофизиологического, биоритмологического и гормонально-метаболического статуса при адаптации людей к операторскому труду // Физиология человека, 1989.— 15, № 1.— С. 167—169.
25. Калягина Е. А., Макарова С. В. О влиянии биоритмов на качество деятельности пилотов // Летная деятельность экипажей воздушных судов.— Л.: ОЛАГА, 1986.— С. 34—39.
26. Карпенко А. В. Колебательная структура психофизиологических показателей как источник информации о продуктивности умственной деятельности // Физиология человека.— 1988.— 14, № 5.— С. 730—738.
27. Каталевская Л. М., Кузнецова С. С. Циркадные ритмы некоторых показателей гемодинамики у здоровых людей в различные сезоны года // Циркадные ритмы человека и животных.— Фрунзе, 1975.— С. 243—246.
28. Кварецки К., Классовски М., Зужевич К. Ультранийный ритм частоты сердечных сокращений у пилотов // Хронобиология и хрономедицина: Тез. докл. 4-го симпози. СССР — ГДР.— Астрахань, 1988.— С. 139.
29. Киселева Л. В. Биоритмы и сердечно-сосудистые заболевания // Влияние солнечной активности, климата, погоды на здоровье человека и вопросы метеопрофилактики: Тез. докл. Респ. науч.-практ. конф.— Казань, 1988.— С. 91—92.
30. Ковалева А. И. Возможность диагностики утомления по медленной периодике физиологических функций // Гигиена труда.— К.: Здоров'я, 1986.— Вып. 22.— С. 33—38.
31. Кривошеков С. Г. Физиологические аспекты экспедиционно-вахтового труда // Физиологические механизмы оптимизации деятельности.— Л.: Наука, 1985.— С. 21—36.
32. Кудрявцева В. И. К вопросу о прогнозировании умственного утомления: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— М., 1974.— 28 с.
33. Куприянович Л. И. Биоритмологические механизмы управления функциональным состоянием человека // Бионика и биомедкибернетика-85. Биотехнические системы: Тез. докл. Всесоюз. конф.— Л., 1986.— С. 70—71.
34. Кучеров И. С. Ритмичность трофических процессов в организме человека и животных: Автореф. дис. ... д-р биол. наук.— Киев, 1971.— 49 с.
35. Лукьянова О. Н., Козлов А. И., Ремизова А. А. Возможность управления функциональным состоянием с помощью коррекции дыхательного цикла // Биологическая и медицинская кибернетика.— Киев: Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова АН УССР, 1985.— С. 64—68.
36. Матюхин В. А., Путилов А. А., Ежов С. Н. Рекомендации по прогнозированию и профилактике десинхронозов.— Новосибирск: Изд-во Ин-та физиологии СО АМН СССР, 1983.— 51 с.
37. Моисеева Н. И., Сысцев В. М. Временная среда и биологические ритмы.— Л.: Наука, 1981.— 128 с.
38. Навакатикян А. О., Карпенко А. В. Информационные возможности анализа периодической структуры сердечного ритма работающего человека // Физиол. человека.— 1981.— 7, № 2.— С. 214—220.
39. Оранский И. Е. Природные лечебные факторы и биологические ритмы.— М.: Медицина, 1988.— 288 с.
40. Пэрна Н. Я. Ритм, жизнь и творчество.— М., Л.— 1925.— 242 с.
41. Сверхмедленные физиологические процессы и межсистемные взаимодействия в организме: Теоретические и прикладные аспекты // Илюхина В. А., Хабаева З. Г., Никитина Л. И. и др.— Л.: Наука, 1986.— 188 с.
42. Семик Т. М. Возможность применения методов теории автоматического регулирования для диагностики и управления функциональным состоянием // Биологическая и медицинская кибернетика.— Киев: Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова АН УССР, 1985.— С. 68—73.
43. Смирнов К. М., Виру А. А., Смирнова Т. А. Сравнительный анализ содержания кортикостероидов и катехоламинов в моче у лиц с различной профессиональной подготовкой // Физиол. человека.— 1985.— 11, № 5.— С. 834—838.
44. Сорокин А. А. Ультранийные составляющие при изучении суточного ритма.— Фрунзе: Илим, 1981.— 83 с.

45. Степанова С. И. Биоритмы.— 1986.— 244 с.
46. Усенко Г. А., Копанев С. В. Операторов летного труда (1985) Солнца // В. человека и вопросы метеопрофилактики.— Т. 1.— С. 81—85.
47. Фролов В. А., Чибисов В. В. Влияние солнечной активности на ритмы сердца // Влияние солнечной активности на ритмы сердца и вопросы метеопрофилактики.— Т. 1.— С. 72—73.
48. Хронобиология и хрономедицина.— 1988.— 15, № 1.— С. 167—169.
49. Хронобиология и хрономедицина.— 1988.— 15, № 1.— С. 167—169.
50. Чижевский А. Л. Земная жизнь.— М.: Наука, 1974.— 168 с.
51. Шабатура Н. Н. Механизмы адаптации к условиям спорта, 1984.— 159 с.
52. Шапошникова В. И. Иллюстрации к книге "Успехи физиол. наук.— 1988.— Т. 1.— С. 72—73.
53. Folkard S., Minors D. S. Issues and trends // Chronobiology International.— 1988.— 5, № 1.— P. 233—252.
54. Frese M., Semmer N. Shiftwork and health in different workers // Ergonomics.— 1988.— 31, № 1.— P. 31.
55. Goldberger A. Why a shiftwork? // Chronobiology International.— 1988.— 5, № 1.— P. 31.
56. Halberg F., Reinberg A. Chronobiologie humaine // J. Physiol. (Paris).— 1981.— 235, № 1.— P. 233—252.
57. Halberg F., Halberg E. Casemiseptan (about 3,5-dimethyl-5-norbornene-2,3-dicarboxylic anhydride) // J. Physiol. (Paris).— 1981.— 235, № 1.— P. 233—252.
58. Hildebrandt G., Geyer R. J. Interdisciplinary Cycle Research.— 1988.— 15, № 1.— P. 31.
59. Latman N. S., Gorriotti J. Vehicle fatalities // Accident Analysis and Prevention.— 1982.— 12, N 55.
60. Monsalvatje C. J. La chronobiologie.— 1982.— 12, N 55.
61. Moog R. Optimization of shiftwork tolerance // J. Physiol. (Paris).— 1981.— 235, № 1.— P. 233—252.
62. Moog R., Deimer P., Hildebrandt G. Shiftwork tolerance // J. Physiol. (Paris).— 1981.— 235, № 1.— P. 233—252.
63. Mori K., Jano T., Matsuda T. Excretion // Int. J. Biometeorology.— 1981.— 25, № 1.— P. 233—252.
64. Mulder G., Mulder L. J. Psychophysiology.— 1981.— 13, № 1.— P. 233—252.
65. Reinberg A., Vieux N. Circadian rhythms and health.— 1981.— 13, № 1.— P. 233—252.
66. Reinberg A., Motohashi T. Circadian rhythms and tolerance.— 1981.— 13, № 1.— P. 233—252.
67. Schweglinghaus W. Gesunde Ernährung, Prävention, Rehabilitation.— 1981.— 13, № 1.— P. 233—252.
68. Stojanovic D. Biološki i fiziološki aspekti elektrofizioloških objekata.— 1981.— 13, № 1.— P. 233—252.
69. Wenfree A. T. The geometry of biological time.— 1981.— 13, № 1.— P. 233—252.

Київ. наук.-дослід. ін-т гігієни праці та профзахвор. М-ва охорони здоров'я України

иол. наук.—1991.—22,

ские проблемы профи-
о-вахтовой форме тру-
ицина: Тез. докл. 4-го

251 с.

условиях относительно
ия в космической био-
аука, 1989.—С. 83—94.
ицинской биоритмоло-

60 с.

: Наука, 1974.—168 с.
иц старшего возраста //
билитация пожилых.—

казателей психофизио-
ического статуса при
ека, 1989.—15, № 1.—

качество деятельности
—Л.: ОЛАГА, 1986.—

ских показателей как
ности // Физиология че-

которых показателей ге-
иркадные ритмы чело-

тм частоты сердечных
ез. докл. 4-го симпози.

я // Влияние солнечной
метеопрофилактики:

дленной периодике фи-
.—Вып. 22.—С. 33—

вахтового труда // Фи-
Наука, 1985.—С. 21—

о утомления: Автореф.

ения функциональным
отехнические системы:

ме человека и живот-

сть управления функ-
о цикла // Биологичес-
и. В. М. Глушкова АН

по прогнозированию и
физиологии СО АМН

ские ритмы.—Л.: Нау-

ности анализа перио-
// Физиол. человека.—

не ритмы.—М.: Меди-

взаимодействия в ор-
А., Хабаева З. Г.,

матического регулиро-
нием // Биологическая
и. В. М. Глушкова

й анализ содержания
ной профессиональной
8.

и суточного ритма.—

рн. 1992. Т. 38, № 3

45. Степанова С. И. Биоритмологические аспекты проблемы адаптации.—М.: Наука, 1986.—244 с.
46. Усенко Г. А., Копанев С. И., Деряпа Н. Р. Изменение физиологического статуса у операторов летного труда Западной Сибири в период активного (1980) и спокойного (1985) Солнца // Влияние солнечной активности, климата, погоды на здоровье человека и вопросы метеопрофилактики: Тез. докл. респ. науч.-практ. конф.—Казань, 1988.—Т. 1.—С. 81—82.
47. Фролов В. А., Чибисов С. М., Михеев Г. О. Гелиогеомагнитные факторы и биоритмы сердца // Влияние солнечной активности, климата, погоды на здоровье человека и вопросы метеопрофилактики: Тез. докл. респ. науч.-практ. конф.—Казань, 1988.—Т. 1.—С. 72—73.
48. Хронобиология и хрономедицина / Под ред. Ф. И. Комарова.—М.: Мед., 1989.—400 с.
49. Хронобиология и хрономедицина: Тез. докл. 4-го симпози. СССР — ГДР.—Астрахань, 1988.—150 с.
50. Чижевский А. Л. Земное эхо солнечных бурь.—М.: Мысль, 1976.—367 с.
51. Шабатура Н. Н. Механизм происхождения инфрадианных биологических ритмов // Успехи физиол. наук.—1989.—20, № 3.—С. 86—103.
52. Шапошникова В. И. Индивидуализация и прогноз в спорте.—М.: Физкультура и спорт, 1984.—159 с.
53. Folkard S., Minors D. S., Waterhouse J. M. Chronobiology and shift work; current issues and trends // Chronobiologie.—1985.—12, N 1.—P. 51—54.
54. Frese M., Semmer N. Shiftwork, stress psychosomatic complaints: A comparison between workers in different shiftwork schedules, non-shiftworkers, and former shiftworkers // Ergonomics.—1986.—29, N 1.—P. 99—144.
55. Goldberger A. Why a steady heart may not be healthy // New Scientist.—1989.—121, N 1648.—P. 31.
56. Halberg F., Reinberg A. Rhythms circadiens et rythms de basses frequences en physiologie humaine // J. Physiol. (France).—1967.—59, Suppl. 1.—P. 117—200.
57. Halberg F., Halberg E., Halberg F., Halberg J. Circaseptan (about 7-day) and circasemiseptan (about 3,5-day) rhythms and contributions by Ladislav Derer. 2. Examples from botany, zoology and medicine // Biologia (CSSR).—1984.—41, N 3.—P. 233—252.
58. Hildebrandt G., Geyer F. Adaptive significance of circaseptan reactive periods // J. Interdiscipl. Cycle Res.—1984.—15, N 2.—P. 109—117.
59. Latman N. S., Gorriotti J. C. An analysis of biorhythms and their influence on motor vehicle fatalities // Accid. Anal. and Prev.—1980.—12, N 4.—P. 283—286.
60. Monsalvatje C. J. La cronobiologia: su interes clinico y farmacoterapeutico // Ter. y Vet.—1982.—12, N 55.—P. 143—148, 150—158, 160—167, 169—172.
61. Moog R. Optimization on shift work: Physiological contribution // Ergonomics.—1987.—30, N 9.—P. 1249—1259.
62. Moog R., Deimer P., Hildebrandt G., Schmiedel P. Internal aspects of individual shift work tolerance // J. Interdiscip. Cycle Res.—1989.—20, N 3.—P. 212—213.
63. Mori K., Jano T., Matumoto T. et al. Chronobiological studies of 17-ketosteroid excretion // Int. J. Biometeorol.—1985.—29, suppl. N. 1.—P. 116.
64. Mulder G., Mulder L. J. Information processing and cardiovascular control // Psychophysiology.—1981.—18, N 4.—P. 392—402.
65. Reinberg A., Vieux N., Andlauer P. et al. Tolerance of shift work, amplitude of circadian rhythms and aging // Night and Shift Work. Biol. and Social Aspects. Proc. 5th Int. Symp., Rouen, 1980.—Oxford etc., 1981.—P. 341—354.
66. Reinberg A., Motohashi Y., Bourdeleau P. et al. Internal desynchronisation of circadian rhythms and tolerance of shift work // Chronobiologia.—1989.—16, N 1.—P. 21—34.
67. Schweflinghaus W. Gesundheitliche Beeinträchtigung durch Schichtarbeit // Arbeitsmed., Socialmed., Praventivmed.—1990.—25, N 3.—S. 98—103.
68. Stojanovic D. Bioritmicki ciklusi i njihova povezanost sa povredama na radu na elektroenergetskim objektima // Ergonomija (CFRJ).—1981.—8, N 4.—P. 13—41.
69. Wenfree A. T. The geometry of biological time.—New York etc: Springer, 1980.—530 p.

Київ. наук.-дослід. ін-т
гігієни праці та профзахворювань
М-ва охорони здоров'я України

Матеріал надійшов
до редакції 09.04.91