

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА НА СУТОЧНУЮ ДИНАМИКУ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОПЕРАТОРОВ

Ластовченко В.Б.

Институт медицины труда АМН Украины, г. Киев

У операторов ЧАЭС в динамике дневных и ночных 8- и 12-часовых смен проведены исследования функционального состояния по показателям: самочувствие, активность, настроение (тест «САН»), артериальное давление (АД), частота сердечных сокращений (ЧСС), латентный период сложной зрительно-моторной реакции (ЛП СЗМР). Определялись параметры суточных ритмов: акрофазы максимума и минимума, амплитуда, мезор. Наибольшее количество нормальных суточных кривых выявлено по показателю частоты сердечных сокращений, что свидетельствует об относительной устойчивости суточного ритма этого показателя сердечно-сосудистой системы к воздействию факторов трудового процесса. Показано, что имело место смещение суточных максимумов С, А, Н, систолического и диастолического АД за границы зоны их нормы: на начало дневных и ночных смен. Факторами, оказавшими десинхронизирующее влияние на суточные ритмы, явились нервно-эмоциональное напряжение, мобилизация и значительные волевые усилия, характерные для периода начала работы.

Ключевые слова: оператор атомной электростанции, 8- и 12-часовые смены, параметры суточных ритмов

Введение

Вопросы адаптации оператора к сменному труду тесно связаны с представлениями о суточных ритмах физиологических процессов. Известно, что физиологические функции организма человека при различном состоянии фаз и разной амплитуде имеют одинаковую 24-часовую продолжительность периода [1]. Синхронизаторами суточных ритмов являются внешние физические факторы (датчики времени): освещенность, температура и влажность воздуха, гелиомагнитные излучения [1, 2]. При этом основная синхронизирующая роль принадлежит естественной освещенности [1, 3]. Колебания света и темноты определяют у человека суточную динамику сна-бодрствования. Суточная периодика физиологических процессов у человека регламентируется также условиями его социальной жизни [1, 4]. Синхронность внешних циклических процессов и социальных ритмов — явление достаточно редкое. В переходные сезоны (весна, осень) наблюдается рассогласование по фазе собственных суточных ритмов и ритмов физических датчиков времени — внешний десинхроноз. Адаптация к этому состоянию обеспечивается способностью организма к сдвигу фазы всех его психофизиологических функций в пределах некоторой зоны [1, 4]. Поэтому сезонный десинхроноз не требует значительного напряжения механизмов адаптации.

Напряженность адаптации возрастает при значительном сдвиге фаз внешних синхронизаторов, например, при перелёте через часовые пояса. В силу различной пластичности суточных ритмов функций, обуславливающей неодновременность их перестройки, возникают нарушения амплитудно-фазовой структуры системы суточных ритмов — внутренний десинхроноз [4–6].

Имеются основания полагать, что более выраженные явления внутреннего десинхроноза развиваются при сменной работе [1, 4]. Постоянное чередование дневных и ночных смен приводит к сдвигу фазы ритма сна-бодрствования на непривычное время суток. При этом наблюдается десинхронизация циркадианной системы организма, как с физическими, так и с социальными датчиками времени.

Суточные ритмы рассматриваются в качестве универсального критерия функционального состояния организма. В системе суточных ритмов все её компоненты синхронизированы друг с другом, и эта взаимосвязь определяет физиологическое благополучие организма [1]. Амплитудно-фазовая структура суточных ритмов является самостоятельной характеристикой функционального состояния, определяющей такие его свойства, как умственная и физическая работоспособность [7].

Следует отметить, что вопросы исследования суточных ритмов физиологических функций у работающих по сменным графикам нашли своё отражение в небольшом количестве публикаций [8–10].

Учитывая, что десинхронизация определяется как пограничное состояние, которое характеризуется нарушением структуры суточных ритмов и проявляется снижением работоспособности, расстройствами сна и другими неблагоприятными сдвигами, становится очевидной необходимость его диагностики при сменном операторском труде.

Цель работы: выявить влияние напряженности труда на суточную динамику психофизиологических функций операторов при разной продолжительности смен.

Методы исследования

В исследованиях приняли участие операторы энергоблоков атомной электростанции (ЧАЭС) в количестве 17 человек. Операторы работали по трехсменному графику с 8-часовой продолжительностью смен, а затем по двухсменному графику с 12-часовой продолжительностью смен. Операторы самостоятельно оценивали своё функциональное состояние с помощью теста «САН» по показателям самочувствия (С), активности (А), настроения (Н). К категории С относятся характеристики, отражающие силу, здоровье, утомление. К категории А — отражающие движение, подвижность, скорость; к категории Н — отражающие эмоциональное состояние [11, 13]. Измерение латентного периода сложной зрительно-моторной реакции (ЛП СЗМР) проводилось по модифицированному варианту методики А. Е. Хильченко с использованием прибора ПНН-3 [13]. ЛП СЗМР традиционно используется в физиологических исследованиях в качестве показателя, позволяющего оценивать динамику работоспособности и её изменения под влиянием утомления. У операторов измерялось артериальное давление и частота сердечных сокращений. Замеры показателей проводились в одно и то же время, в начале и конце дневной и ночной смен и на протяжении смен. Анализ суточной динамики осуществлялся с использованием биоритмологического подхода. Определялись акрофазы максимума (Аф) и минимума изучаемых показателей, параакрофазы, мезор и амплитуда колебательного процесса. Для анализа групповых данных был использован способ, предложенный А.И.Шукиным [10], заключающийся в следующем: составляют таблицы по количеству психофизиологических показателей, в которых по горизонтальной оси перечисляются все обследованные лица, для каждого обследованного по вертикальной оси обозначается положение суточного максимума и минимума, парамаксимума и па-

раминимума показателя, привязанное к времени суток при работе в дневной и ночной сменах.

Результаты исследований и их обсуждение

Анализировались распределения индивидуальных суточных максимумов на 24-часовой шкале. Расположение максимумов исследуемых показателей (Аф макс.) рассматривалось с учетом данных литературы о границах зон их нормы (таблица). Как видно из таблицы, акрофазы максимумов показателей самооценки состояния приходится на период с 10 ч. до 20 ч. [11, 12].

Согласно сменным графикам, дневная 8-часовая смена продолжается с 8 до 16 ч., дневная 12-часовая — с 8 до 20 ч. Таким образом, зона нормы суточных максимумов показателей оценки состояния должна располагаться располагается на всем протяжении дневных смен (за исключением периода с 8 до 10 ч утра), а также распространяться на начало 12-часовых ночных смен, т.е. на 20 ч. Действительно, суточные максимумы С в этот период времени наблюдались в 8-часовых сменах в 41,1% случаев, а максимумы А и Н — в 64,7% случаев (рис. 1). В 12-часовых сменах Аф макс. С и А в границах зоны нормы наблюдались в 23,5% и 58,8% случаев, соответственно; Аф макс. Н наблюдались более чем в 100% случаев с учетом парамаксимумов.

В остальных случаях обнаруживались сдвиги суточных максимумов С, А и Н за границы зоны нормы. Обнаружены сдвиги Аф макс. на 8 ч утра, что соответствует началу дневных 8- и 12-часовых смен. Расположение Аф макс. С, А и Н в начале 8-часовых смен наблюдалось в 52,9, 35,2 и 47% случаев, соответственно. В начале 12-часовых — в 58,8% случаев для всех трех показателей самооценки. Такое смещение фаз на 2 часа определяется как сдвиг влево — опережение фазы.

Особого внимания заслуживает сдвиг Аф макс. на 24 ч, т.е. на начало 8-часовых ночных смен. Расположение Аф макс. С, А и Н в этот период времени наблюдалось в 29,4; 23,5 и 58,8% случаев, соответственно. Такое смещение фаз на 4 часа определяется как сдвиг вправо — запаздывание фазы.

Как видно из таблицы, Аф макс. АДС и АДД, приводимые разными авторами, приходится не на одно и то же время суток [7]. С учетом этих данных, в качестве границ зоны нормы Аф макс. нами был принят период времени с 15 ч до 19 ч. Расположение Аф макс. АДС и АДД в границах зоны нормы в 8-часовых сменах наблюдалось в небольшом числе случаев, а в 12-часовых — практически не отмеча-

Таблиця

Фазы максимума и минимума суточной периодичности психофизиологических функций человека в норме

Показатель	Время максимума (Аф. макс.), время минимума (Аф. мин.), границы зоны макс. и мин., амплитуда	Авторы, год
С, А, Н	Границы зоны максимума 10:00 – 20:00 Аф. мин. 0:0 – 3:00 (жаворонки) 3:00 – 6:00 (совы)	Доскин В.А. и др. (1973, 1975)
АДС	Максимум систолического давления отмечается в дневные часы	Деряпа Н.Р., Мошкин М.П., Посный М.С. (1985)
	Аф. макс. 18:30	Райт К. (2003)
	Аф. макс. 15:00	Березкин М.В. (2003)
	Аф. мин. 6:00	
Амплитуда 37 мм рт.ст		
АДД	Аф. макс. 18:53	Бланк М.А., Рябых Т.П. (2000)
	Аф. макс. 15:00	Березкин М.В. (2000)
	Аф. мин. 6:00 и 12:00	
	Амплитуда 11 мм рт.ст.	
Аф. макс. 19:00	Бланк М. А., Рябых Т.П. (2000)	
ЧСС	Максимум частоты сердечных сокращений отмечается во второй половине дня	Деряпа Н.Р. и др. (1985)
	Границы зоны максимума 12:00 – 17:15	Оранский И.Е., Царфис Г.П. (1989)
	Границы зоны максимума 12:00 – 18:00	
	Аф. мин. 3 : 00 Амплитуда 25 уд./мин.	Бланк М.А., Рябых Т.П. (2000)
Границы зоны максимума 16:36 – 21:54 Аф. макс. 17:05		
Скорость реакции на зрительные стимулы	Границы зоны максимума 10:00 – 19:00	Ашофф Ю., Вивер Р. (1984)
	Аф. макс. 15:30	Райт К. (2003)

лось (рис. 2). Обнаружено смещение Аф макс. АДС и АДД на начало дневных 8-часовых смен в 29,4 и 23,5% случаев, соответственно, и на начало дневных 12-часовых смен в 29,4 и 17,6% случаев, соответственно.

Также обнаружено смещение Аф макс. этих показателей на начало ночных 8-часовых смен, на 24 ч, в 47,0 и 41,1% случаев, соответственно, и на начало ночных 12-часовых смен, на 20 ч, в 35,2% случаев для обоих показателей. Таким образом, смещение положения Аф макс. на вечернее и ночное время суток (запаздывание фазы) отмечалось в большем числе случаев, чем на утренние часы (опережение фазы).

Полученные данные позволяют предположить, что фактором, вызывающим смещение акрофаз АД, С, А, и Н за границы зоны нормы, является ситуация начала работы в дневной и ночной сменах. Рабочий день у оператора начинается с приема-передачи смены. Этот этап занимает важное место в структуре операторской деятельности. Оператор получает информацию о состоянии управляемого объекта, оценивает производственную ситуацию, и с этой минуты берет на себя ответственность за ве-

дение технологического процесса. Максимальный подъём суточных кривых АД, С, А и Н в начале смен рассматривается как проявление мобилизации организма, обусловленное предстоящей напряженной умственной деятельностью [17]. Имеются основания полагать, что развивающееся при этом состояние нервного напряжения со значительным эмоциональным компонентом можно рассматривать как условно-рефлекторную реакцию на совокупность сигналов о предстоящей работе [8]. Подобные изменения суточной периодики психофизиологических функций наблюдаются у спортсменов перед стартом [8]. Приспособление к постоянным сдвигам ритма сна-бодрствования при сменном графике работы во многом определяется существующей системой сознательных волевых импульсов [4]. Сформированный в сфере сознания ритм, представленный периодическими самоприказами, побуждает человека работать и отдыхать в непривычное время суток. По нашему мнению, роль волевых усилий в мобилизации организма оператора особенно возрастает в часы, совпадающие с началом ночных смен.

Как видно из таблицы, минимумы суточных ритмов С, А и Н приходятся на период с 0 ч до 3 ч,

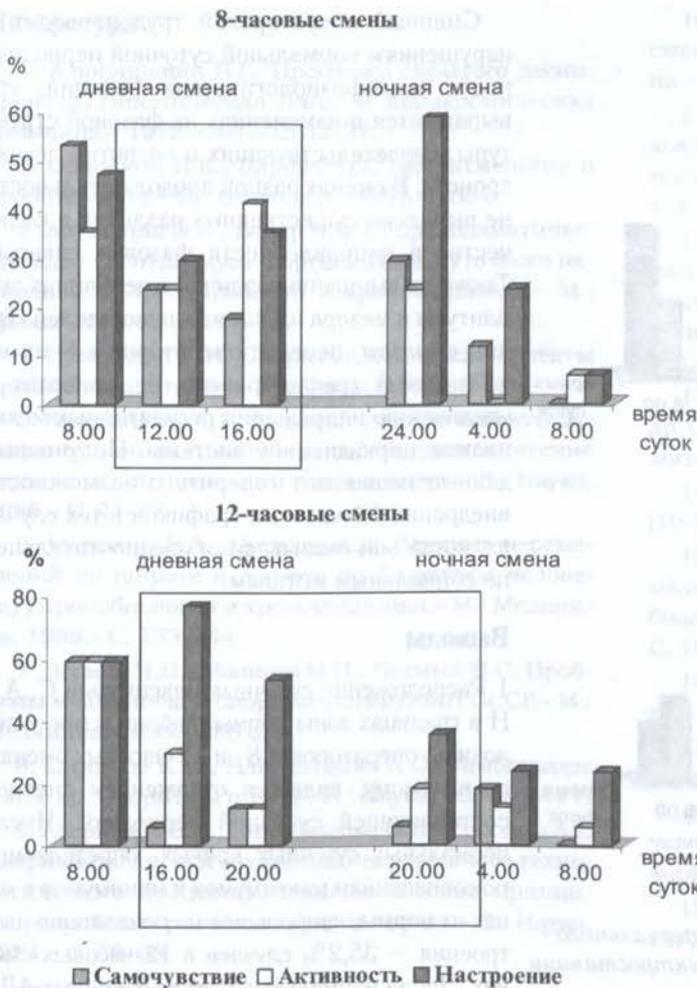


Рис. 1. Распределение суточных максимумов показателей самооценки состояния (САИ) у операторов атомной электростанции при работе в 8-ми и 12-ти часовых сменах. Примечание: рамкой обозначены границы зоны нормы суточных максимумов.

или с 3 ч до 6 ч. (в зависимости от индивидуально-го типа ритма работоспособности). Аф мин. С и А у операторов в этот период времени практически не наблюдались. Исключение составил показатель Н: в 8-часовых сменах в 23,5% случаев, в 12-часовых — в 35,2% случаев. Отсутствие минимальных значений С и А в зоне нормы, вероятно, можно объяснить активирующим влиянием рабочего напряжения на функциональное состояние операторов. Снижение напряжения по окончании работы предопределило смещение Аф мин. показателей самооценки с ночных на утренние часы: на 8 часов утра, окончание ночных смен. Расположение Аф мин. С, А и Н в конце ночных смен наблюдалось в 8-часовых сменах в 58,8; 52,9 и 35,2% случаев, соответственно, в 12-часовых — в 47%

случаев для С, и в 52,9% случаев для А и Н. Вероятно, в данной ситуации, в конце ночных смен, следует также учитывать понижающее влияние утомления на субъективные показатели операторов [8].

Аналогичные данные были получены и для показателей АДС и АДД, но в меньшем проценте случаев. Известно, что минимумы кривой суточного ритма физиологических показателей приходятся на период с 2 ч до 4 ч ночи.

Аф мин АДС и АДД в этот период времени наблюдались в единичных случаях.

Обнаружено смещение Аф мин. АДС и АДД на окончание ночных смен в 8-часовых сменах в 29,4 и 17,6% случаев, соответственно; в 12-часовых сменах в 35,2 и 23,5% случаев, соответственно. Такой сдвиг Аф мин., определяющийся как запаздывание фазы, свидетельствует об удлинении периода ритма [4].

Как видно из таблицы, максимум суточного ритма ЧСС приходится на период с 12 до 22 ч [2, 7, 14, 15]. Аф. макс. ЧСС в границах зоны нормы наблюдалась в 8-часовых сменах в 64,7% случаев, в 12-часовых — в 100% случаев. Смещение Аф макс. ЧСС на начало дневных и ночных 8-часовых смен наблюдалось в небольшом проценте случаев, гораздо меньшем по сравнению с другими показателями. Что касается Аф мин. ЧСС, то её расположение в 4 ч ночи в сменах разной продолжительности наблюдалось в 41,1 и 35,2% случаев, т. е. в большем числе случаев, чем у других показателей.

Несмотря на то, что Аф макс. и мин. изучаемых показателей часто расположены в границах зон их нормы, говорить о сохранении суточных ритмов можно только в отдельных немногочисленных случаях. Оказалось, что у операторов, как правило, в границы зоны нормы попадают либо суточные максимумы, либо минимумы показателей. Наибольшее количество нормальных суточных кривых обнаружено у таких показателей как Н в 12-часовых сменах (35,2% случаев) и ЧСС в 8-ми и 12-часовых сменах (41,1 и 35,2% случаев, соответственно). Таким образом, суточный ритм ЧСС оказался более устойчивым к воздействиям факторов трудового процесса.

Согласно данным литературы, представленным в таблице, Аф макс. ЛП СЗМР приходится на период

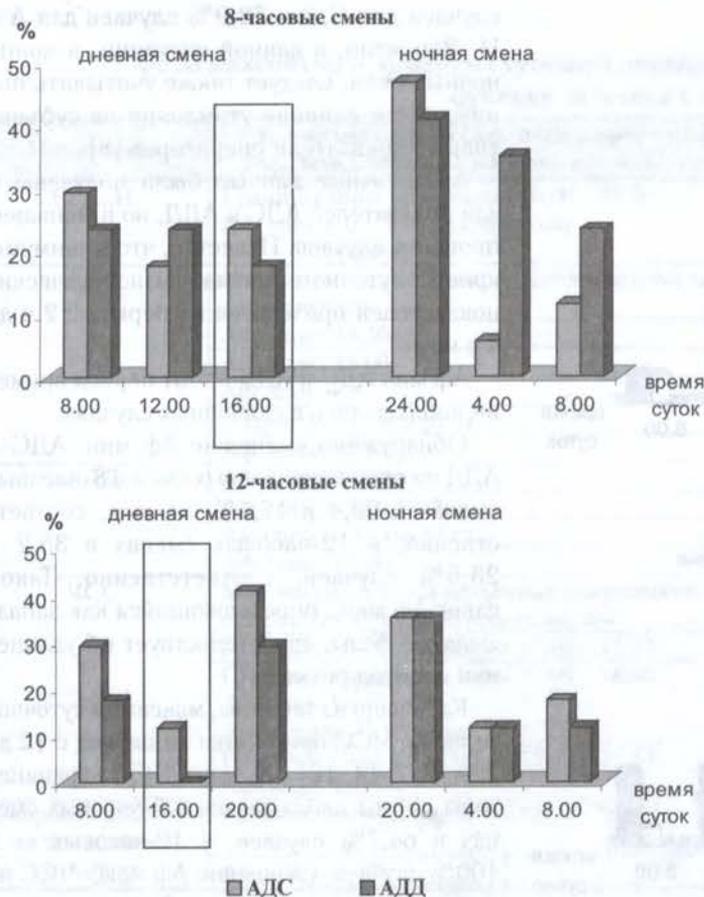


Рис. 2. Распределение суточных максимумов артериального давления (АДС, АДД) у операторов атомной электростанции при работе в 8-ми и 12-ти часовых сменах.

Примечание: рамкой обозначены границы зоны нормы суточных максимумов.

с 10 до 19 ч [18]. Расположение Аф макс. в границах нормы наблюдалось в 8-часовых сменах в 64,7% случаев. В остальных случаях Аф макс. равномерно располагались по всей 24-часовой шкале, и какой-либо тенденции в их сдвигах выявить не удалось. Такое расположение суточных максимумов, вероятно, является отражением индивидуальной динамики работоспособности операторов. Известно, что мотивация оказывает существенное влияние на ритмы работоспособности [19]. Можно предположить, что время максимального подъема суточной кривой определяется повышенной мотивацией оператора при разрешении сложной ситуации, возникающей в процессе деятельности в любое время суток.

Результаты сравнительного анализа среднегрупповых значений амплитуды и мезора изучаемых показателей у операторов показали, что достоверных различий между 8- и 12-часовыми сменами не наблюдается.

Сменный операторский труд приводит к нарушениям нормальной суточной периодичности психофизиологических функций, что выражается в изменениях их фазовой структуры, свидетельствующих о развитии десинхроноза. В сменах разной продолжительности не выявлено существенных различий в количестве и направленности фазовых сдвигов. Также не выявлено различий в величинах амплитуды и мезора изучаемых показателей. Таким образом, переход операторов с 8-ми на 12-часовой график работы не приводит к увеличению напряжения регуляторных механизмов циркадианной системы. Полученные данные позволяют говорить о возможности внедрения 12-часовых графиков в тех случаях, когда они оказываются предпочтительнее по социальным мотивам.

Выводы

1. Расположение суточных максимумов С, А и Н в границах зоны нормы, наблюдаемое у половины операторов в 8- и 12-часовых сменах, по-видимому, является отражением дневной составляющей суточной периодики. Число нормальных суточных кривых, определяемое по совпадению максимумов и минимумов в зонах их нормы, наибольшее по показателю настроения — 35,2% случаев в 12-часовых сменах. Число нормальных суточных кривых АДС и АДД незначительно — единичные случаи.
2. В остальных случаях наблюдается смещение суточных максимумов С, А, Н, АДС и АДД на начало дневных и ночных 8-ми и 12-часовых смен. Максимальный подъем суточных кривых, вероятно, отражает процессы, происходящие в организме оператора перед напряженной умственной деятельностью. Нервно-эмоциональное напряжение, мобилизация и значительные волевые усилия, характерные для периода начала работы, оказывают десинхронизирующее влияние на суточные ритмы, что проявляется в опережении и запаздывании фаз максимумов.
3. Наибольшее по сравнению с другими показателями число нормальных суточных кривых ЧСС (41,1% случаев в 8-часовых сменах и 35,2% в 12-часовых), а также немногочисленные смещения максимумов на начало смен, вероятно, свидетельствуют об относительной устойчивости суточного ритма ЧСС к воздействию факторов трудового процесса.

Література

1. Алякринский Б.С. Проблемы скрытого десинхроноза//Космическая биол. и авиакосмическая медицина.- 1972.- №1.- С. 32-37.
2. Оранский И.Е., Царфис П.Г. Биоритмология и хронотерапия.- М.: Высш. шк., 1989.- 158 с.
3. Арушанян Э.Б., Бейер Э.В. Супрахиазматические ядра гипоталамуса и организация суточного периодизма//Хронобиология и хрономедицина.- М.: Триада-Х, 2000.- С. 50-65.
4. Степанова С.И. Биоритмологические аспекты проблемы адаптации.- М.: Наука, 1986.- 244 с.
5. Кривошеков С.Г. Физиологические аспекты экспедиционно-вахтового труда//Физиологические механизмы оптимизации деятельности.- Л.: Наука, 1985.- С. 21-37.
6. Матюхин В.А., Путилов А.А. Влияние перемещений по широте и долготе на биоритмы человека//Хронобиология и хрономедицина.- М.: Медицина, 1989.- С. 133-144.
7. Деряпа Н.П., Мошкин М.П., Посный В.С. Проблемы медицинской биоритмологии/АМН СССР.- М.: Медицина, 1985.- 208 с.
8. Смирнов К.М., Навакатикиян А.О., Гамбашидзе Г.М. и др. Биоритмы и труд.- Л.: Наука, 1980.- 144 с.
9. Аверьянов В.С., Виноградова О.В., Сорокин А.Г. Графики сменности в условиях непрерывного технологического процесса//Физиологические принципы разработки режимов труда и отдыха.- Л.: Наука, 1984.- С. 59-69.

Ластовченко В.Б.

ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ ТРУДОВОГО ПРОЦЕСУ НА ДОБОВУ ДИНАМІКУ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ОПЕРАТОРІВ

Інститут медицини праці АМН України, м. Київ

У операторів ЧАЕС у динаміці денних та нічних 8- і 12-годинних змін проведено дослідження функціонального стану за показниками самопочуття, активності, настрою (тест «САН»), артеріального тиску (АТ), частоти серцевих скорочень (ЧСС), латентного періоду складної зорово-моторної реакції (ЛП СЗМР). Визначали параметри добових ритмів: акрофази максимуму і мінімуму, амплітуда, мезор. Найбільшу кількість нормальних добових кривих виявлено за показником частоти серцевих скорочень, що свідчить про відносну стійкість добового ритму цього показника серцево-судинної системи до впливу факторів трудового процесу. Показано, що мав місце зсув добових максимумів С, А, Н, систолічного та діастолічного АТ за межі зон їх норми: на початок денних та нічних змін. Факторами, що призвели до десинхронізуючого впливу на добові ритми виявились нервово-емоційне напруження, мобілізація та значні вольові зусилля, що характерні для періоду початку роботи.

Ключові слова: оператор атомної електростанції, 8- і 12-годинні зміни, параметри добових ритмів

Lastovchenko V.B.

PECULIARITIES OF THE EFFECT OF WORKING PROCESS FACTORS ON DAILY CHANGES OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL INDICES IN OPERATORS

Institute for Occupational Health of AMS of Ukraine, Kyiv

The state of health (H), activity (A), mood (M), systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), heart rate (HR), latent period (LP) of the complex ocular-motor reaction (COMR) were measured in operators during daily and night

10. Щукин А.И. Хронофизиологические аспекты сменного труда//Хронобиология и хрономедицина.- М.: Триада-Х, 2000.- С. 402-429.

11. Доскин В.А., Лаврентьева Н.А., Мирошников М.П., Шарай В.Б. Тест дифференцированной самооценки функционального состояния//Вопр. психол.- 1973.- №6.- С. 141-145.

12. Доскин В.А., Лаврентьева Н.А., Стронгина О.М., Шарай В.Б. Психологический тест «САН» применительно к исследованиям в области физиологии труда//Гигиена труда и профзабол.- 1975.- №5.- С. 28-32.

13. Макаренко Н.В., Пухов В.А., Кольченко Н.В. и др. Основы профессионального психофизиологического отбора.- К.: Наук. думка, 1987.- 244 с.

14. Райт К. Час нашего життя//Світ науки № 3-4 (19-20), 2003 індекс 48790 JSS № 1029-3906.

15. Берёзкин М.В. Суточные хронограммы нормальных показателей здорового человека//Хронобиология и хрономедицина.- М.: Триада-Х, 2000.- С. 102-114.

16. Бланк М.А., Рябых Т.П. Хроноонкология//Там же.- С. 329-356.

17. Смирнов К.М. Напряженность труда//Усп. физиол. наук.- 1984.- Т.15, №1.- С. 76-99.

18. Ашофф Ю., Вивер Р. Циркадианная система человека//Биологические ритмы. В 2-х т. Т.1. Пер. с англ.- М.: Мир, 1984.- С. 362-388.

19. Колькюхунь П. Ритмы работоспособности//Там же.- С. 389-408.

8-hours and 12-hour shifts. The parameters of circadian rhythms, such as acrophase (maximum and minimum), amplitude, mezor were determined. The largest number of normal circadian curves were found in heart rate, indicating the relative stability of circadian rhythms to the effect of working process factors. The normal circadian rhythms of H, A, SBP and DBP were observed in single cases. The shift of circadian rhythms meanings of H, A, M, SAP and DAP beyond the limits of their norm at the beginning of daily and night shifts was established. Factors that manifested their desynchronizing effect on circadian rhythms were as follows: neuro-emotional strain, mobilization of the body and significant volitional efforts specific for beginning of the work.

Key words: operator, atomic station, 8- and 12-hours work shifts, parameters of circadian rhythms

Поступила: 10.04.2006

Контактное лицо: Ластовченко В.Б., к.м.н., старший научный сотрудник лаборатории физиологии умственного труда Института медицины труда АМН Украины, ул. Саксаганского, 75, Киев 01033, Украина, тел. (044) 289-00-96