

ВНУТРИСУТОЧНЫЙ РИТМ КОРРЕЛЯТОВ ПСИХИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ*

И.М. Дашков, Н.А. Курганский

Исследована циклическая изменчивость показателей (коррелятов) психического состояния. На основе обобщения экспериментальных данных получено циркадианное (внутрисуточное) распределение для каждого из многочисленных разноуровневых параметров. Все исследованные функции и их параметры имеют очевидную внутрисуточную динамику, характер проявлений которой имеет заметную гетеросинхронность.

Ключевые слова: хронопсихология, психическое состояние, циркадианные ритмы, комплексный подход.

Среди различных эндогенных и экзогенных процессов, оказывающих влияние на состояние человека, достаточно значимыми являются процессы с выраженной циклическостью. Поэтому изучение циклической динамики физиологических, психофизиологических и собственно психологических функций может рассматриваться как одна из важных научных задач, имеющих непосредственное практическое приложение, в частности, для оптимизации трудовой деятельности и объективизации ее результатов, а также для жизнедеятельности человека в целом.

Неслучайно проблеме циклической, прежде всего, циркадианной (внутрисуточной), функциональной активности человека в последние десятилетия посвящено значительное количество работ. Однако в подавляющем большинстве этих работ отмечается акцент на биологическом (физиологическом, биохимическом) аспекте проблемы, в то время как циркадианные ритмы психологических функций и связанные с ними характеристики (фактически – корреляты психического состояния) исследованы значительно меньше. Ограниченное число работ, ориентированных на рассмотрение психологического аспекта проблемы, либо носят, как правило, описательный (теоретический, методологический, компилятивный) характер [5, 11], либо нацелены на исследование одного параметра или их локальной группы с далеко не полным почасовым охватом суточного цикла [4, 6, 7, 9, 13].

При этом авторы настоящей статьи ни в коей мере не умаляют значение вышеупомя-

нутых публикаций, в которых содержится много ценной информации, как, впрочем, и в ряде других работ прикладного характера, увязывающих особенности суточной ритмики конкретных психологических показателей с успешностью профессиональной или спортивной деятельности [8, 10, 12]. Не претендуя на далеко идущие теоретические обобщения и опираясь исключительно на собственные экспериментальные данные, авторы статьи предприняли попытку комплексного представления эмпирической стороны проблемы циркадианной активности человека.

Практическое рассмотрение данной проблемы стало возможным благодаря накоплению полученного нами в более ранних исследованиях эмпирического материала по диагностике функциональных состояний операторов различных специальностей 10 экспериментальных сериях. Эксперименты проводились в различное время суток с использованием одного и того же набора методик для диагностики различных характеристик (физиологических, психофизиологических, регуляторных, когнитивных, самооценочных) состояний.

Набранный на протяжении последних лет материал, дополненный результатами двух специально спланированных (уточняющих) экспериментальных серий, позволил сформировать исходную базу данных в объеме более 900 замеров у более чем 100 испытуемых по каждому из 23 показателей – коррелятов психического (функционального) состояния. В дальнейшем база экспериментальных данных

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ (грант № 09-06-00144а).

было сокращена с целью повышения равномерности почасового распределения. По этой же причине был ограничен возрастной диапазон выборки испытуемых и исключен гендерный аспект ее формирования. Таким образом, в статье представлены результаты обработки материалов экспериментального исследования 87 испытуемых мужского пола в возрасте от 18 до 27 лет, находившихся в момент обследования в привычной средовой обстановке и в состоянии бодрствования. Общее число замеров по каждому показателю в итоге составило 672. При этом все эксперименты по одному испытуемому (общей численностью от 4 до 12, в среднем – 8) приходятся на разные часы суток. Частоты их почасового распределения результатов замеров для всей совокупности испытуемых колеблются от 22 (для замеров в 4, 5, 7 и 22 часа) до 44 (для 16 часов). Можно утверждать, что схема получения экспериментальных данных в определенной мере сочетает в себе достоинства и недостатки как метода лонгитюдного исследования, так и метода поперечных срезов. Все замеры по полному набору методик проводились в каждом эксперименте в строго заданной последовательности в течение 15–20 минут. Из общего массива отобранных экспериментов примерно 60 % оказались в диапазоне «зимнего» времени и соответственно около 40 % – «летнего» (т. е. со сдвигом вперед на 1 или 2 часа относительно поясного времени). При этом все эксперименты отстояли от моментов временных «переходов» не менее чем на две недели.

Использованные в исследовании методики и изучаемые с их помощью показатели, по нашему мнению, отражают разноуровневые

характеристики (корреляты) психического состояния человека. Описана суточная динамика усредненных величин каждого из этих показателей; для некоторых из них динамика проиллюстрирована графически. При этом предполагается, что относительные значения показателей более важны, чем абсолютные, поскольку последние все же несколько условны, так как могут зависеть не только от характеристик субъекта, но и от особенностей устройства датчиков, параметров стимула и т. д. Заметим, что для лучшей аппроксимации полученных данных было осуществлено выравнивание почасовых средних значений с помощью «скользящей средней», рассчитанной по формуле для пяти точек [3]. Получаемые таким образом взвешенные значения средних (с разными значениями весов для референтной и прилегающих точек) менее подвержены влиянию случайных выбросов замеров значений по некоторым параметрам, особенно для тех часов, где данных меньше.

Электрическое сопротивление кожи замерялось (раздельно) на указательных пальцах левой и правой руки при прохождении постоянного тока напряжением 0,5 в. Почти все приборы и методики, использованные в настоящем исследовании, разработаны или изготовлены техническими службами и научными сотрудниками факультета психологии СПбГУ. Почасовые изменения электрического сопротивления по обеим рукам происходят синхронно (рис. 1), однако по левой руке оно все время выше. На измерение в 4 часа приходятся максимальные значения электрического сопротивления, как для левой (189 кОм), так и для правой (174 кОм) руки. Минимальных значений этот показатель на

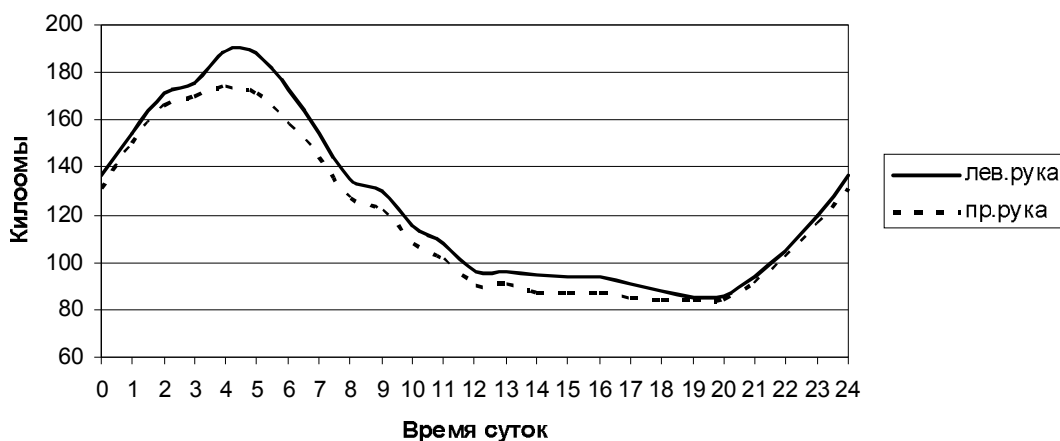


Рис. 1. Обобщенное циркадианное распределение электрического сопротивления кожи

обеих руках достигает в интервале 18–20 часов (85 кОм для левой руки и 84 кОм для правой). При этом динамика изменений электрокожного сопротивления разные периоды суток различна: электрическое сопротивление кожи резко падает в период с 5 до 12 часов, затем очень плавно снижается в течение еще нескольких часов, а в период с 21 часа до 2 часов его значения резко повышаются.

Температура кожи замерялась в левой и правой височных ямках с помощью электротермометра. Суточные кривые показателей температуры кожи обоих висков, за небольшим исключением, практически совпадают и сходны с кривыми значений электрокожного сопротивления, хотя и более пологи. Минимальные значения температуры отмечены в 4 часа (34,00 и 33,91 градуса Цельсия (t °C) для левого и правого висков, соответственно). Максимум она достигает в 20 часов (соответственно 35,26 и 35,18 °C). Различия по лево- и правосторонней температурным кривым заметны только при замерах в интервале от 14 до 16 часов: значения температуры правого виска продолжают расти, в то время как результаты замеров с левого виска заметно уменьшаются.

Частота сердечных сокращений определялась методом мануальной пульсометрии. Установлено, что ее значения опускаются до минимума в период от 2 до 4 часов (61,0 уд./мин), плавно возрастают в период до 6 часов, а затем ее рост становится более быстрым. Отмечаются два разновысоких дневных максимума, после прохождения которых пульс несколько урежается – в 10 и 16 часов (70,4 уд./мин и 72,1 уд./мин). После 21 часа частота сердечных сокращений резко падает.

Артериальное давление замерялось с по-

мощью типового тонометра. Выявлено, что график распределения оценок систолического давления характеризуется наличием двух фаз подъема и спада. В период с 22 часов происходит заметный спад вплоть до 2 часов (ночной минимум – 111,2 мм рт. ст.), затем – постепенный подъем в период до 8 часов (116,7 мм рт. ст.), затем снова спад артериального давления (в 12 часов – 113,3 мм рт. ст. – дневной минимум) и более выраженный подъем вплоть до вечернего максимума в 21 час (122,9 мм рт.ст.). Внутрисуточная динамика диастолического давления довольно существенно отличается от таковой при измерении систолического давления и носит более «пилообразный» характер. График изменения характеризуется несколькими подъемами и соответственно несколькими спадами. Максимального значения диастолическое давление достигает в 4 часа (73,8 мм рт. ст.). Кроме того, отмечаются явные его повышения в 13 и 23 часа. До самого низкого уровня оно опускается в 10 часов (67,5 мм рт. ст.). Кроме того, рассчитывались показатели пульсового давления как вычисление разности между систолическим и диастолическим давлением. Установлено, что этот показатель достигает своего максимума при замере в 21 час (52,3 мм рт. ст.), в то время как минимум приходится на измерение в 3 часа (39,0 мм рт. ст.).

Критическая частота слияния мельканий (КЧСМ) определялась отдельно для левого и правого глаза. Сигнал-стимул генерировался в виде прямоугольных импульсов со скважностью 1:1 и подавался через светодиод оранжевого цвета. График внутрисуточных колебаний КЧСМ для обоих глаз (рис. 2) оказался практически синхронным, при стабильно более высоких значениях для правого глаза.

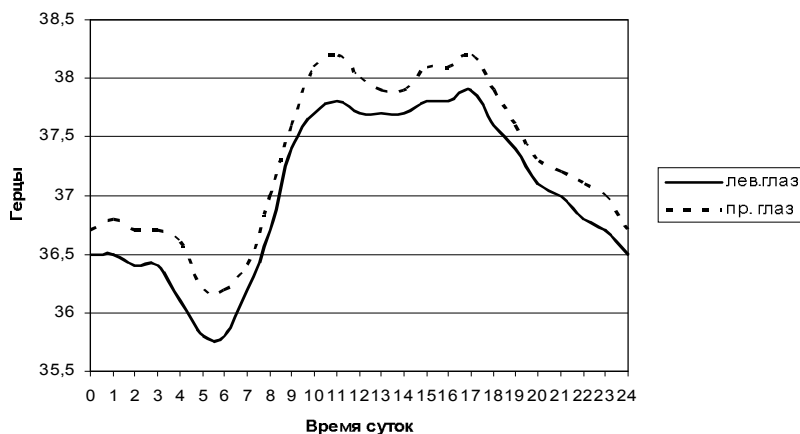


Рис. 2. Обобщенное циркадианное распределение критической частоты слияния мельканий

Значения критической частоты слияния мельканий имеют два не очень выраженных пика: при замерах в 11 и 17 часов (в обоих случаях ее значения равны 37,9 Гц для левого глаза и 38,2 Гц – для правого). Минимального значения этот показатель достигает в 5 и в 6 часов (до 35,8 Гц для левого глаза и до 36,2 Гц – для правого). Исследование динамики критической частоты мельканий позволяет также выделить короткую фазу резкого подъема (период с 6 до 10 часов) и продолжительную фазу плавного снижения (с 17 до 5 часов).

Нижний абсолютный порог чувствительности к электрическому току измерялся раздельно на пальцах левой и правой руки. В качестве стимула использовался постоянный прерывистый ток с прямоугольными импульсами частотой 50 Гц и скважностью 1:1. Оценка чувствительности производилась по амплитуде. Выявлено, что внутрисуточная динамика показателей электрокожного порога чувствительности весьма выражена и достаточно синхронна для обеих рук (при постоянно более высокой левосторонней чувствительности). Согласно экспериментальным данным, самая низкая электрокожная чувствительность наблюдается в 5 часов (25,1 v для левой руки и 26,0 v для правой). Что касается периодов высокой чувствительности, то для левой руки их выявлено два: в 14–15 часов (значения порога 17,8 v) и в 19 часов (17,5 v); для правой руки такой период был только один: в 14–15 часов (порог чувствительности в 18,3 v). Наиболее заметное падение чувствительности к электрическому току как левосторонней, так и правосторонней, происходит в период между 21 и 23 часами, в то время как самый быстрый рост чувствительности (т. е. снижение порогов) имеет место во временной интервал между 7 и 9 часами.

В теппинг-тесте испытуемому предлагалось нажимать на кнопку в максимально возможном темпе в течение 10 секунд поочередно указательными пальцами левой и правой руки. Средний темп нажатий правой рукой оказался значительно выше, чем левой, что объясняется преобладанием среди испытуемых правшей. При этом явный максимум измерений праворучного теппинг-теста приходится на 13 часов (71,0 наж./10 с), а соответствующий минимум – на 3 часа (64,8 наж./10 с). Значения теппинг-теста для левой руки имеют три разновысоких максимума: в 8, 13 и 19 часов (соответственно 63,6, 64,5 и 64,5 наж./10 с) и один минимум, приходя-

щий на 3 часа (60,2 наж./10 с). В целом изменения максимального темпа нажатий в течение суток для правой руки происходят более равномерно, чем для левой.

При определении реакции на движущийся объект испытуемому предлагалось как можно точнее остановить вращающуюся стрелку после совершения ею на циферблате одного секундного оборота путем нажатия на кнопку устройства. Измерялась точность реакции (как среднее отклонение в реакциях от заданной точки), а также отношение числа упреждающих реакций к запаздывающим. В течение суток заметны три слабо выраженных «волны» более высокой точности реакций на движущийся объект: в 7, 12 и 22 часа (соответствующие средние отклонения: 0,031, 0,030 и 0,030 с). Наименьшая точность в реакциях приходится на измерения в 1, 5 и 16 часов (в среднем 0,033, 0,034 и 0,034 с соответственно). Значения второго из учитываемых показателей – отношение упреждающих и запаздывающих реакций – варьирует также не очень значительно. В основном преобладают запаздывающие реакции, и только в 23 часа наступает некоторое равновесие (отношение равно 1,00). Более всего запаздывающие реакции доминируют в 3 и 12 часов (характеристики отношения равны 0,77 и 0,75 соответственно).

В процедуре воспроизведения временных интервалов предъявлялся для запоминания незаполненный интервал длительностью 6,4 с, ограниченный световыми вспышками. Воспроизведение продолжительности временного интервала осуществлялось испытуемым с помощью двукратных коротких нажатий на кнопку. Оценивалась точность воспроизведения (среднее отклонение от эталонного интервала), а также среднее абсолютное время воспроизведения (среднеарифметическое значений замеров при нескольких попытках). Для обоих показателей внутрисуточная динамика оказалась умеренно выраженной; впрочем, определенные тенденции прослеживаются довольно четко. Так, самая низкая точность отмечается при исследовании в период с 4 до 9 часов, с абсолютным минимумом в 7 часов (среднее отклонение 0,80 с). Самая высокая точность достигается как в дневное время (при замерах в интервале от 12 до 17 часов), так и в ночное (при исследовании в интервале от 21 до 2 часов) с наилучшими результатами в 12 часов – 0,62 с. Циркадианное распределение

абсолютного времени воспроизведения близко к вышеописанному, но с несколько более высокой амплитудой. Как следует из полученных данных, испытуемые склонны в среднем преувеличивать предъявляемый им временной интервал. Наиболее явно это проявляется в период с 2 до 9 часов (максимум приходится на 4 часа – 6,70 с). В дневные часы, однако, они проявляют тенденцию воспринимать этот интервал как более короткий (с 13 до 17 часов, минимум в 15 часов – 6,33 с).

Методика «Поиск чисел» (модификация таблиц Шульте) предназначена для оценки уровня произвольного внимания на основе оценки таких его характеристик, как объем, переключение и, возможно, распределение [1]. Фиксируется один показатель – время нахождения испытуемым всех чисел в определенной последовательности. Хотя внутрисуточная динамика показателей по этой методике выражена не очень сильно (рис. 3), все же весьма отчетливо выделяются две фазы высокого уровня внимания, характеризующегося

низкими значениями затраченного времени: в 10 и 14–17 часов (минимальное время поиска приходится на 16 часов – 58,5 с). Три фазы более высоких значений регистрируемого показателя (снижение уровня внимания) характеризуются пиками графика при замерах в 1, в 5 и 21 час (максимум в 5 часов – 66,5 с).

В настоящей работе использовалась четырехфакторная модель, построенная на основе факторизации значительного массива самооценочных данных «Методики оценки психического состояния» [2]. Заметим, что в каждой из шкал-факторов более высокий балл (диапазон оценок от 3 до 21 балла) говорит об условно худшем состоянии, фактически – о снижении психической активации, ослаблении интереса к происходящему, падении эмоционального тонуса, росте субъективного напряжения (графики внутрисуточной динамики по четырем самооценочным шкалам представлены на рис. 4).

По первому фактору («психическая активация») циркадианная динамика выражена очень отчетливо и по форме напоминает си-

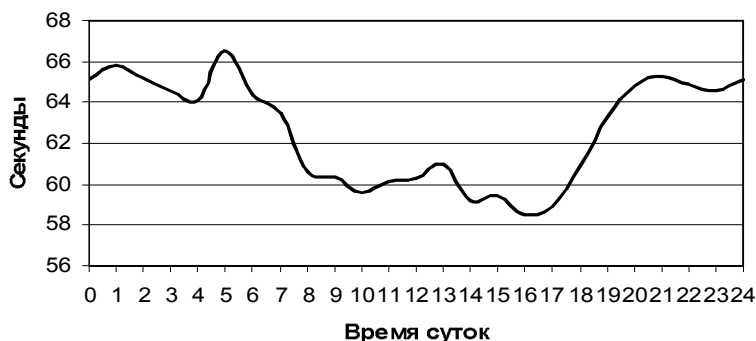


Рис. 3. Обобщенное циркадианное распределение времени выполнения методики «Поиск чисел»

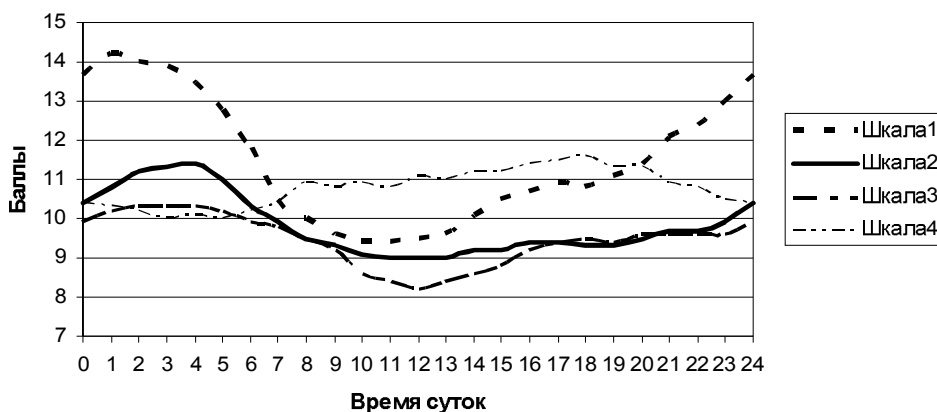


Рис. 4. Обобщенное циркадианное распределение набранных баллов по шкалам «Методики оценки психического состояния»

нусоиду с очень небольшим плато высокой активации (по самооценочным данным) в период с 10 до 12 часов (9,4–9,5 балла). Отчетливо выделяется фаза роста активации (с 1 до 9 часов) и фаза снижения активации (с 13 до 0 часов); минимум самооценочной активации приходится на 1 час (14,2 балла). Форма графика суточного цикла этой функции по форме и амплитуде сходна с подобной у электрокожного сопротивления и порога электрокожного ощущения (последние, как известно, являются индикаторами-коррелятами вегетативной и корковой активации). Однако фазы самооценочной активации по отношению к психофизиологическим сдвинуты на несколько часов влево (на более ранний временной период).

По второму фактору («интерес») внутрисуточная динамика выражена не так явно, прежде всего, за счет существенно меньшей амплитуды. Выделяется продолжительное дневное плато (в период с 9 до 19 часов) более высокого интереса (9,0–9,3 балла) и сравнительно короткая волна снижения этой функции (с 2 до 4 часов; 11,2–11,4 балла). Переходы между этими двумя фазами достаточно плавные.

Кривая внутрисуточных изменений по третьему фактору («эмоциональный тонус») близка по форме и амплитуде к таковой у второго фактора. Однако дневное плато здесь практически отсутствует. Наиболее высокий эмоциональный тонус (8,2–8,4 балла) отмечается в период с 11 до 13 часов, а самый низкий (10,2–10,3 балла) с 1 до 5 часов (ночное плато).

Циркадианная динамика показателей по четвертому фактору («напряжение») носит более «пилообразный» характер. Условно можно выделить фазу очень плавного возрастания напряжения в период с 6 до 18 часов (максимум в 18 часов – 11,6 балла) и фазу чуть более заметного ослабления напряжения в период с 18 до 2 часов (и далее ночное плато до 6 часов – 10,0–10,2 балла).

В заключение следует отметить, что для всех без исключения изученных функций очевидно наличие внутрисуточной динамики, однако характер ее проявлений у различных функций значительно отличается. Как правило, чем большее физиологическое основание имеет функция, тем более выраженной и однозначной является ее циркадианная динамика. При этом имеется определенная асинхронность в распределении фаз подъемов и спадов у различных функций. Вероятно, это рассо-

гласование синхронности, или гетеросинхронность интерфункциональных отношений, придает большую стабильность организму и психике, определяя, в частности, более плавный спад и подъем общей активации внутри суточного цикла. В дальнейшем возможно добиться унификации по амплитуде масштабных соотношений суточной динамики различных показателей, но для этого требуется объемная математико-статистическая работа. В целом знание закономерностей «естественной» динамики психофизиологических и психологических параметров состояния человека может способствовать предсказанию работоспособности и ее оптимизации в различных сферах деятельности.

Литература

1. Курганский, Н.А. *Практическая диагностика состояния внимания* / Н.А. Курганский // *Ананьевские чтения – 2007: материалы науч.-практ. конф. – СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 2007. – С. 608–610.*
2. Курганский, Н.А. *Оценка психической активации, интереса, эмоционального тонуса, напряжения и комфортности* / Н.А. Курганский, Т.А. Немчин // *Практикум по экспериментальной и прикладной психологии: учеб. пособие. – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1990. – С. 44–50.*
3. Плохинский, Н.А. *Биометрия* / Н.А. Плохинский. – 2-е изд. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 367 с.
4. Попова, А.П. *Суточные колебания психофизиологических показателей зрительного восприятия и психофармакологического эффекта у человека* / А.П. Попова // *Современные аспекты хронофизиологии и хронофармакологии. – Ставрополь: СтГМА, 2004. – С. 159–176.*
5. Adan, A. *Circadian variations in psychological measures: a new classification* / A. Adan // *Chronobiologia. – 1993. – V. 20 (3–4). – P. 145–161.*
6. Adan, A. *Circadian variations of self-reported activation: A multidimensional approach* / A. Adan, J. Guardia // *Chronobiologia. – 1993. – V. 20 (3–4). – P. 233–244.*
7. Barton, K. *Changes in psychological state measures and time of day* / K. Barton, R.B. Cattell // *Psychological Reports. – 1974. – V. 35. – P. 219–232.*
8. Cariou, M. *Differential 24-hour variation of alertness and subjective tension in process controllers: investigation of the relationship with*

body temperature and heart rate / M. Cariou, E. Galy, C. Melan // *Chronobiology International*. – 2008. – V. 25 (4). – P. 597–609.

9. *Circadian and homeostatic variation in sustained attention* / P. Valdez, C. Ramirez, A. Garcia et al. // *Chronobiology International*. – 2010. – V. 27 (2). – P. 393–416.

10. *Diurnal variation in temperature, mental and physical performance, and tasks specifically related to football (soccer)* / T. Reilly, G. Atkinson, B. Edwards et al. // *Chronobiology International*. – 2007. – V. 24 (3). – P. 507–519.

11. Finger, F.W. *Circadian rhythm: implica-*

tions for psychology / F.W. Finger // *New Zealand Psychologist*. – 1982. – V. 11 (1). – P. 1–12.

12. Hobbs, A. *A circadian rhythm in skill-based errors in aviation maintenance* / A. Hobbs, A. Williamson, Van Dongen H.P.A. // *Chronobiology International*. – 2010. – V. 27 (6). – P. 1304–1316.

13. Jankowski, K.S. *Diurnal variation in energetic arousal, tense arousal, and hedonic one in extreme morning and evening types* / K.S. Jankowski, W. Ciarkowska // *Chronobiology International*. – 2008. – V. 25(4). – P. 577–595.

Поступила в редакцию 14 ноября 2011 г.

Курганский Никита Анатольевич. Кандидат психологических наук, старший научный сотрудник факультета психологии, Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург.

Nikita A. Kurgansky. Candidate of Psychological Science, Senior Researcher, Department of Psychology, St. Petersburg State University.

Дашков Игорь Михайлович. Кандидат психологических наук, старший научный сотрудник факультета психологии, Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург.

Igor M. Dashkov. Candidate of Psychological Science, Senior Researcher, Department of Psychology, St. Petersburg State University.