

HUMAN SLEEP-WAKING CYCLE AND BIORHYTHMS WITH THE DIFFERENT REGIMENS OF NATURAL LIGHT-DARK ALTERNATION

Severtsov Institute of Ecology and Evolution, and Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Sciences, Moscow

Annotation. The problem of chronic sleep deficit inherent to modern city population, which is one of the most important reasons of health disorders as well as various accidents in both transport and industry, is regarded in the review. The mechanism of a “biological clock” is briefly described. The data of the effects of the different regimens of time calculi upon circadian rhythmicity are given. The present regimen and time zone borders are regarded as extremely unfortunate. It is suggested that the fast turn back to the classical system of time zones and correspondent “Sun” time is the interest of the major part of population, especially children.

Key words: wakefulness, sleep, biorhythms, biological clock, human circadian system, time zones, time calculus, social health.

Ковальзон В.М., Дорохов В.Б.

ЦИКЛ БОДРСТВОВАНИЕ-СОН И БИОРИТМЫ ЧЕЛОВЕКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ЧЕРЕДОВАНИЯ СВЕТЛОГО И ТЕМНОГО ПЕРИОДА СУТОК

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова и
Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии, Российская академия наук,
Москва*

Аннотация. В обзоре рассматривается проблема хронического недосыпания, присущего современному городскому населению и являющаяся одной из важнейших причин как нарушений здоровья населения, так и различных транспортных и промышленных аварий. Кратко описывается механизм работы «биологических часов» человека. Приводятся данные о воздействии на циркадианную ритмику различных режимов исчисления времени. Введенные ныне режим и границы часовых поясов на территории нашей страны рассматриваются как крайне неудачные. Сделан вывод о том, что необходимо в интересах большинства населения, особенно детей, как можно скорее вернуться к «классической» системе часовых поясов и поясному солнечному времени.

Ключевые слова: бодрствование, сон, биоритмы, «биологические часы», циркадианная система человека, часовые пояса, исчисление времени, общественное здравоохранение

Хроническое недосыпание и вызванная им избыточная дневная сонливость — бич современной цивилизации. Сокращение нормальной продолжительности сна, распределенной по физиологически оптимальному периоду суточного цикла, вызывает

хроническое недосыпание, способствует хронической усталости, возникновению болезней, наступлению преждевременной инвалидности и преждевременной смертности. Специальная общественная комиссия США «Сон, катастрофы и социальная политика»

еще в 1988 пришла к выводу, что быт и характер производственной деятельности человека в условиях научно-технической революции (управление автомобилем, «общение» с компьютером и т. д.) диктуют необходимость постоянного поддержания бодрости и высокого уровня alertности (готовности к действию) большую часть времени суток. Необходимой предпосылкой этому является строгое соблюдение жестких требований гигиены сна. В то же время образ жизни современного человека плохо согласуется с этими требованиями (залитые электрическим светом ночные города — так называемый «эффект Эдисона», постоянный шум, поздние передачи по телевидению и пр.). В результате, как осознано в настоящее время мировой медицинской и научной общественностью, возникают такие явления, как сонливость и утомление, вызванные, в том числе, и хроническим недосыпанием. Это чревато весьма серьезными последствиями в производственной сфере, на транспорте и т.п., и даже может быть одной из важнейших причин (скрывающихся за неопределенным термином "человеческий фактор") целого ряда инцидентов и катастроф. В числе последних западные источники называют аварии на атомных электростанциях Тримайл Айленд в США и в Чернобыле, гибель «Челленджера» и пр. Таковы *социальные* последствия недосыпания — ночью и избыточной сонливости — днем [10, 11, 42].

С *медицинской* же и хронобиологической сторон показано, что хронически некачественный и/или недостаточный сон усиливает дневную сонливость и постепенно приводит к обширному спектру изменений всех нервных и нейроэндокринных функций, включая повышенный уровень гормонов стресса, когнитивные и обменные нарушения, снижение иммунитета, повышение риска онкологических и сердечнососудистых заболеваний. А наиболее частые причины нарушений суточного и сонного ритмов и их дальнейшей дестабилизации — это избыточная световая стимуляция и поведенческая активность в ночное время. При этом

происходят нарушения в работе «биологических часов» организма [10, 11, 13, 14, 22, 33, 46, 52].

Биологические часы — это внутриклеточный универсальный автономный молекулярный механизм, работающий в клетках самых разных организмов — от древнейших бактерий до растений, беспозвоночных и позвоночных животных, включая человека. Основная роль этого «генератора тактовых импульсов» — поддерживать собственный ритм молекулярно-биохимических реакций, близкий к 24 часам, и управлять ритмической реализацией (экспрессией) генов различных клеток организма, вовлеченных в физиологические, обменные и поведенческие процессы. Биологические часы обладают тремя главными свойствами: (1) способностью к автономному «ходу» в отсутствие внешних циркадианных (близких к суточному периоду) воздействий (подобно нашим обычным часам); (2) способностью к синхронизации, переустановке в соответствии с местным солнечным временем (как мы это делаем с обычными часами, переводя стрелки, когда пересекаем часовые пояса); (3) способностью к температурной компенсации (т.е., не «убегать» и не «отставать» при изменении окружающей температуры; такое устройство также имеется в обычных часах) [10, 11, 13, 14, 22, 27, 38, 41, 44].

Главная часть биологических часов — центральный осциллятор — расположена «на дне» головного мозга, у самого его основания, в так называемых супрахиазмальных ядрах переднего гипоталамуса (СХЯ). Билатерально симметричные СХЯ лежат над зрительным перекрестом (хиазмой) с каждой стороны III желудочка головного мозга и содержат у человека всего около 20 тысяч нервных клеток. Подчиненные ей вторичные осцилляторы, местные биологические часы, разбросаны по большей части органов и тканей. Для ритмической активности СХЯ не нужна нейронная сеть: каждый нейрон СХЯ является самостоятельным генетически запрограммированным осциллятором, периодичность «хода» которого определяется ско-

ростью определенных биохимических реакций в клетке. К концу минувшего века была полностью раскрыта внутриклеточная петля обратной связи, лежащая в основе механизма «молекулярных часов» СХЯ. Сущность этой молекулярной машины заключается в синтезе белков, которые с определенной периодичностью подавляют собственный синтез, распадаются и вновь синтезируются [10, 11, 13, 22, 38].

Обычно цикл этих реакций «не укладывается» точно в 24 часа; так, у большинства людей он составляет примерно 25 часов и требует, таким образом, ежедневной «подгонки» (подобной той, которую мы делаем в «отстающих» часах, механически переводя стрелки), которая в нашем организме осуществляется с помощью света. Свет возбуждает особую группу светочувствительных ганглиозных клеток сетчатки, открытых в 1991 году (не путать с классическими фоторецепторами сетчатки – палочками и колбочками, обеспечивающими процесс зрения!), содержащих специальный фотопигмент меланопсин. Длинные отростки этих клеток образуют особый нервный тракт, идущий от сетчатки до зрительного перекреста в составе зрительного нерва и оканчивающийся на СХЯ. Ганглиозные клетки сетчатки возбуждают несколько внутриклеточных активирующих молекулярных каскадов в нейронах СХЯ. Вызванная светом активация синтеза соответствующих белков приводит к длительному подавлению активности часовых генов. Именно таким образом и создается «подгонка», приурочивание молекулярных часов организма к местному световому циклу. Специальные исследования показали, что обычный электрический свет из-за его спектрального состава малоэффективен в этом отношении [10, 13, 14, 22, 27, 39, 41, 44, 45, 52].

Другая важнейшая часть биологических часов – это «гормон тьмы» мелатонин, вырабатываемый эпифизом, верхним придатком головного мозга. У млекопитающих, включая человека, выброс мелатонина эпифизом находится полностью под контролем СХЯ. Предъявление яркого света мгновенно

блокирует его синтез, в то время как при пребывании в постоянной темноте циркадианный (суточный) ритм выброса мелатонина сохраняется, поддерживаемый периодической активностью СХЯ. СХЯ и эпифиз млекопитающих – две половины главных "биологических часов" в нашем организме, находящиеся между собой в реципрокных (противодействующих) взаимоотношениях. Световая стимуляция возбуждает нейроны СХЯ и тормозит эпифиз, а мелатонин эпифиза тормозит разряды нервных клеток в СХЯ. Таким образом осуществляется динамический гомеостаз в системе регуляции внутрисуточной ритмики. В настоящее время роль, по крайней мере, косвенная, мелатонина эпифиза в таких явлениях, как внутрисуточная и сезонная ритмика, сон-бодрствование, репродуктивное поведение, терморегуляция, иммунные реакции, внутриклеточные антиокислительные процессы, старение организма, опухолевый рост и психиатрические заболевания – представляется несомненной [6, 9, 10, 11, 13, 14, 22, 33, 52].

У диурнальных (дневных) млекопитающих, к которым относится человек, выброс мелатонина эпифизом совпадает с привычными часами сна. Это делает весьма соблазнительной гипотезу о наличии и причинно-следственной связи между этими двумя явлениями. Однако у человека подъем уровня мелатонина не является императивным, обязательным сигналом к началу сна – он вызывает лишь мягкий седативный эффект, способствуя некоторому общему расслаблению, снижению реактивности на обычные окружающие стимулы. Это приводит к наступлению спокойного бодрствования и плавному засыпанию. Если субъект мотивирован, он может легко преодолеть "снотворные" свойства мелатонина. Исходя из корреляции между субъективно ощущаемым и объективно подтвержденным ежевечерним нарастанием сонливости, с одной стороны, и началом роста уровня мелатонина в крови, с другой, предполагается, что роль мелатонина состоит скорее в создании "предрасположенности ко сну", в торможении мозговых механизмов бодрствования, чем в прямом

воздействию на механизмы сна. Десинхронизация между выбросом мелатонина эпифизом и периодом сна у человека может возникнуть в результате изменения светового режима (при трансмеридиональных перелетах, сменной работе и т.д.) в результате чего сон нарушается и количественно, и качественно [5, 6, 10, 11, 13, 14, 19, 20, 28].

Как уже отмечалось выше, циркадианный осциллятор биологических часов может отмерять время только приблизительно, он нуждается в ежедневной фазовой подгонке для синхронизации с геофизическим (астрономическим) временем. Многие проблемы со сном связаны с невозможностью правильно «выставить» циркадианные часы в соответствии с суточным чередованием дня и ночи. Более того, нарушения сна, связанные с трансмеридиональными перелетами (jet lag) или сменной работой, также связаны с синхронизацией циркадных часов организма. Ненормальность циркадного поведения может вызывать синдром FASPS (Familial Advanced Sleep Phase Syndrome). Людей, демонстрирующих такой синдром, называют «очень ранними жаворонками» - продолжительность их сна нормальна, но ложатся они спать уже в полвосьмого вечера, а просыпаются - в полпятого утра! Синдром FASPS вызывается мутацией в области одного из часовых генов. При нарушении работы биологических часов разобщаются связи либо между местными осцилляторами в разных тканях, либо между центральным осциллятором - супрахиазмальным ядром (СХЯ) гипоталамуса - и остальным организмом. Эти нарушения лежат в основе дальнейших разрушений нейроэндокринных и поведенческих ритмов, которые проявляются и у здоровых людей, но особенно характерны для больных психиатрическими и неврологическими заболеваниями [3-6, 16-18].

Таким образом, пробуждение после восхода Солнца является необходимым физиологическим элементом хорошего самочувствия человека в течение дня и нормального функционирования всех систем организма. Насильственное же

пробуждение до восхода Солнца из-за опережения естественного хода времени вызывает прерывание физиологически нормального сна, разрушает нервную и иммунную системы организма и оказывает негативное влияние в перспективном плане на здоровье человека [5, 8, 11].

В этих условиях социальная политика государства, с точки зрения хрономедицины, должна быть направлена отнюдь не на «более эффективное использование светлого времени суток» (как об этом постоянно твердят «эксперты» Минпромторга). Она должна быть направлена в первую очередь на устранение или, по крайней мере (в тех случаях, где это не представляется возможным), минимизацию всех тех внешних факторов, которые нарушают ночной покой и сон населения и способствуют усилению дневной сонливости и утомления. К числу таких факторов относятся всякого рода искусственные режимы отдыха и сна в соотношении с астрономическим поясным солнечным временем: как режимы с постоянным его опережением, так и с ежевесенним введением так называемого «летнего» времени [1, 11-13].

Первая идея весеннего перевода стрелок часов на 1 час вперед (на «летнее» время) возникла еще в XVIII веке у Бенджамина Франклина с целью экономии свечей для освещения; этот законопроект был тогда заблокирован производителями свечей. Первой страной, которая использовала идею перевода времени с целью экономии угля во время I Мировой войны (с 30 апреля 1916 г.) стала Германия. В России соответствующий декрет Временного правительства был впервые введен в 1917 году, а в последующем в России и СССР перевод на «летнее» время многократно вводился и снова отменялся вплоть до 1930 г., когда было введено так называемое «декретное» время, круглогодично опережающее поясное время на 1 час. При таком режиме исчисления времени, разумеется, никакой экономии энергии не достигается, но, как полагали его

авторы, происходит некоторое сезонное «выравнивание», «сглаживание», более равномерное ее потребление летом и зимой. О том, что при этом трудящимся приходится вставать затемно, по крайней мере, в декабре и январе – никто в то время не задумывался, а хронобиологические закономерности не были еще известны. Однако население Советского Союза привыкло к этому режиму и приспособилось к нему. В результате он благополучно просуществовал более полувека – до 1981 г., когда, при Председателе Совета Министров СССР Н.А.Тихонове, неожиданно «вспомнили» об экономии электроэнергии и вновь ввели сезонный переход на «летнее» время, не отменив при этом «декретного» [1, 7, 8, 11-13].

Надо сказать, что к тому времени в связи с научно-технической революцией структура бытового потребления электроэнергии претерпела грандиозные перемены, и доля электрических лампочек, бывших в начале XX века главным потребителем электричества в быту, снизилась в несколько раз. Основным потребителем электроэнергии в быту в 80-е годы минувшего века являлись (и в еще гораздо большей степени являются в наши дни) бесчисленные бытовые электроприборы, эксплуатация которых, наоборот, привязана в большей степени к светлоте суток. Проведенные недавно в США специальные исследования показали, что переход на «летнее» время в одних штатах не приводит к заметному изменению потребления электроэнергии, в других вызывает повышение ее потребления и нигде не возникает ее экономии. В этой связи неоднократные заявления экспертов Минпромторга о некоторой (хоть и весьма скромной) экономии электроэнергии при таком режиме исчисления времени – представляются малоубедительными [1, 11-13, 31, 32].

Медико-биологические же последствия небольших сдвигов биоритмов человека, возникающих при трансмеридиональных перелетах на 1-2 часовых пояса или при

переходе на «летнее» время и возвращении к «зимнему», изучены недостаточно из-за значительных колебаний, вызываемых социальными и индивидуальными причинами, «маскирующих» эти сдвиги. Тем не менее, в последние годы получены убедительные данные о негативных последствиях именно всеннего перехода на летнее время (англ. *daylight saving time, DST*) на здоровье и самочувствие значительной части населения, сохраняющихся на протяжении, по крайней мере, нескольких дней. Так, мексиканские авторы в своем обзоре отмечали, что значительный процент населения (до 40%) испытывает трудности при засыпании и пробуждении после перехода к летнему времени, которые сохраняются на протяжении периода, длящегося (у разных людей) от нескольких дней до недель. Финские исследователи в 2000-х годах показали, что даже у здоровых испытуемых переход на летнее время нарушает цикл бодрствования-сна; особенно заметно оно у «короткоспящих» и «сов»: происходит сокращение длительности сна и ухудшение его качества. Немецкие ученые также подтвердили, что тонкая сезонная адаптация к изменению светового дня, присущая человеку, нарушается при переходе к летнему времени, что особенно заметно у «сов». У школьников в первые дни после перехода к летнему времени усиливается дневная сонливость, также особенно выраженная у «сов». Утренний пик случаев возникновения инсульта смещается при переходе к летнему времени. Широкий резонанс получили статистические данные шведских авторов о значительном повышении риска инфаркта миокарда в первую неделю после перехода к летнему времени [11, 15, 21, 23-26, 29, 30, 34-37, 40, 43, 47-51].

Таким образом, населению СССР, а затем РФ, был предложен крайне неудачный режим исчисления времени, сочетавший два недостатка. Первый – это опережение поясного солнечного времени на 1 час в зимний период (из-за чего большинству населения приходилось вставать затемно, по крайней мере, в декабре-январе). Второй – это необходимость резкого (на 1 час)

смещения весной суточного ритма активности-покоя «навстречу» перемещению солнечных лучей по поверхности Земли. Последний фактор у многих людей (хотя и не у всех) может отрицательно сказываться на здоровье и самочувствии, пока не наступает адаптация [10].

Наконец, Президент Российской Федерации Д.А.Медведев признал, в отличие от многолетних бездоказательных утверждений некоторых членов Правительства РФ, что весенние и осенние переводы стрелок часов на час вперед и на час назад вредны для здоровья людей и экономики страны. Однако в своем решении от 8 февраля 2011 г. Президент РФ оставил в действии «круглогодичный декретный час», а летний сдвиг стрелок часов еще на час вперед относительно «декретного часа» - сделал круглогодичным. Таким образом, население России стало жить, постоянно опережая поясное солнечное время на 2 часа. Такой режим исчисления времени никогда не применялся ни в одной стране мира! Причины столь странного решения никогда не были внятно объяснены. При круглогодичном двухчасовом опережении природного ритма смены дня и ночи большинство трудящихся и учащихся, проживающих в средней полосе, вынуждено вставать затемно уже не только в декабре-январе, как при «декретном» режиме исчисления времени, а с ноября по февраль! Это приводит к заметному увеличению расхода электроэнергии, в чем может убедиться каждый, проверив показания собственного электросчетчика и сравнив его с аналогичными записями в годы, предшествовавшие введению нового режима. Применение этого «медведевского», как его называют в народе, режима исчисления времени в ходе двух последовательных зим по своему негативному эффекту на здоровье и самочувствие население превзошло все самые худшие опасения хронобиологов и сомнологов! Из-за усиления хронического недосыпания введенный Президентом ритм

жизни оказался значительно хуже прежнего, несмотря на то, что при новом режиме не возникает весеннего десинхроноза (т.е., рассогласования между навязанным ритмом жизни и внутренним, диктуемым «биологическими часами организма»). Комитет по здравоохранению Госдумы дважды проводил слушания по этому вопросу, на которых были представлены многочисленные жалобы населения, учителей начальных классов и данные медицинской статистики, свидетельствующие о снижении успеваемости, ухудшении самочувствия и здоровья школьников в осенне-зимний период из-за необходимости вставать затемно. Однако проблема возвращения населения России к поясному солнечному времени остается не решенной [11].

Кроме введения режима круглогодичного исчисления времени, опережающего солнечное на 2 часа, тот же Президентский указ 2011 года предписал объединение часовых поясов России с целью уменьшения их числа, что, по замыслу авторов указа, должно улучшить управляемость нашей огромной страной и пойти на благо ее населению. Эта проблема требует отдельного разбора [12].

В 1884 году на Международной меридианной конференции в Вашингтоне была принята система стандартного поясного времени. Земной шар разделили на 24 часовых пояса равной ширины — 15 градусов долготы. В рамках часового пояса действует единое локальное время. При переходе через границу часового пояса время скачкообразно изменяется на один час. За точку отсчета приняли Гринвичский меридиан, отмеченный как нулевой (UTC0). Солнечное время на Гринвичском меридиане называется всемирным временем. Порядковые номера часовых поясов увеличиваются с запада на восток. Впоследствии для удобства исчисления времени границы часовых поясов стали проводить не строго по меридианам, а по границам территориальных образований. Повсеместное введение поясного времени, необходимого в первую очередь для

организации работы железнодорожного транспорта, завершилось к 1929 году [1, 5, 7, 8, 11-13].

В России систему поясного времени ввели в 1919 году. Первоначально Российская Федерация была поделена на 11 часовых поясов. На территории Европейской части России было два часовых пояса. Москва относилась к UTC+2. С тех пор границы часовых поясов в России много раз менялись, и в настоящее время, в соответствии с Указом 2011 года, наша страна разделена на девять часовых поясов. Население большинства областей Европейской части России живет по московскому времени (прежде - UTC+3). Указ 2011 года фактически сдвинул Европейскую часть России в часовую пояс UTC+4. Размер этого часового пояса на территории России составляет 30 градусов, то есть он в два раза больше стандартной величины. Однако некоторые «специалисты» полагают, что необходимо дальнейшее сокращение количества часовых поясов в нашей стране – например, до четырех. Эти «реформаторы» обосновывают необходимость перемен экономическими, социальными и даже политическими причинами, но при этом не принимают во внимание то, как эти решения влияют на самочувствие и здоровье человека. Современная наука, однако, дает вполне определенный ответ на этот вопрос [1, 5, 7, 8, 11-13].

Так, в 2003 году немецкие исследователи под руководством профессора Тия Рённеберга из Института медицинской психологии Мюнхенского университета Людвиг Максимилиана разработали специальный психологический тест для оценки хронотипа, то есть того, относится ли данный субъект к «жаворонкам», «совам» или промежуточному типу («голубям»). Изучив с помощью этого теста обширные популяции людей в своей стране, немецкие хронобиологи получили несколько неожиданных результатов. Очевидно, что в современном обществе человек, как правило, живет не по Солнцу и в большей степени вынужден адаптироваться к ритмам социальной жизни. Тем не менее, оказалось, что время восхода

Солнца по-прежнему служит главным синхронизирующим сигналом для циркадианной системы человека. Исследователи рассуждали следующим образом. Люди в границах одного часового пояса живут по единому поясному (социальному) времени. Вблизи восточной границы часового пояса стандартного размера солнце восходит на один час раньше, чем вблизи западной его границы. По этой причине в рамках одного часового пояса солнечное и социальное время различаются. Если основным синхронизирующим сигналом для циркадианной системы человека служат социальные ритмы, то распределение хронотипов в границах одного часового пояса будет равномерным. Если же работу циркадианной системы человека регулирует солнечный свет, то вблизи западной границ часового пояса, где Солнце восходит на час позже, чем вблизи восточной, должно быть больше «сов». Так и оказалось: среди населения, проживающего вблизи западной границы второго часового пояса, преобладают «совы», а вблизи восточной — «жаворонки». Восточно-западный градиент фазы ритма сна-бодрствования по данным авторов составил 36 минут. Следовательно, циркадианная система человека и в самом деле управляется Солнцем, а не социальными факторами [34, 46].

Недавно российские ученые, доктор биологических наук М.Ф.Борисенков (Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар) и доктор медицинских наук К.В.Даниленко (НИИ терапии СО РАМН, г. Новосибирск) провели со своими сотрудниками с помощью того же теста аналогичное исследование. Они хотели ответить на два вопроса: (1) что произойдет с циркадианной системой человека при длительном проживании в границах часового пояса, размер которого в два раза больше стандартного; (2) как функционирует циркадианная система у людей, проживающих вблизи полярного круга («полгода - день, полгода – ночь»). В исследовании приняли добровольное анонимное участие около 3000 учеников 5—11-х классов средних школ из пяти городов в

границах третьего часового пояса на территории Европейского севера России. Из этих пяти городов три расположены вблизи восточной границы третьего часового пояса, а два — у западной его границы. Два города находятся за полярным кругом, один — вблизи полярного круга, два - южнее. Сравнивая данные школьников из этих городов, можно было исследовать влияние широты и долготы места проживания внутри одного часового пояса на хронотип [2-6, 8, 16-18].

Было обнаружено, что в городах, расположенных вблизи западной границы часового пояса, чаще встречаются дети с поздним хронотипом («совы»). Восточно-западный градиент фазы ритма сна-бодрствования в этом исследовании составил 46,3 минуты. «Совы» также чаще встречаются среди жителей *более высоких* широт. Таким образом, данные российских ученых о влиянии долготы проживания в часовом поясе на хронотип человека совпали с результатами немецких коллег. Более того, сравнивая результаты этих двух исследований, российские авторы отметили, что восточно-западный градиент распределения хронотипов прямо пропорционален размеру часового пояса, то есть чем шире пояс, тем больше доля «сов» у западной его границы. Эти результаты еще раз показали, что основным синхронизирующим сигналом циркадианной системы человека служит время восхода Солнца [2, 4-6, 8, 17, 18].

Сложнее было объяснить, почему увеличивается доля лиц с поздним хронотипом («сов») по мере продвижения на север. С точки зрения хронобиологии преобладание «сов» среди северян можно было объяснить тем, что северяне живут в условиях постоянно изменяющегося в течение года светового режима. В полярный день и в полярную ночь циркадианная система не получает своевременного внешнего синхронизирующего сигнала и поэтому переходит на автономный режим функционирования. А поскольку у большинства людей период эндогенного ритма больше 24 часов, вступает в действие одно из правил хронобиологии:

чем больше период эндогенного (внутреннего) ритма, тем более поздний у человека хронотип в условиях изоляции от внешних синхронизирующих сигналов. Это и проявляется в преобладании «сов» среди северян. Скорее всего, это форма адаптации циркадианной системы человека к функционированию в условиях слабого внешнего синхронизирующего сигнала. Однако следует принять во внимание, что адаптация к климатическим факторам севера не всегда дает преимущества в адаптации к условиям социальной среды [2-6, 8, 16-19].

В хронобиологии накоплен большой экспериментальный материал, свидетельствующий о том, что самочувствие и здоровье человека напрямую связаны с особенностями функционирования его циркадианной системы. Лица с поздним хронотипом («совы») хуже адаптируются к жизни в социальной среде. Ярче всего это проявляется, когда дети поступают в школу и вынуждены приспосабливаться к режиму ее работы. Ученики-«жаворонки» рано ложатся спать вечером, рано просыпаются утром и поэтому приходят в школу полностью готовыми к восприятию новых знаний. Им требуется меньше времени для подготовки домашних заданий и остается больше свободного времени для отдыха и общения со сверстниками. Их режим сна и бодрствования в учебные и выходные дни одинаков. Напротив, дети и подростки, относящиеся к позднему хронотипу («совы»), во время учебной недели постоянно недосыпают. В соответствии со своими биологическими часами они ложатся спать поздно, но вынуждены вставать рано утром, чтобы не опоздать на занятия. Пик интеллектуальной активности у них наступает лишь во второй половине дня, поэтому на первых уроках они с трудом воспринимают новую информацию и вынуждены больше заниматься дома [5, 7, 8, 11, 13, 14, 18, 39, 43, 47, 48].

Накопленный в течение учебной недели «долг» сна дети и подростки с поздним хронотипом («совы») компенсируют, дольше отсыпаясь в выходные. В результате у «сов» середина периода ночного сна в

учебные дни существенно различается от выходных. Эта нестабильность фазы ритма сна-бодрствования представляет собой одну из форм десинхроноза, который в хронобиологии получил название «социальный джетлаг» (СДЛ). Образно выражаясь, смысл СДЛ заключается в том, что «сова» в конце учебной недели «совершает перелет» через несколько часовых поясов, количество которых соответствует величине СДЛ, то есть количеству «недоспанных» за учебную неделю часов. В исследованиях М.Ф.Борисенкова с соавт. максимальный СДЛ был равен пяти часам, что соответствует расстоянию от Москвы до Иркутска! А затем, в начале новой учебной недели, школьник-«сова» возвращается назад. Термин «джетлаг» хорошо известен людям, которые часто совершают длительные перелеты. В первые дни после перелета через несколько часовых поясов человек быстро утомляется, испытывает вялость, ухудшение внимания, снижение аппетита и другие симптомы, вызванные рассогласованием между солнечными и биологическими часами. И такие «перелеты» школьники-«совы» совершают каждую неделю! Последствия таких «полетов во сне» для самочувствия и здоровья подростков вполне ощутимы «наяву» [2-6, 8, 16-18].

В многочисленных исследованиях было показано, что школьники и студенты, относящиеся к позднему хронотипу («совы»), учатся хуже, чем их сверстники с промежуточным («голуби») и ранним хронотипом («жаворонки»). Средний балл за предыдущую четверть (сессию) у «жаворонков» достоверно выше, чем у «сов». При этом *уровень интеллекта у лиц с поздним хронотипом в среднем не ниже, а даже выше, чем у остальных хронотипов*, о чем свидетельствуют специальные исследования психологов! Причина низкой успеваемости «сов» заключается в том, что они не способны синхронизировать работу своих биологических часов с социальными ритмами [13, 18, 46-48].

Немецкие исследователи также показали, что среди школьников, проживающих вблизи западной границы второго часового

пояса, травматизм из-за дорожно-транспортных происшествий в ранние утренние часы значительно выше, чем у их сверстников вблизи восточной границы. Основная причина этих различий, по данным авторов, заключается в том, что в западных землях Германии солнце восходит на 40 минут позже, чем в восточных землях. Поскольку циркадианная система человека настроена на солнце, пробуждение до восхода приводит к повышенной сонливости и снижению внимания по утрам. Хроническое недосыпание в учебную неделю наиболее выражено у «сов», и есть все основания полагать, что с ними чаще происходят несчастные случаи по дороге в школу [33, 34, 43, 45, 47].

Вышеупомянутые российские исследователи проанализировали также влияние хронотипа и географических координат места проживания на частоту выявления признаков сезонной депрессии у здоровых детей и подростков, используя для этого специальный психологический тест. Оказалось, что «совы» более предрасположены к сезонной депрессии. Ее признаки чаще отмечают у жителей населенных пунктов, расположенных в более высоких широтах и вблизи западной границы часового пояса. Многие исследователи из разных стран показали, что дети и подростки с поздним хронотипом («совы») в большей степени предрасположены к депрессии, девиантному поведению, агрессии, употреблению наркотиков, суицидальным настроениям [2, 4, 8, 17, 18].

Известно, что десинхроноз часто наблюдается у онкологических больных, а по некоторым данным, повышает риск развития злокачественных новообразований и сокращает продолжительность жизни. Приняв за основу данные о том, что на севере и вблизи западной границы часового пояса больше «сов», М.Ф.Борисенков предположил, что заболеваемость и смертность от рака и продолжительность жизни населения зависят от широты, положения региона проживания в часовом поясе и его размера. Он проанализировал влияние географических координат места проживания на заболеваемость

мость и смертность от рака населения Европейской части России и продолжительность жизни жителей Европейской части России и Китая. Оказалось, что заболеваемость и смертность от злокачественных новообразований зависят от широты и положения места проживания в часовом поясе с минимальными значениями на юго-востоке третьего часового пояса и максимальными — на северо-западе региона. Что касается продолжительности жизни, то для населения Европейской части России она выше на юго-востоке третьего часового пояса, а для населения Китая — на востоке страны. Оказалось, что положение места проживания в часовом поясе влияет на китайцев в несколько раз сильнее, чем на россиян! По мнению авторов, это связано с тем, что размер часового пояса в Китае *еще в два раза больше*, чем двойной по размеру третий часовой пояс (Европейская часть России) [2-6, 8, 16].

Сейчас очевидно, что деление Земного шара на 24 часовых пояса, проведенное в начале прошлого века, было выдающимся достижением человечества, единственно научно обоснованным способом создания пространственно-временного континуума, синхронизированного с естественными биологическими ритмами человека. Введение на Земле часовых поясов, несомненно, значительно способствовало прогрессу, особенно развитию транспортных систем. Сегодня жизнь без часовых поясов уже невозможно себе представить. Любые нарушения этого деления (произвольное изменение границ часовых поясов, их расширение и объединение, перемещение отдельных территорий из одного пояса в другой и пр.) являются проявлением волонтаризма, несовместимого с процессом глобализации, подразумевающим согласованную во времени деятельность всех жителей нашей планеты [1, 5, 7, 8, 11].

Все специалисты полагают, что расширение и объединение часовых поясов нельзя проводить ни в коем случае! На территории Российской Федерации необходимо восстановить часовые пояса стандартного размера, равного 15 градусам долготы. А для

сглаживания эффектов различия хронотипов населения, проживающего в непосредственной близости от западных границ стандартных часовых поясов, о чем говорилось выше, можно рекомендовать пересмотреть режим работы предприятий, учреждений и учебных заведений. Например, в населенных пунктах, расположенных вблизи западных границ часовых поясов, этот режим можно сместить на полчаса, приведя его в соответствие с физиологическими особенностями функционирования циркадианной системы человека. Зная механизм взаимосвязи между солнечными, социальными и биологическими часами, можно сформировать временную среду, сводящую к минимуму риск развития десинхронозов у человека [1, 2, 4, 5, 7, 8, 11].

При создании наиболее благоприятных режимов труда и отдыха населения основная роль должна отводиться руководителям конкретных регионов, предприятий и учреждений по согласованию с населением. При создании таких режимов необходимо помнить об опасности критического уровня дневной сонливости, как фактора, не только снижающего производительность труда, но и, в условиях техногенной цивилизации, повышающего риск промышленных и транспортных аварий, и катастроф. Для этого рабочий день в осенне-зимний период должен начинаться не раньше, чем через полтора часа после самого позднего в году восхода Солнца. В весенне-летний период могут вводиться «летние» режимы труда и отдыха, с более ранним началом работы и учебы. Но, в отличие от единого «летнего/зимнего времени», их можно вводить плавно, изменяя, скажем, время начала рабочего дня вначале на полчаса, а через неделю — еще на полчаса. Для малышей можно применять и еще более постепенное изменение графика начала работы детских садов и младших классов школы — по 15 мин в неделю в течение месяца [11].

Таким образом, анализ существующей в настоящее время литературы говорит о том, что не искусственные режимы исчисления времени, а только постоянное пребывание человека в данном часовом поясе безо всяких опережений и пе-

риодических сдвигов относительно Солнца служит необходимым условием для поддержания здоровья, бодрости и работоспособности людей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апрельев В.П. Время. Стрелки часов и наше здоровье. «Астрель-СПБ», СПб, 2006. 220 стр.
2. Борисенков М.Ф. Биоритмы, продолжительность жизни и злокачественные новообразования у человека на Севере (автореф. дисс.). Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, 2012.
3. Борисенков М.Ф. Хронобиология опухолевого роста // *Вопр. онкол.* 2003. Т.49. С.20-27.
4. Борисенков М.Ф. Хронотип человека на севере // *Физиология человека.* 2010. Т. 36. №3. С. 117—122.
5. Борисенков М.Ф. Часовые пояса с точки зрения хронобиологии // *Химия и Жизнь.* 2013. №1.
6. Борисенков М.Ф., Люсева Е.М., Ерунова Л.А., Поздеева Н.В. Мелатонин - синхронизатор центральных и периферических циркадианных часов: проверка гипотезы // *Вопр. онкол.* 2006. Т.52. С.44-45.
7. Губин Д.Г., Чибисов С.М. К вопросу об изменении часовых поясов и о переходе на летнее время в РФ // *Биологические науки. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.* 2010. №2. С. 64-68.
8. Даниленко К.В. Десинхроноз: природа всегда права // *Медицинская газета.* 2013. №53. (19.07.2013).
9. Ковальзон В.М. Мелатонин – без чудес // *Природа.* 2004. №2. С.12-19.
10. Ковальзон В.М. Основы сомнологии. Физиология и нейрохимия цикла бодрствование-сон. М.: «Бином. Лаборатория знаний». 2011. 240 с.
11. Ковальзон В.М., Дорохов В.Б. По поводу нового исчисления времени // *Природа.* 2012. №7. С. 65-66.
12. Минпромторг РФ. Расчеты и аналитические материалы в отношении влияния на жизнедеятельность и здоровье населения отмены сезонного перехода на «летнее» и «зимнее» время. <http://www.krasnodar.ru/content/578/show/87636>
13. Путилов А.А. Совы, жаворонки и другие люди. О влиянии наших внутренних часов на здоровье и характер. 2-е изд. Сибирское университетское издательство, Новосибирск, 2003. 600 стр.
14. Шпорк П. Сон. Почему мы спим и как нам это лучше всего удастся (пер. с нем., под ред. и с предисловием В.М.Ковальсона). «БИНОМ. Лаборатория знаний.» 2010. 230 с.
15. Barnes C.M., Wagner D.T. Changing to Daylight Saving Time cuts into sleep and increases workplace injuries // *Journal of Applied Psychology.* 2009. Vol. 94. No. 5. P. 1305–1317.
16. Borisenkov M.F. Latitude of residence and position in time zone are predictors of cancer incidence, cancer mortality, and life expectancy at birth // *Chronobiol. Int.* 2011. Vol.28. P.155-162.
17. Borisenkov M.F. The pattern of entrainment of the human sleep-wake rhythm by the natural photoperiod in the North // *Chronobiol. Int.* 2011. Vol.28. P.921-929.
18. Borisenkov M.F., Perminova E.V., Kosova A.L. Chronotype, sleep length, and school achievement of 11- to 23-year-old students in northern European Russia // *Chronobiol. Int.* 2010. Vol.27. P.1259-1270.
19. Burgess H.J. Evening ambient light exposure can reduce circadian phase advances to morning light independent of sleep deprivation // *J. Sleep Res.* 2012. DOI: 10.1111/j.1365-2869.2012.01042.x
20. Burgess H.J., Legasto C.S., Fogg L.F., Smith M.R. Can small shifts in circadian phase affect performance? // *Applied Ergonomics.* 2013. V. 44. P. 109-111.
21. Coren S. Accidental death and the shift to Daylight Savings Time // *Perceptual and Motor Skills.* 1996. V. 83. P. 921-922.
22. Fisher S.P., Foster R.G., Peirson S.N. The circadian control of sleep // *Circadian Clocks (Handbook of Experimental Pharmacology. V. 217)* / Eds. Kramer A., Meroz M. Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg. 2013. P. 157-183.
23. Foerch C., Korf H.-W., Steinmetz H., Sitzer M. Abrupt shift of the pattern of diurnal variation in stroke onset with daylight saving time transitions // *Circulation.* 2008. V. 118. P. 284—290.
24. Harrison Y. Individual response to the end of Daylight Saving Time is largely dependent on habitual sleep duration // *Biological Rhythm Research.* 2013. V. 44. No. 3. P. 391-401.
25. Harrison Y. The impact of Daylight Saving Time on sleep and related behaviours // *Sleep Medicine Reviews.* 2013. V. 17. P. 285-292.
26. Hicks R.A., Lindseth K., Hawkins J. Daylight Saving-Time changes increase traffic accidents // *Perceptual and Motor Skills.* 1983. V. 56. P. 64-66.
27. Hirota T, Lee JW, Lewis WG, Zhang EE, Breton G, et al. High-throughput chemical screen identifies a novel potent modulator of cellular circadian rhythms and reveals CKIa as a clock regulatory kinase // *PLoS Biol.* 2010. V. 8. No. 12. e1000559.
28. Iskra-Golec I., Smith L. Bright light effects on ultradian rhythms in performance on hemisphere-specific tasks // *Applied Ergonomics.* 2011. V. 42. P. 256-260.

29. Janszky I., Ahnve S., Ljung R., Mukamal K.J., Gautam S., Wallentin L., Stenestrand U. Daylight saving time shifts and incidence of acute myocardial infarction — Swedish register of information and knowledge about Swedish heart intensive care admissions (RIKS-HIA) // *Sleep Medicine*. 2012. V. 13. № 3. P. 237—242.
30. Janszky I., Ljung R. Shifts to and from daylight saving time and incidence of myocardial infarction // *New England Journal of Medicine*. 2008. V. 359. № 18. P. 1966—1968.
31. Kamstra M.J., Kramer L.A. Effects of Daylight-Saving Time changes on stock market returns and stock market volatility: rebuttal // *Psychol. Rep.: Sociocult. Iss. Psychol.* 2013. V. 112. No. 1. P. 89-99.
32. Kamstra M.J., Kramer L.A., Levi M.D. Losing sleep at the market: the Daylight Saving anomaly // *American Economic Review*. 2000. Vol. 90. No. 4. P. 1005-1011.
33. Kantermann T. Circadian biology: sleep-styles shaped by light-styles // *Curr. Biol.* 2013. V. 23. No. 16. P. R689-R690.
34. Kantermann T., Juda M., Mewes M., Roenneberg T. The human circadian clock's seasonal adjustment is disrupted by daylight saving time // *Current Biology*. 2007. V.17. P.1996—2000.
35. Lahti T.A., Leppämäki S., Lönnqvist J., Partonen T. Transition to daylight saving time reduces sleep duration plus sleep efficiency of the deprived sleep // *Neuroscience Letters*. 2006. V.406. P.174—177.
36. Lahti T.A., Leppämäki S., Lönnqvist J., Partonen T. Transitions into and out of Daylight Saving Time compromise sleep and the rest-activity cycles // *BMC Physiology*. 2008. V.8. article 3 (doi: 10.1186/1472-6793-8-3).
37. Lahti T.A., Leppämäki S., Ojanen S.-M., Haukka J., Tuulio-Henriksson A., Lönnqvist J., Partonen T. Transition into Daylight Saving Time influences the fragmentation of the rest-activity cycle // *Journal of Circadian Rhythms*. 2006. V.4. article 1 (doi: 10.1186/1740-3391-4-1).
38. Landgraf D., Shostak A., Oster H. Clock genes and sleep // *Pflugers Arch. – Eur. J. Physiol.* 2012. V. 463. P. 3–14.
39. Lim A.S.P., Chang A.-M., Shulman J.M. et al. A common polymorphism near PER1 and the timing of human behavioral rhythms // *Ann. Neurol.* 2012. V. 72. P. 324–334.
40. Miguel M.A.L., Umemura G.S., Menna-Barreto L.S., Neto M.P. Synchronization to daylight saving-time: circadian organization of wrist temperature and rest/activity rhythms // *Sleep Sci.* 2013. V. 6. No. 1. P. 22-25.
41. Mistlberger R.E. Circadian regulation of sleep in mammals: Role of the suprachiasmatic nucleus // *Brain Research Reviews*. 2005. V. 49. P. 429–454.
42. Mistlberger R.E., Skene D.J. Social influences on mammalian circadian rhythms: animal and human studies // *Biol. Rev.* 2004. V. 79. P. 533–556.
43. Monk T.H. Spring and autumn daylight saving time changes: Studies of adjustment in sleep timings, mood, and efficiency // *Ergonomics*. 1980. VOL. 23. No.2. P. 167-178.
44. Morin L.P., Allen C.N. The circadian visual system, 2005 // *Brain Res. Rev.* 2006. V. 51. P. 1–60.
45. Mulder C.K., Gerkema M.P., Van der Zee E.A. Circadian clocks and memory: time-place learning // *Front. Mol. Neurosci.* 2013. V. 6. Article 8.
46. Roenneberg T. The human sleep project // *Nature*. 2013. V. 498. P. 427-428.
47. Schneider A.M., Randler C. Daytime sleepiness during transition into Daylight Saving Time in adolescents. Are owls higher at risk? // *Sleep Medicine*. 2009. V. 10. № 9. P. 1047—1050.
48. Tonetti L., Erbacci A., Fabbri M., Martoni M., Natale V. Effects of transitions into and out of Daylight Saving Time on the quality of the sleep/wake cycle: an actigraphic study in healthy university students // *Chronobiology International, Early Online*. 2013. P. 1–5.
49. Valdez P., Ramirez C., Garcia A. Adjustment of the sleep-wake cycle to small (1-2h) changes in schedule // *Biological Rhythm Research*. 2003. V. 34. №2 . P. 145—155.
50. Wagner D.T., Barnes C.M., Lim V.K.G., Ferris D.L. Lost sleep and cyberloafing: evidence from the laboratory and a Daylight Saving Time quasi-experiment // *Journal of Applied Psychology*. 2012. Vol. 97. No. 5. P. 1068–1076.
51. Wong S.N., Halaki M., Chow C.M. The periodicity of sleep duration – an infradian rhythm in spontaneous living // *Nature and Science of Sleep*. 2013. V. 5. P. 1–6.
52. Wulff K., Porcheret K., Cussans E., Foster R.F. Sleep and circadian rhythm disturbances: multiple genes and multiple phenotypes // *Current Opinion in Genetics & Development*. 2009. V.19. P. 237–246.