Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова
2025, т. 125, №5, вып. 2, с. 27–32
https://doi.org/10.17116/jnevro202512505227

S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry
2025, vol. 125, no. 5, issue 2, pp. 27–32
https://doi.org/10.17116/jnevro202512505227

Факторы депрессии по данным актиграфии в осенний сезон

© Д.Г. ГУБИН[1, 2], Ю.В. БОЛДЫРЕВА[1], С.Н. КОЛОМЕЙЧУК[1, 3]

[1]ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России, Тюмень, Россия;
[2]Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, Томск, Россия;
[3]Институт биологии Карельского научного центра Российской академии наук, Петрозаводск, Россия

Резюме

Цель исследования. Оценить взаимосвязь между показателями сна, физической активности и освещенности, полученными с помощью недельной актиграфии, и симптомами депрессии, измеренными с помощью опросника депрессии Бека (BDI-II), среди молодых взрослых в осенний сезон.

Материал и методы. В перекрестном исследовании приняли участие 122 взрослых (средний возраст 24,40 года, 76,6% женщин) из Тюмени (Россия) в течение одного осеннего месяца. Участники проходили 7-дневный мониторинг с помощью актиграфии и заполняли русскую версию опросника BDI-II для оценки депрессивных симптомов. Данные актиграфии были проанализированы на количественные и качественный показатели сна, динамической освещенности и циркадного ритма двигательной активности. Внимание было уделено как средним показателям, так и показателям регулярности. Статистический анализ проводился с использованием методов линейной и множественной линейной регрессии, с применением процедуры Бенджамини—Хохберга для контроля частоты ложных корреляций, связанных с множественным тестированием.

Результаты. В ходе анализа были выявлены значимые корреляции между различными актиграфическими показателями и уровнем депрессии по BDI-II. В частности, интегральный балл по BDI-II был достоверно связан со снижением амплитуды циркадного ритма физической активности (PIM A: –0,258; p=0,005), высокой нестабильностью эффективности сна (SL_EFF SD: –0,323; p=0,0003), высоким стандартным отклонением момента пробуждения (WT SD: –0,258; p=0,005), снижением межсуточной стабильности ритма активности (IS: –0,260; p=0,004) и более низким индексом циркадной световой гигиены (NA_bI: –0,193; p=0,036). После применения поправок на множественные сравнения низкая PIM A, сниженная межсуточная стабильность (IS), повышенный WT SD и высокий SL_EFF SD оставались значимыми предикторами депрессивных симптомов. При множественной регрессии с поправкой на кофакторы возраста, пола и индекса массы тела значимыми факторами выступили WT SD (β=–0,258; p=0,006), SL_EFF SD (β=–0,302; p=0,0006) и IS (β=–0,225; p=0,013).

Заключение. Полученные данные указывают на сложную взаимосвязь между динамикой сна и психическим здоровьем в контексте BDI-II. Они подчеркивают критическую важность использования показателей, оценивающих регулярность сна как одного из маркеров синхронности биологических часов для повышения информативности и улучшения качества интерпретации данных, полученных с помощью носимых устройств.

Ключевые слова: *актиграфия, носимое оборудование, сон, стабильность сна, регулярность циркадного ритма, депрессия, опросник депрессии Бека.*

Информация об авторах:
Губин Д.Г. — https://orcid.org/0000-0003-2028-1033
Болдырева Ю.В. — https://orcid.org/0000-0002-3276-7615
Коломейчук С.Н. — https://orcid.org/0000-0003-3104-3639
Автор, ответственный за переписку: Губин Д.Г. — e-mail: dgubin@mai.ru

Как цитировать:
Губин Д.Г., Болдырева Ю.В., Коломейчук С.Н. Факторы депрессии по данным актиграфии в осенний сезон. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2025;125(5 вып. 2):27–32. https://doi.org/10.17116/jnevro202512505227

Factors of depression according to actigraphy in the fall season

© D.G. GUBIN[1, 2], YU.V. BOLDYREVA[1], S.N. KOLOMEICHUK[1, 3]

[1]Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia;
[2]Tomsk National Research Medical Center of Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia;
[3]Institute of Biology, Karelian Research Center of Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia

Abstract

Objective. To evaluate the relationship between sleep parameters, physical activity, and illumination obtained by weekly actigraphy and depression symptoms measured by the Beck Depression Inventory (BDI-II) in young adults in the fall season.

Material and methods. The crossover study, conducted during one fall month, included 122 adults (mean age 24.40 years, 76.6% females) from Tyumen (Russia). Participants were monitored for seven days using actigraphy and completed the Russian version of the BDI-II questionnaire to assess depressive symptoms. Actigraphy data were analyzed for quantitative and qualitative sleep parameters, dynamic illumination, and circadian rhythm of motor activity. Both mean values and regularity indicators were recorded. Statistical analysis was performed using linear and multiple linear regression methods, using the Benjamini—Hochberg procedure to control the incidence of false correlations associated with multiple testing.
Results. The analysis showed significant correlations between various actigraphic indicators and the level of depression according to BDI-II. In particular, the BDI-II integral score was significantly associated with a decrease in the amplitude of the circadian rhythm of physical activity (PIM A: –0.258; p=0.005), a high instability of sleep efficiency (SL_EFF SD: –0.323; p=0.0003), a high standard deviation of the moment of awakening (WT SD: –0.258; p=0.005), a decrease in the inter-day stability of the activity rhythm (IS: –0.260; p=0.004), and a lower circadian light hygiene index (NA_bl: –0.193; p=0.036). After multiple comparison adjustments, low PIM A, reduced inter-day stability (IS), increased WT SD, and high SL_EFF SD remained significant predictors of depressive symptoms. In age-, sex-, and body mass index (BMI)-adjusted multiple regression, WT SD (β=–0.258; p=0.006), SL_EFF SD (β=–0.302; p=0.0006), and IS (β=–0.225; p=0.013) were significant factors.
Conclusion. The data obtained indicate a complex relationship between sleep dynamics and mental health in the context of BDI-II. They emphasize the critical importance of using parameters that assess sleep regularity as one of the markers of biological clock synchrony to increase informative value and improve the interpretation of data obtained using wearable devices.

Keywords: *actigraphy, wearable devices, sleep, sleep stability, circadian rhythm regularity, depression, Beck Depression Inventory.*

Information about the authors:
Gubin D.G. — https://orcid.org/0000-0003-2028-1033
Boldyreva Yu.V. — https://orcid.org/0000-0002-3276-7615
Kolomeichuk S.N. — https://orcid.org/0000-0003-3104-3639
Corresponding author: Gubin D.G. — e-mail: dgubin@mai.ru

To cite this article:
Gubin DG, Boldyreva YuV, Kolomeichuk SN. Factors of depression according to actigraphy in the fall season. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2025;125(5 vyp 2):27–32. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/jnevro202512505227

В последние годы взаимосвязь между сном и психическим здоровьем, в частности депрессивными расстройствами, привлекает все большее внимание научного сообщества [1]. Депрессия стала одной из основных проблем, которая часто связана с нарушениями сна, включая его количественные и качественные показатели [2]. За последнее десятилетие наблюдался резкий рост распространенности депрессии среди молодежи, особенно среди женщин [3, 4]. Этот рост частично объясняется социальными последствиями пандемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19) [4, 5].

Примечательно, что нарушения настроения, как и проблемы с психическим здоровьем, особенно выражены у лиц с вечерним хронотипом (поздней привычной фазой сна) [6]. Тесная связь хронотипа с условиями световой гигиены [7, 8] предполагает участие световой среды в динамических изменениях настроения и режима сна [9]. Городское население часто сталкивается с недостаточным [10] и нерегулярным [11] воздействием естественного дневного света, что связано с комплексом неблагоприятных для здоровья последствий [10, 12, 13].

Анализируя данные, получаемые при помощи носимых устройств, в частности актиграфов, можно изучать их взаимосвязь с симптомами депрессии для получения ценной информацию о механизмах, лежащих в ее основе. Объединенный метаанализ показал, что у людей с депрессией значительно увеличиваются задержка сна и время пробуждения после начала сна, снижается эффективность сна, учащаются ночные пробуждения, а также снижается средний уровень динамического показателя (МЕЗОР) и амплитуда двигательной активности. Кроме того, они демонстрируют сниженную ежедневную стабильность и более низкие уровни дневной и среднесуточной двигательной активности по сравнению с контрольной группой [14].

Дополнительно современная актиграфия позволяют непрерывный мониторинг светового воздействия с детализацией по различным спектральным диапазонам [12, 15]. Для объективной оценки взаимосвязи между депрессией и гигиеной освещения важно анализировать данные, полученные в одно время года, так как уровень освещенности имеет географические и сезонные колебания. Анализ данных, полученных от носимых устройств, оснащенных акселерометром с целью поиска взаимосвязи с депрессией и динамикой настроения, требует учета сезонных особенностей [16]. При наличии данных о световой среде разделение данных по сезонам в условиях высоких широт становится критически важным. Помимо средних значений, характеризующих количественные показателей сна, амплитуду и фазу циркадных ритмов и динамический диапазон освещенности, нерегулярный сон стал более значимым фактором риска для здоровья [11, 17—19], включая депрессию [20] и психологические расстройства [21, 22].

С учетом вышеизложенного в данном исследовании мы оценили взаимосвязь количественных и качественных показателей сна, динамической освещенности и циркадного ритма двигательной активности с уровнем депрессии, оцененным с помощью русскоязычной версии опросника депрессии Бека (BDI-II) в течение 1 мес в одном городе, что позволило минимизировать погрешности, связанные с выраженными сезонными и географическими различиями световой среды.

Цель исследования — оценить взаимосвязь между показателями сна, физической активности и освещенности, полученными с помощью недельной актиграфии, и симптомами депрессии, измеренными с помощью BDI-II, среди молодых взрослых в осенний сезон.

Материал и методы

В выборку вошли 122 взрослых человека (средний возраст 24,40 года, 76,6% женщин), проживающих в городах Тюмени, Россия (57°09' С.Ш., 65°32' В.Д.). Участники прошли 7-дневную актиграфию в течение одного осеннего месяца (конец октября — начало ноября). Большинство участников были студентами университетов и сотрудниками с сопоставимым графиком работы. Детали данной выборки были ранее опубликованы [23, 24].

Критерии включения: возраст от 18 лет, мужчины и женщины; подписанное информированное согласие на участие в исследовании.

Критерии невключения: острые заболевания в течение последней недели до обследования; хронические заболевания средней и тяжелой степени; работа в ночную смену и вахтовый режим труда; пересечение более 2 часовых зон за 2 нед до обследования; беременность и кормление грудью; кожная аллергия, не позволяющая носить актиграф.

Оценка эмоциональной сферы. BDI-II служит проверенным инструментом для оценки депрессии среди различных групп населения [25, 26]. Каждый участник заполнил русскоязычную версию опросника BDI-II [27]. Тяжесть депрессивных симптомов была классифицирована как: минимальная (от 0 до 13 баллов), легкая (от 14 до 19 баллов), умеренная (от 20 до 28 баллов) и тяжелая (от 29 и выше).

Актиграфия. Участники носили монитор ActTrust 2 («Condor Instruments», Сан-Паулу, Бразилия) на недоминантной руке в течение 7 дней. Актиграф ActTrust 2 был неоднократно протестирован для точного определения времени начала засыпания и, в частности, использовался в различных недавних исследованиях, посвященных изучению нарушений сна [28].

Количественная оценка двигательной активности проведена с помощью метода пропорционального интегрирования (PIM), поскольку было показано, что PIM обеспечивает высокую корреляцию характеристик сна с полисомнографией [29]. Также с интервалом в 1 мин регистрировали температуру кожи запястья (wT), освещенность (LE), измеренную в люксах, и освещенность синим светом (BL), измеренную в мкВт/см^2. Чувствительность датчиков освещенности моделей ActTrust была независимо оценена в различных диапазонах спектра и признана одной из наилучших среди актиграфов [30]. Программное обеспечение ActStudio («Condor Instruments», Сан-Паулу, Бразилия) использовалось для расчета различных параметрических показателей, включая МЕЗОР (Midline Estimating Statistic Of Rhythm, среднее значение, скорректированное с учетом ритма), 24-часовую амплитуду (показатель, равный $^1/_2$ прогнозируемых изменений в течение 24-часового цикла) и акрофазу (время наивысшего значения синусоидальной модели) [31] для PIM, wT и BL, а также непараметрических показателей, таких как внутри дневная стабильность (IS), между дневная вариабельность (IV), максимальный 10-часовой период (M10) и его начало (M10 Onset), наименьший 5-часовой период (L5) и его начало (L5 Onset), а также относительная амплитуда (RA=(M10-L5)/(M10+L5)).

ActStudio также имеет алгоритм для определения характеристик сна путем анализа таких параметров, как время начала сна (BedT); время пробуждения (WT); время, проведенное в постели (TiB); общая продолжительность сна (TSD); эффективность сна, или процентная доля фактического сна за время, проведенное в постели (SL_EFF), общая длительность пробуждений после начала сна (WASO, Wake After Sleep Onset). Параметры статистической изменчивости этих показателей включали максимальные и минимальные значения, 95% доверительные интервалы и стандартные отклонения (SD V) за весь период наблюдения. SD для отдельных показателей (условное обозначение=V) рассчитывалось как SD:

$$\text{SD V}=\frac{\sum_{i=1}^{n}(V_i-\overline{V})^2}{n-1}$$

где SD V — стандартное отклонение показателя V; n — общее количество дней, включенных в анализ (как правило, 7 дней); i — отдельные дни (1, 2, 3,..., n); Vi — значения V для конкретного дня (i); $\overline{V}$ — среднее значение V за все дни.

Также был рассчитан индекс световой гигиены NA_bl, представляющий собой нормализованную динамическую амплитуду принимаемого синего света [13, 24].

Этическое одобрение. Данное комплексное исследование проводилось в соответствии с этическими принципами, изложенными в Хельсинкской декларации, и получило одобрение Комитета по этике Тюменского государственного медицинского университета (Протокол №115 от 30 июня 2023 г.). Перед началом исследования от всех участников было получено информированное письменное согласие.

Статистическая обработка. Простой и множественный линейный регрессионный анализ использован для изучения взаимосвязи между баллом BDI-II и показателями актиграфии, а также возрастом, полом и индексом массы тела (ИМТ). Для оценки нормальности распределения данных был использован W-критерий Шапиро—Уилка. Для анализа использовались STATISTICA 6 и SPSS 23.0. Уровень статистической значимости был установлен на уровне 5%. Для корректировки значений p при многократном тестировании была применена поправка на частоту ложных выявлений Бенджамини—Хохберга с использованием значения FDR (false detection rate)=0,1.

Результаты

Средний балл по BDI-II составил 8,8±8,4, достоверных различий по полу не было установлено. Депрессия (14 баллов и более по BDI-II) наблюдалась у 24 (19,7%) человек: легкая — у 13 (10,7%); умеренная — у 6 (4,9%); тяжелая — у 5 (4,1%). Метод линейной регрессии выявил корреляционные связи между рядом актиграфических показателей и интегральным индексом BDI-II **(см. таблицу)**. Более высокий уровень депрессии был значимо связан с более низкой амплитудой (A) циркадного ритма физической активности (PIM A), –0,258; p=0,005 и рядом показателей, характеризующих нестабильность показателей сна либо нестабильность циркадного ритма активности и световой гигиены: высоким стандартным отклонением времени пробуждения (WT SD), –0,258; p=0,005; высоким стандартным отклонением (SL_EFF SD), –0,323; p=0,0003; низкой межсуточной стабильностью ритма активности (IS), –0,260; p=0,004; низкой межсуточной стабильностью полученного синего света (IS_bl), –0,181; p=0,049; низкой относительной непараметрической амплитудой ритма активности (RA), –0,223; p=0,015; низким NA_bl, –0,193; p=0,036 и более поздним наступлением временного отрезка L5 полученного синего света (L5_bl, 0,222; p=0,015).

После применения процедуры Бенджамини—Хохберга для контроля множественных сравнений при коэффи-

Корреляционные связи показателей актиграфии с уровнем депрессии по BDI-II
Correlation of actigraphy parameters with the depression level according to BDI-II

Показатель актиграфии	*r*	*p*
Двигательная активность		
PIM МЕЗОР	–0,141	0,127
PIM амплитуда	–0,258	0,005**
PIM акрофаза	0,122	0,185
IV60	0,032	0,728
IS60	–0,260	0,004** #
M10ZO	–0,154	0,095
M10ZO SD	0,061	0,512
M10 Onset	–0,009	0,924
M10 Onset SD	0,062	0,500
L5 ZO	0,176	0,055
L5 ZO SD	0,174	0,059
L5 Onset	0,132	0,151
L5 Onset SD	0,057	0,540
RA	–0,223	0,015*
RA SD	0,164	0,076
Температура запястья		
wT МЕЗОР	0,027	0,773
wT амплитуда	0,011	0,909
wT акрофаза	0,025	0,786
Характеристики сна		
BedT	0,056	0,546
BedT SD	0,166	0,071
WT	0,040	0,668
WT SD	0,258	0,005** #
TiB	–0,029	0,757
TiB SD	0,168	0,067
TSD	–0,056	0,544
TSD SD	0,149	0,106
SL_LAT	0,148	0,108
SL_LAT SD	0,064	0,490
SL_EFF	–0,178	0,052
SL_EFF SD	0,323	<0,001** #
WASO	0,109	0,240
WASO SD	–0,018	0,845
среднее количество пробуждений за ночной сон	–0,063	0,494
среднее количество пробуждений за ночной сон SD	0,056	0,547
Световая гигиена		
полученный свет МЕЗОР	–0,052	0,578
полученный свет амплитуда	–0,123	0,183
полученный свет акрофаза	–0,106	0,252
полученный BL МЕЗОР	–0,084	0,365
полученный BL амплитуда	–0,149	0,106
полученный BL акрофаза	–0,004	0,963
IV BL	–0,041	0,660
IS BL	–0,181	0,049*
M10 BL	–0,102	0,272
M10 BL SD	–0,063	0,499
M10 Onset BL	0,035	0,709
M10 Onset BL SD	0,152	0,100
L5 BL	0,089	0,337
L5 BL SD	0,106	0,251
L5 Onset BL	0,222	0,015*
L5 Onset BL SD	0,041	0,659
RA BL	–0,125	0,176
RA BL SD	0,099	0,287
NA_ bl	–0,193	0,036*

Примечание. * — статистически значимые связи ($p<0,05$), ** — статистически значимы после коррекции множественных сравнений по Бенджамини—Хохбергу, FDR=0,1; # — значимы при множественной регрессии с поправкой на кофакторы возраста, пола и ИМТ. SL_LAT — латентность сна.
Note. * — statistically significant associations ($p<0.05$), ** — statistically significant after Benjamini—Hochberg adjustment for multiple comparisons, FDR=0.1; # — significant in multiple regression adjusted for age, gender, and BMI cofactors. SL_LAT, sleep latency.

циенте ложного обнаружения FDR=0,1 следующие ассоциации с более высоким уровнем депрессии остались статистически значимыми: низкой PIM A, низкой IS, высоким WT SD и высоким SL_EFF SD. При множественной регрессии с поправкой на кофакторы возраста, пола и ИМТ значимыми факторами выступили WT SD (β=–0,258; p=0,006), SL_EFF SD (β=–0,302; p=0,0006) и IS (β=–0,225; p=0,013).

Таким образом, полученные данные показывают, что в осенний период у молодых лиц индекс депрессии по BDI-II демонстрирует взаимосвязь преимущественно с показателями, характеризующими не столько стационарные средние значения актиграфических показателей, сколько их динамическую нестабильность. Наиболее выраженной является связь интегрального балла BDI-II с более высокой вариабельностью эффективности сна, более высокой вариабельностью времени пробуждения и меньшей стабильностью двигательной активности в течение суток (IS). Примечательно, что стационарные средние показатели сна и двигательной активности не показали значимой взаимосвязи с уровнем депрессии.

Обсуждение

Сон играет критически важную роль в поддержании общего состояния здоровья и благополучия, особенно у молодых людей, которые сталкиваются с многочисленными вызовами в учебной, социальной и личной сферах. Качественный сон способствует не только физическому восстановлению, но и психоэмоциональной устойчивости, что особенно актуально в условиях современного мира, где стресс и давление становятся обычным явлением.

Результаты проведенного нами исследования выявили значимые корреляции, указывающие на то, что более высокие уровни депрессии взаимосвязаны с нарушениями

циркадного ритма активности, а также стабильности качественных и количественных показателей сна. В частности, анализ выявил более низкие амплитуды циркадной активности, повышенную вариабельность времени бодрствования и нестабильность эффективности сна в качестве ключевых факторов, связанных с усилением симптомов депрессии. Кроме того, применение методов множественной регрессии с учетом кофакторов возраста, пола и ИМТ, а также процедуры Бенджамини—Хохберга для контроля частоты ложных корреляций позволило более точно идентифицировать значимые ассоциации, что повысило значимость этих актиграфических показателей для понимания взаимосвязи между динамикой сна и депрессией.

Полученные нами данные подчеркивают важность включения в аналитические алгоритмы актиграфии и данных носимых устройств показатели, измеряющие динамическую устойчивость, а не средние величины показателей сна, активности и светового режима, для улучшения интерпретации данных, полученных с помощью таких устройств. Это позволит получить более глубокое представление о закономерностях и нарушениях поведения во время сна, что в конечном итоге способствует более глубокому пониманию механизмов, лежащих в основе обратной связи между нарушениями сна и факторами обострений депрессивных симптомов. Такой подход не только обогащает интерпретацию данных, но и служит основой для целенаправленных мероприятий, направленных на улучшение качества сна и психического здоровья.

Полученные нами результаты относительно таких факторов депрессии, как высокая вариабельность количественных параметров сна, снижение амплитуды физической активности и более поздняя акрофаза светового воздействия, пересекаются с данными, полученными с помощью носимых устройств Fitbit в недавно проведенном исследовании [16]. Для оценки постоянства режима сна и активности в последние годы были предложены новые показатели, такие как индекс регулярности сна (Sleep Regularity Index, SRI) [32, 33]. Повышенная нерегулярность сна, по данным SRI, связана с рядом рисков для здоровья, включая более высокий 10-летний риск сердечно-сосудистых заболеваний, ожирения, гипертонии, повышенного уровня глюкозы натощак, гемоглобина A1C и диабета [20, 34]. Кроме того, более высокие показатели SRI коррелируют с повышенным уровнем воспринимаемого стресса и депрессии [20, 34]. Примечательно, что SRI демонстрирует U-образную взаимосвязь с риском развития деменции, предполагая, что нерегулярный режим сна может представлять собой новый фактор риска развития деменции и связанных с ним изменений серого вещества и объема гиппокампа [22]. Принципиально, что SRI имеет зависимость от световых условий [32], предполагая возможность коррекции имеющихся нарушений за счет оптимизации циркадной световой гигиены [10, 13].

Исследования с использованием BDI показали, что более высокие показатели депрессии связаны с недостаточным воздействием дневного света и более поздним хронотипом [35, 36]. Кроме того, прогрессирующая глаукома, которая приводит к потере ганглиозных клеток сетчатки, ответственных за распознавание света, коррелирует с повышением уровня депрессии по BDI-II [37]. Освещенность значительно меняется в течение дня [10, 12]. Кроме того, предложены основанные на фактических данных рекомендации по гигиене освещения в зависимости от времени суток [10]. Регулярное воздействие света с высокой амплитудой имеет решающее значение для поддержания стабильного режима сна [8, 11]. Кроме того, регулярное освещение может также способствовать постоянству сна даже у здоровых молодых людей [38], что может быть наиболее эффективным для улучшения циркадной стабильности при синхронном воздействии дневного солнечного света в сочетании с дозированной по интенсивности и времени физической активностью [39].

Заключение

Полученные результаты указывают на комплексную взаимосвязь между динамикой сна и психическим здоровьем в контексте депрессивных расстройств. В основе такой взаимосвязи лежат в первую очередь факторы высокой вариабельности световой гигиены и физической активности, которые проявляются в нестабильности количественных и качественных показателей сна. Они подчеркивают критическую важность использования показателей, оценивающих регулярность сна и синхронность биологических часов, для повышения информативности и улучшения качества интерпретации данных, полученных с помощью носимых устройств.

Данное исследование было проведено при поддержке Западно-Сибирского научно-образовательного центра мирового уровня, решение Правительства Тюменской области, Постановление от 20.11.2020 №928-рп.
This study was conducted with the support of the World-class West Siberian Interregional Scientific and Educational Center, the Resolution of the Government of the Tyumen Region No. 928-pn dated November 20, 2020.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Fang H, Tu S, Sheng J, et al. Depression in sleep disturbance: A review on a bidirectional relationship, mechanisms and treatment. *J Cell Mol Med*. 2019;23(4):2324-2332. https://doi.org/10.1111/jcmm.14170
2. Thapar A, Eyre O, Patel V, et al. Depression in young people. *Lancet*. 2022;400(10352):617-631. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)01012-1
3. Pandi-Perumal SR, Monti JM, Burman D, et al. Clarifying the role of sleep in depression: A narrative review. *Psychiatry Res*. 2020;291:113239. https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113239
4. COVID-19 Mental Disorders Collaborators. Global prevalence and burden of depressive and anxiety disorders in 204 countries and territories in 2020 due to the COVID-19 pandemic. *Lancet*. 2021;398(10312):1700-1712. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02143-7

5. Salehinejad MA, Azarkolah A, Ghanavati E, et al. Circadian disturbances, sleep difficulties and the COVID-19 pandemic. *Sleep Med*. 2022;91:246-252. https://doi.org/10.1016/j.sleep.2021.07.011
6. Merikanto I, Kortesoja L, Benedict C, et al. Evening-types show highest increase of sleep and mental health problems during the COVID-19 pandemic-multinational study on 19 267 adults. *Sleep*. 2022;45(2):zsab216. https://doi.org/10.1093/sleep/zsab216
7. Porcheret K, Wald L, Fritschi L, et al. Chronotype and environmental light exposure in a student population. *Chronobiol Int*. 2018;35(10):1365-1374. https://doi.org/10.1080/07420528.2018.1482556
8. Gubin D, Danilenko K, Stefani O, et al. Light Environment of Arctic Solstices is Coupled With Melatonin Phase-Amplitude Changes and Decline of Metabolic Health. *J Pineal Res*. 2025;77(1):e70023. https://doi.org/10.1111/jpi.70023
9. Siraji MA, Spitschan M, Kalavally V, et al. Light exposure behaviors predict mood, memory and sleep quality. *Sci Rep*. 2023;13(1):12425. https://doi.org/10.1038/s41598-023-39636-y
10. Brown TM, Brainard GC, Cajochen C, et al. Recommendations for daytime, evening, and nighttime indoor light exposure to best support physiology, sleep, and wakefulness in healthy adults. *PLoS Biol*. 2022;20(3):e3001571. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001571
11. Windred DP, Burns AC, Rutter MK, et al. Personal light exposure patterns and incidence of type 2 diabetes: analysis of 13 million hours of light sensor data and 670,000 person-years of prospective observation. *Lancet Reg Health Eur*. 2024;42:100943. https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2024.100943
12. Gubin D, Danilenko K, Stefani O, et al. Blue Light and Temperature Actigraphy Measures Predicting Metabolic Health Are Linked to Melatonin Receptor Polymorphism. *Biology (Basel)*. 2023;13(1):22. https://doi.org/10.3390/biology13010022
13. Gubin DG, Borisenkov MF, Kolomeichuk SN, et al. Evaluating circadian light hygiene: Methodology and health implications. *Russian Open Medical Journal*. 2024;13:e0415. https://doi.org/10.15275/rusomj.2024.0415
14. Ho FY, Poon CY, Wong VW, et al. Actigraphic monitoring of sleep and circadian rest-activity rhythm in individuals with major depressive disorder or depressive symptoms: A meta-analysis. *J Affect Disord*. 2024;361:224-244. https://doi.org/10.1016/j.jad.2024.05.155
15. Danilenko KV, Stefani O, Voronin KA, et al. Wearable Light-and-Motion Dataloggers for Sleep/Wake Research: A Review. *Applied Sciences*. 2022;12(22):11794. https://doi.org/10.3390/app122211794
16. Zhang Y, Folarin AA, Sun S, et al. Longitudinal Assessment of Seasonal Impacts and Depression Associations on Circadian Rhythm Using Multimodal Wearable Sensing: Retrospective Analysis. *J Med Internet Res*. 2024;26:e55302. https://doi.org/10.2196/55302
17. Omichi C, Koyama T, Kadotani H, et al. Irregular sleep and all-cause mortality: A large prospective cohort study. *Sleep Health*. 2022;8(6):678-683. https://doi.org/10.1016/j.sleh.2022.08.010
18. Cribb L, Sha R, Yiallourou S, et al. Sleep regularity and mortality: a prospective analysis in the UK Biobank. *Elife*. 2023;12:RP88359. https://doi.org/10.7554/eLife.88359
19. Windred DP, Burns AC, Lane JM, et al. Sleep regularity is a stronger predictor of mortality risk than sleep duration: A prospective cohort study. *Sleep*. 2024;47(1):zsad253. https://doi.org/10.1093/sleep/zsad253
20. Pye J, Phillips AJ, Cain SW, et al. Irregular sleep-wake patterns in older adults with current or remitted depression. *J Affect Disord*. 2021;281:431-437. https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.12.034
21. Messman BA, Wiley JF, Feldman E, et al. Irregular sleep is linked to poorer mental health: A pooled analysis of eight studies. *Sleep Health*. 2024;10(4):493-499. https://doi.org/10.1016/j.sleh.2024.03.004
22. Yiallourou SR, Cribb L, Cavuoto MG, et al. Association of the Sleep Regularity Index With Incident Dementia and Brain Volume. *Neurology*. 2024;102(2):e208029. https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000208029
23. Gubin D, Boldyreva J, Stefani O, et al. Light Exposure Predicts COVID-19 Negative Status in Young Adults. *Biological Rhythm Res*. 2024;55(11-12):545-546. https://doi.org/10.1080/09291016.2024.2427608
24. Gubin D, Boldyreva J, Stefani O, et al. Higher vulnerability to poor circadian light hygiene in individuals with a history of COVID-19. *Chronobiol Int*. 2025;42(1):1-14. https://doi.org/10.1080/07420528.2024.2449015
25. García-Batista ZE, Guerra-Peña K, Cano-Vindel A, et al. Validity and reliability of the Beck Depression Inventory (BDI-II) in general and hospital population of Dominican Republic. *PLoS One*. 2018;13(6):e0199750. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199750
26. Park K, Jaekal E, Yoon S, et al. Diagnostic Utility and Psychometric Properties of the Beck Depression Inventory-II Among Korean Adults. *Front Psychol*. 2020;10:2934. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02934
27. Smarr KL, Keefer AL. Measures of depression and depressive symptoms: Beck Depression Inventory-II (BDI-II), Center for Epidemiologic Studies Depression Scale (CES-D), Geriatric Depression Scale (GDS), Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS), and Patient Health Questionnaire-9 (PHQ-9). *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011;63 Suppl 11:S454-466. https://doi.org/10.1002/acr.20556
28. Rösler L, van der Lande G, Leerssen J, et al. Combining cardiac monitoring with actigraphy aids nocturnal arousal detection during ambulatory sleep assessment in insomnia. *Sleep*. 2022;45(5):zsac031. https://doi.org/10.1093/sleep/zsac031
29. Blackwell T, Redline S, Ancoli-Israel S, et al. Comparison of sleep parameters from actigraphy and polysomnography in older women: the SOF study. *Sleep*. 2008;31(2):283-291. https://doi.org/10.1093/sleep/31.2.283
30. Price LL, Lyachev A, Khazova M. Optical performance characterization of light-logging actigraphy dosimeters. *J Opt Soc AmA*. 2017;34:545-557. https://doi.org/10.1364/JOSAA.34.000545
31. Cornelissen G. Cosinor-based rhythmometry. *Theor Biol Med Model*. 2014;11:16. https://doi.org/10.1186/1742-4682-11-16
32. Phillips AJK, Clerx WM, O'Brien CS, et al. Irregular sleep/wake patterns are associated with poorer academic performance and delayed circadian and sleep/wake timing. *Sci Rep*. 2017;7(1):3216. https://doi.org/10.1038/s41598-017-03171-4
33. Fischer D, Klerman EB, Phillips AJK. Measuring sleep regularity: theoretical properties and practical usage of existing metrics. *Sleep*. 2021;44(10):zsab103. https://doi.org/10.1093/sleep/zsab103
34. Lunsford-Avery JR, Engelhard MM, et al. Validation of the Sleep Regularity Index in Older Adults and Associations with Cardiometabolic Risk. *Sci Rep*. 2018;8(1):14158. https://doi.org/10.1038/s41598-018-32402-5 Erratum in: *Sci Rep*. 2020;10(1):2993. https://doi.org/10.1038/s41598-020-59762-1
35. Pilz LK, Xavier NB, Levandovski R, et al. Circadian Strain, Light Exposure, and Depressive Symptoms in Rural Communities of Southern Brazil. *Front Netw Physiol*. 2022;1:779136. https://doi.org/10.3389/fnetp.2021.779136
36. Levandovski R, Dantas G, Fernandes LC, et al. Depression scores associate with chronotype and social jetlag in a rural population. *Chronobiol Int*. 2011;28(9):771-778. https://doi.org/10.3109/07420528.2011.602445
37. Gubin D, Neroev V, Malishevskaya T, et al. Depression scores are associated with retinal ganglion cells loss. *J Affect Disord*. 2023;333:290-296. https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.04.039
38. Hand AJ, Stone JE, Shen L, et al. Measuring light regularity: sleep regularity is associated with regularity of light exposure in adolescents. *Sleep*. 2023;46(8):zsad001. https://doi.org/10.1093/sleep/zsad001
39. Weinert D, Gubin D. The Impact of Physical Activity on the Circadian System: Benefits for Health, Performance and Wellbeing. *Applied Sciences*. 2022;12(18):9220. https://doi.org/10.3390/app12189220

Поступила 27.01.2025
Received 27.01.2025
Принята к печати 31.01.2025
Accepted 31.01.2025