

РАЗРАБОТКА СПОСОБА КОНТРОЛЯ ФИЗИЧЕСКОЙ УСТАЛОСТИ МОРЯКОВ

С. В. Козик

ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация.

В работе исследованы различные функциональные состояния психики, включающие два больших класса в зависимости от их влияния на качество деятельности: благоприятные и неблагоприятные. Отмечается, что все неблагоприятные функциональные состояния моряков обозначены одним термином — «усталость», а также, что уровень вероятности допущения ошибок моряками, находящимися в неблагоприятном функциональном состоянии, значительно возрастает. Усталость проявляется в физической, когнитивной и поведенческой сферах деятельности человека. Исследованы особенности перехода физической усталости в другие неблагоприятные функциональные состояния, связанные с изменениями в когнитивной и поведенческой сфере. Отмечается, что контроль и регулирование физической усталости обеспечиваются в первую очередь процессом качественного сна. Выполнено исследование роли сна и его влияние на здоровье и состояние человека, в частности, рассмотрены причины влияния сна на деятельность человека применительно к существующим теориям сна. Рассмотрены основные положения современных теорий сна: энергетическая, информационная, психодинамическая, лимфатическая и висцеральная, включая критерии оценки сна, которыми являются его продолжительность и структура. Исследованы основные параметры сна, такие как эффективность, количество циклов, медленный и быстрый сон. Выполнен обзор методов оценки сна: полисомнография, актиграфия, субъективный метод оценки сна. Сделан вывод о том, что в современных условиях на судне рекомендовано использование субъективного метода, реализуемого с помощью ведения дневника сна. Предложена усовершенствованная форма дневника сна: методика его ведения, анализ содержания, сделаны выводы и даны рекомендации по качеству сна и регулированию физической усталости.

Ключевые слова: функциональное состояние, физическая усталость, эмоциональная усталость, поведенческая усталость, роль сна, параметры качества сна, продолжительность и качество сна, теории сна, дневник сна, медленный сон, актиграфия, состояние усталости, продолжительность и качество сна.

Для цитирования:

Козик С. В. Разработка способа контроля физической усталости моряков / С. В. Козик // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. 2026. Т. 18. № 3. 394–405. EDN HTOBDM. DOI: 10.21821/2309-5180-2026-18-3-394-405.

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR MONITORING SEAFARERS' PHYSICAL FATIGUE

S. V. Kozik

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
St. Petersburg, Russian Federation

The paper examines various mental functional states, which can be divided into two broad categories depending on their impact on performance: favourable and unfavourable for professional activity. It is noted that all unfavourable functional states in seafarers are commonly referred to by the general term “fatigue”, and that the probability of errors made by seafarers in an unfavourable functional state increases significantly. Fatigue manifests itself in the physical, cognitive, and behavioural domains of human activity. The study examines the transition from physical fatigue to other unfavourable functional states associated with changes in the cognitive and behavioural domains. It is noted that the monitoring and regulation of physical fatigue are primarily ensured by good-quality sleep. The role of sleep and its impact on human health and condition are analysed, in particular

the reasons for the influence of sleep on human activity in relation to existing theories of sleep. The main provisions of modern theories of sleep are considered: energy conservation, information-processing, psychodynamic, glymphatic, and visceral theories, including sleep assessment criteria such as duration and structure. The main sleep parameters, including sleep efficiency, the number of sleep cycles, slow-wave sleep, and REM sleep, are analysed. The paper provides an overview of sleep assessment methods: polysomnography, actigraphy, and subjective sleep assessment. It is concluded that, under current shipboard conditions, the use of a subjective method implemented through a sleep diary is recommended. An improved form of a sleep diary is proposed, including the procedure for keeping it and analysing its content; conclusions are drawn and recommendations are provided on sleep quality and the regulation of physical fatigue.

Keywords: functional state, physical fatigue, emotional fatigue, behavioural fatigue, role of sleep, sleep quality parameters, sleep duration and quality, theories of sleep, sleep diary, slow-wave sleep, actigraphy, fatigue state.

For citation:

Kozik, Sergey V. "Development of a method for monitoring seafarers' physical fatigue." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 18.3 (2026): 394–405. DOI: 10.21821/2309-5180-2026-18-3-394-405.

Введение (Introduction)

Ввиду серьезности последствий деятельности моряков, находящихся в состоянии усталости, необходимо обеспечить контроль за данным состоянием. Усталость наблюдается в трех областях проявления личности: физической, когнитивной и поведенческой. Каждая из них имеет свои закономерности по динамике и причинам изменения состояния, последствиям влияния на поведения человека в целом, а также способам корректировки неблагоприятного состояния. Доступных рекомендаций по управлению состоянием в целом и усталостью в частности для моряков практически нет; представлены только общие рекомендации, в которых указаны следующие направления, в соответствии с которыми моряки должны совершенствовать свои знания и навыки самостоятельно путем проб и ошибок^{1, 2}:

- осознавать опасность состояния усталости;
- делать все возможное, чтобы приступить к дежурству в состоянии, пригодном для исполнения служебных обязанностей, обеспечивающим безопасность судна на протяжении всего времени;
- знать меры противодействия наступлению состояния усталости, формировать личную стратегию по устранению последствий усталости;
- знать способы определения состояния усталости у себя и других;
- сообщать об опасностях, связанных с усталостью и риском совершить ошибки, которые влияют на безопасность, в соответствии с принятыми в компании процедурами, обеспечивающими отсутствие последствий таких сообщений;
- выполнять наблюдение и поиск подходящего лечения для любых проблем со здоровьем, которые могут оказать влияние на их пригодность к работе;
- использовать достаточное количество времени сна;
- осуществлять мониторинг и эффективное управление продолжительностью сна.

По каждому из этих направлений возникает вопрос: *как это выполнить?* На данный момент этот вопрос остается риторическим, тем более что люди плохо оценивают собственный уровень усталости (работоспособности) и способности принимать решение.

Наиболее конструктивными являются рекомендации по управлению физической усталостью, которая проявляется в ухудшении здоровья, потере контроля за телесными движениями (нарушение психомоторики), непроизвольной потребности сна. Основной рекомендацией по управлению физической усталостью является использование не только достаточного количества (продолжительности) сна, но и его хорошего качества.

¹ Fatigue factors in manning and safety: Resolution A.772(18)// International Maritime Organization, 1993.

² Guidance on fatigue mitigation and management: MSC/Circ.1014//International Maritime Organization, 2001.

Цель исследования — разработать способ контроля физической усталости и усовершенствованную форму дневника сна.

Задачи исследования:

- анализ причин влияния сна на здоровье и физическую усталость (работоспособность) моряков;
- обзор теорий сна;
- анализ содержания количественных и качественных характеристик сна;
- обзор методов оценки сна;
- анализ контроля физической усталости по данным дневника сна.

Методы и материалы (Methods and Materials)

Одной из важнейших составляющих физического благополучия является сон. Самым кратким определением такого состояния, как сон, является следующее: *сон — это состояние, противоположное состоянию бодрствования*. Более развернутое определение: *сон — это периодически возникающее физиологическое состояние, противоположное бодрствованию, которое характеризуется сниженной реакцией на окружающий мир*.

Цикл *сон – бодрствование* является наиболее ярко выраженным примером циркадианного ритма. Циркадианные ритмы — это колебания биологических процессов в течение 24 ч, которые происходят на всех уровнях организации жизни, проявляющиеся в изменении температуры тела, метаболизме, уровне активности и т. д. [1].

Циркадианные ритмы имеют три фундаментальных свойства:

- ритм укладывается в 24-часовой интервал (время, за которое Земля совершает оборот вокруг своей оси);
- ритм отражает динамику изменения явлений окружающей среды, таких как цикл света и темноты, а также ряд других факторов;
- ритм поддерживается вне зависимости от диапазона температур [2].

Существуют также следующие научные определения сна:

- сон — быстро обратимое состояние, для которого характерны отсутствие сознания, сниженная активность и способность реагировать на внешние стимулы [3];
- сон — это особое генетически детерминированное состояние организма теплокровных животных (млекопитающих и птиц), характеризующееся закономерной последовательной сменой определенных полиграфических картин в виде циклов, фаз и стадий [4].

Под полиграфической картиной подразумевается характерное изменение следующих физиологических показателей:

- мышечного тонуса с помощью электромиографии;
- мозговой активности с помощью электроэнцефалографии;
- частоты сокращения сердца и частоты дыхательных движений.

В последнем определении сна отмечаются такие важнейшие его характеристики, как циклы, фазы и стадии. Цикл сна взрослого человека — это полуторачасовой период, в течение которого спящий последовательно проходит четыре стадии, начиная от дремоты (стадия 1), легкого сна (стадия 2) и заканчивая наиболее глубоким, так называемым «дельта-сном» (стадия 3 — умеренно глубокий, стадия 4 — глубокий сон) (*Non-Rapid Eye Movement (NREM)*), составляющие в сумме фазу обычного (медленного, медленно-волнового) сна, которая затем резко сменяется фазой парадоксального (быстрого) сна (*Rapid Eye Movement (REM)*). В фазе быстрого сна человек видит сны. После окончания этой фазы начинается новый цикл сна либо человек пробуждается.

За ночь человек «проходит» 4–6 циклов сна, которые неодинаковы по своей структуре: в первую половину ночи преобладает глубокий дельта-сон, под утро — легкий сон (стадия 2) и фаза быстрого сна (рис. 1).

Внешние проявления сна у млекопитающих включают снижение подвижности тела, характерную позу, повышение порога чувствительности к внешним раздражителям, закрытие глаз и обратимость данного состояния.

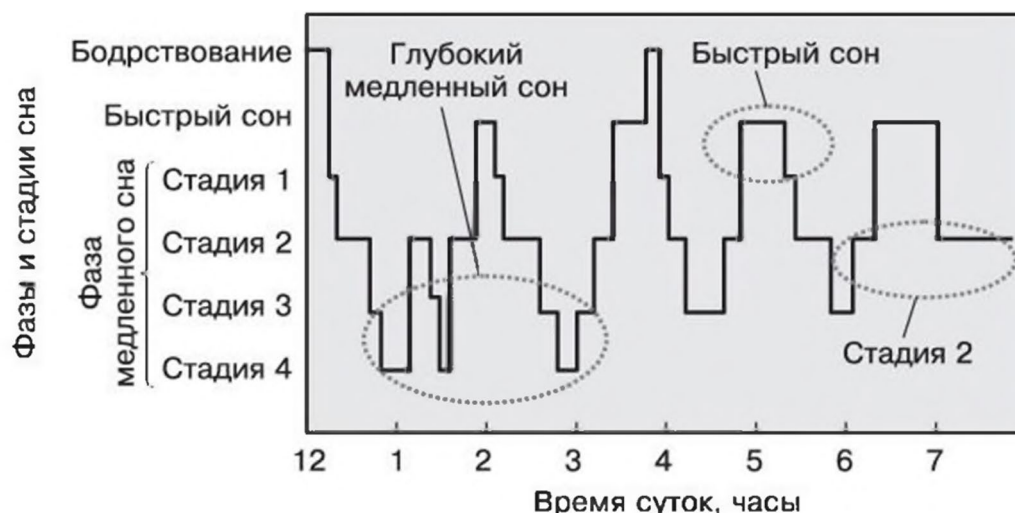


Рис. 1. Циклы, фазы и стадии ночного сна человека
Fig. 1. Cycles, Phases, and Stages of Human Nocturnal Sleep

Рассматривая особенности состояния «сон», следует охарактеризовать противоположное состояние — «бодрствование», которое является состоянием психики, характеризующимся достаточно высоким уровнем электрической активности мозга, свойственным активному взаимодействию человека с внешним миром и выраженным в целенаправленном поведении. У человека важнейшими признаками бодрствования являются *сознание* и *мышление*, у животных — условно-рефлекторная деятельность.

Различают следующие уровни бодрствования: крайний уровень напряжения, активное бодрствование, спокойное бодрствование. Каждый уровень бодрствования различается комплексом вегетативных, моторных и электроэнцефалографических показателей (полиграфической картиной). Только в состоянии бодрствования человек может наилучшим образом принимать и перерабатывать информацию, вызывать в памяти нужные избирательные системы связей, программировать и осуществлять контроль над деятельностью, корректировать ошибки, сохранять выбранную направленность деятельности.

Качество сна оказывает существенное влияние на здоровье человека. Этот факт подтвержден в многочисленных исследованиях [5–7]. В целом влияние сна на процессы, происходящие в организме человека и его здоровье, показано на рис. 2. Ответ на вопрос о том, почему качество сна оказывает значительное влияние на здоровье и состояния человека, дан в существующих теориях сна.

В научной литературе [8] представлены следующие теории сна:

1. *Энергетическая* (компенсаторно-восстановительная) теория сна, которая утверждает, что во время сна восстанавливается та энергия, которая затратилась при бодрствовании
2. *Информационная* теория утверждает, что сон возникает вследствие угнетения информации, поступающей к отделам мозга и это активирует тормозные структуры. Мозг отдыхает от переизбытка информации от окружающего мира для переработки информации
3. *Психодинамическая теория* — рассматривает сон как защитный психический механизм через отражение в нем ситуаций, произошедших во время бодрствования.
4. *Глимфатическая теория сна*. Основные положения концепции «глимфатической системы» мозга были сформулированы в 2012 г. Дж. Иллифф и М. Недергаард [9–11]. Свое название система получила благодаря клеткам глии, из которых она образована. Уникальность этой системы в том, что все артериолы, капилляры и вены мозга плотно, без просветов, окружены слоем астроглиальных отростков. Между отростками и стенкой сосуда остается небольшое пространство, по которому движется жидкость, через которую происходит удаление растворимых белков и метаболитов из мозга.



Рис. 2. Влияние сна для здоровья организма
Fig. 2. Effects of Sleep on Human Health

Функционирование лимфатической системы в упрощенном виде описывается следующим образом: во время бодрствования клетки глии плотно примыкают к аксонам и телам нейронов, оплетают мельчайшие капилляры, оставляя очень небольшое пространство. Система практически не работает. В глубоком физиологическом сне лимфатическая система повышает свою активность в 10 раз, глиозные клетки сжимаются больше, чем на половину своего объема. Пространство между сжавшейся глией и нейронами серьезно увеличивается (до 20%) и это освобождается место для жидкости, начинающая интенсивно протекать через ткани мозга. Именно во время глубокого сна (3-я и 4-я фазы сна) жидкость выводит продукты метаболизма в глубокие лимфоузлы шеи. Движение жидкости обеспечивает пульсация сосудов и волнообразным сжатием глиозных клеток. Эта макроскопическая система циркуляции жидкости в норме полностью обеспечивает обмен, адекватный интенсивному метаболизму мозга. Недостаток сна, отсутствие фазы медленного сна приводит к зашлаковыванию мозга продуктами метаболизма, что приводит в итоге к нарушению работы всей нервной системы организма.

5. *Висцеральная теория сна.* Автором теории является И. Н. Пигарев [12, 13]. В основе этой теории предположение, что во время сна центральные отделы нервной системы, включая кору мозга, переключаются с анализа информации, поступающей из внешней среды, на анализ потока сигналов от висцеральных (внутренних) систем организма, осуществляя восстановление и оптимизацию их работы. Согласно этой теории, несоответствие текущих параметров, отражающих состояние любой висцеральной системы и генетически заданных, будет вызывать ощущение усталости (давления сна) и если окружающая обстановка не позволяет перейти ко сну, сон может наступить лишь в некоторых корковых зонах при сохранении поведенческой активности. Поведенческие задачи, не требующие вовлечения высших корковых ресурсов, могут нормально реализовываться даже в условиях, когда часть корковых зон уже спит. Однако в ситуациях, когда всю мощь коры мозга необходимо задействовать для принятия сложных решений, локальный сон может привести к серьезным последствиям. Поэтому появление локального сна в периоды бодрствования является признаком наличия скрытых проблем в работе внутренних органов человека.

Результаты (Results)

При оценке качества сна используются следующие критерии:

1. *Продолжительность сна.* Для оценки сна по этому критерию, в зависимости от используемого метода, рассчитываются пять числовых показателей, приведенных в табл. 1.

Таблица 1

Числовые показатели продолжительности сна

Table 1

Quantitative Indicators of Sleep Duration

№ п/п.	Показатель	Описание показателя	Нормируемое значение
1	Время нахождения в кровати, мин	Интервал времени от момента отхода ко сну до момента пробуждения	420
2	Латентность ко сну, мин	Интервал времени от отхода ко сну до засыпания	≤ 20
3	Пробуждения после засыпания, мин	Длительность пробуждений за период времени от засыпания до пробуждения	10
4	Эффективность сна, %	$1-2-3/1 \cdot 100$	≥ 80
5	Дневной сон, мин	Длительность дневного сна, преобладание монофазного или полифазного характера сна	≤ 30

2. *Структура сна.* Для оценки сна по этому критерию, в зависимости от используемого метода, рассчитываются числовые показатели, содержание которых представлены в табл. 2.

Таблица 2

Числовые показатели структуры сна

Table 2

Quantitative Indicators of Sleep Structure

№ п/п.	Показатель	Описание показателя	Нормируемое значение
1	Продолжительность фазы быстрого сна, %	Суммарное время быстрого сна по отношению ко всему сну	45
2	1-я стадия медленного сна, %	Суммарное время 1-й стадии к продолжительности медленного сна	20
3	2-я стадия медленного сна, %	Суммарное время 2-й стадии к продолжительности медленного сна	70
4	3-я стадия медленного сна, %	Суммарное время 3-й стадии к продолжительности медленного сна	—
5	Число циклов сна	Число циклов <i>медленный – быстрый</i> сон	5

3. *Субъективная удовлетворенность качеством сна.* Оценка продолжительности сна и его структур производится самим человеком на основе личного мнения, характеризуя его эффективности и влияние на состояния в период бодрствования.

Для оценки качества сна используются следующие методы.

Полисомнография (ПСГ) — объективный метод оценки сна. Назначается при подозрении на нарушения сна и позволяет наиболее точно оценить характеристики сна. Регистрируются различные физиологические параметры: электроэнцефалограмма, электрокардиограмма, электроокулограмма, электромиограмма, параметры дыхания, насыщение крови кислородом. ПСГ является

дорогостоящим и затратным с точки зрения материальных и человеческих ресурсов исследованием, доступен в крупных медицинских центрах и специализированных лабораториях.

Актиграфия — метод для диагностики характеристик сна путем регистрации двигательной активности тела человека по данным трехосевого акселерометра, который позволяет фиксировать: фазы сна, продолжительность сна и его эффективность. Современные запястные актиграфы имеют вид браслета или наручных часов и могут регистрировать данные в течение нескольких недель [14].

Субъективный метод оценки сна — использование различных опросников, которые помогают сориентироваться относительно основных характеристик сна и дневных симптомов, которые возникают при снижении качества сна.

Обсуждение (Discussion)

В настоящее время единственным доступным методом контроля качества сна моряков является субъективный метод оценки сна, который реализуется использованием дневника сна (табл. 3) в сочетании с оценкой его качества с помощью нескольких небольших опросников. Данный подход рекомендован Рекомендациями ИМО по управлению усталостью.

Таблица 3

Дневник сна

Table 3

Sleep Log

Дата (день, месяц (например, 12.01)	Я лег в кровать в (часов, минут):	Я поднялся с кровати в (часов, минут):	Я проспал общее число часов, минут	Качество сна (0–7 баллов) по шкале SQ	Сонливость (0–9 баллов) по шкале KSS	Внешняя оценка усталости (0–7 баллов) по шкале SPC	Категория усталости / Сумма баллов (самооценка усталости)	Примечание (меры контроля усталости при выявлении категории 1 или 2)
1	2	3	4	5	6	7	8	9

При ведении дневника сна морякам предлагается записывать время отхода ко сну и пробуждения, а также продолжительность сна. Если сон в течение суток был несколько раз, то на одну дату необходимо предусмотреть несколько строчек в дневнике.

Разница числовых значений в графах 2 и 3 может не соответствовать значению в графе 4, так как нахождение в кровати не означает, что человек спит. Это связано с длительностью засыпания и пробуждения.

Качество сна определяется по семибалльной шкале (шкала SQ) — графа 5 табл. 3. Градация шкалы имеет следующий вид: 1 балл — высокое качество, 2 балла — хорошее качество, 3 — выше среднего, 4 — среднее качество, 5 — ниже среднего, 6 — низкое качество, 7 — очень низкое качество сна.

Сонливость оценивается в девятибалльной шкале (шкала KSS) Каролинска (The Karolinska Sleepiness Scale), разработанной в Каролинском институте в Швеции, и часто используется в научных целях (графа 6 табл. 3). Градация шкалы имеет следующий вид: 1 балл — полностью внимателен к выполнению служебных обязанностей; 2 балла — внимателен; 3 балла — практически внимателен; 4 — рассеянный; 5 — ни бодрый, ни сонный; 6 — некоторые признаки сонливости;

7 — сонный, но никаких усилий для бодрствования; 8 — сонный, необходимы некоторые усилия для сохранения бодрствования; 9 — очень сонный, необходимы большие усилия для борьбы со сном.

Внешняя оценка усталости оценивается по семибалльной шкале Самн – Перели (шкала SPC) (графа 7 табл. 3). Градация шкалы следующая: 1 балл — полностью бдительный, внимательный; 2 балла — внимательный, но не на пике концентрации внимания; 3 — хорошо, в некотором роде свежий; 4 — немного устал, но не бодрый; 5 — умеренно уставший, расстроенный; 6 — очень усталый, очень сложно концентрировать внимание; 7 — полностью измученный, неспособный функционировать эффективно.

Самооценка усталости (Fatigue Self-Assessment Scale) определяется путем ответа на вопросы:

- о готовности к выполнению работы;
- о самочувствии (усталость);
- о количестве сна;
- о качестве сна;
- о наличии физических и психических признаков усталости (табл. 4).

Таблица 4

Самооценка усталости

Table 4

Fatigue Self-Assessment

Готовность к работе	1	Нет	
Вы уверены, что готовы к работе?	2	Да, но под дополнительным контролем	
	3	Да	
Усталость	1	Очень утомлен, с трудом может сохранять бдительность	
Как Вы чувствуете себя сейчас?	2	Немного устал, требуются усилия, чтобы оставаться начеку	
	3	Достаточно внимателен — бодрствующий	
Количество сна	1	Нет	
Вы спали последние 24 часа?	2	Да, но я не выспался идеально	
	3	Да, у меня идеальное количество сна	
Качество сна	1	Плохое	
Как бы вы оценили качество сна?	2	Среднее	
	3	Хорошее	
Признаки усталости	1 — да	Испытывали ли вы какие-либо физические признаки усталости непосредственно перед или во время этого служебного периода, т. е. микросон	3 — нет
	1 — да	Испытывали ли вы психические признаки усталости непосредственно перед или во время этого служебного периода, т. е. трудности с концентрацией внимания	3 — нет

Каждый из показателей имеет числовую градацию от 1 до 3. Подсчитывается общее число баллов и записывается в таблицу. Определяется категория усталости в соответствии со следующим критериями:

- если один или несколько ответов — 1, то ваша категория усталости — 1;
- если один или несколько ответов — 2, то ваша категория усталости — 2;
- если один или несколько ответов — 3, то ваша категория усталости — 3.

Категория усталости записывается в таблицу дневника сна (графа 8 табл. 3). В зависимости от категории усталости сформулированы рекомендуемые действия, содержание которых приведено в табл. 5.

Таблица 5

Рекомендуемые действия в зависимости от категории усталости

Table 5

Recommended Actions by Fatigue Category

Категория	Необходимое действия
1	Как только это станет безопасным, приостановите все критически важные для безопасности задачи, которые были начаты. Доложите своему непосредственному руководителю о состоянии усталости
2	Перед началом вашего служебного периода или началом выполнения поставленных задач или перед продолжением работы над начатой задачей, внедрить меры контроля над усталостью по мере необходимости
3	Следите за признаками усталости; никаких дополнительных мер контроля не требуется

Принятые меры из состава рекомендуемых в табл. 5 указаны в графе 9 табл. 3.

Анализ данных из дневника сна следует проводить в течение семидневного периода. Предлагается установить:

- продолжительность, эффективность и характер сна (полифазный или монофазный);
- влияние полученного сна на самочувствие, усталость (работоспособность);
- сделать вывод о его достаточности для компенсации физической усталости.

При наличии 1-й категории усталости выводы, полученные на основе анализа данных дневника сна, позволяют аргументированно выполнить рекомендацию, содержащуюся в табл. 5: доложить руководителю о состоянии усталости и получить время для полноценного монофазного сна.

Недостатком субъективного метода оценки качества сна, реализованного путем ведения дневника сна, является отсутствие информации о структуре сна: наличии и продолжительности медленного сна, а также числе циклов «медленный – быстрый сон». Как отмечалось ранее, именно в период медленного сна происходит «чистка» головного мозга и восстановление работоспособности внутренних органов, а его отсутствие может существенно снизить работоспособность даже при наличии в целом достаточно продолжительного сна. Устранить этот недостаток можно использованием метода актиграфии, который часто реализуется в фитнес-браслетах и умных часах. Использование таких устройств требует совершенствования их программного обеспечения для учета особенностей деятельности моряков на судне.

Выводы (Summary)

На основе проведенного исследования можно сделать следующие выводы

1. Усталость наблюдается в трех областях проявления личности: физической, когнитивной и поведенческой [15–18]. Управление физической усталостью обеспечивается использованием достаточного количества сна, при этом особое значение имеет не только количество сна (эффективность сна), но и его качество (число циклов «быстрый – медленный сон»).

2. На основе анализа научных исследований [1–7], посвященных влиянию сна и бодрствования на деятельность человека, сделаны заключения о том, что недостаток сна отрицательно влияет в целом на здоровье человека, его работоспособность, адекватность поведения и принимаемые решения; сон успешно регулирует физическую усталость (с развитием физической усталости начинается переход в другие неблагоприятные функциональные состояния, связанные с изменениями в когнитивной и поведенческой сферах).

3. Объяснение причин влияния сна на деятельность человека дано в существующих теориях сна. Следует выделить глимфатическую и висцеральные теории сна. В соответствии с глимфатической теорией в период медленного сна происходит «очистка» мозга от продуктов метаболизма. В соответствии с висцеральной теорией во время сна, в дополнение к автономной нервной системе, центральные отделы нервной системы, включая кору головного мозга, переключаются с анализа информации, поступающей из внешней среды, на анализ потока сигналов от висцеральных (внутренних) систем организма, осуществляя при этом восстановление и оптимизацию их работы.

4. Для характеристики сна используются показатели его эффективность, структуры и субъективной удовлетворенностью сном. Получение числовых значений показателей качества сна осуществляется путем применения методов полисомнографии, актиграфии и субъективного метода. На основе результатов анализа этих методов сделан вывод о том, что в современных условиях плавания судна рекомендовано использовать субъективный метод, реализуемый с помощью ведения дневника сна.

5. Разработана усовершенствованная форма дневника сна, в котором для каждого суток отображаются продолжительность сна, субъективная оценка его полноты, а также влияние на самочувствие. Дневник можно вести в электронном и бумажном виде. Анализ данных дневника сна позволяет аргументированно управлять физической усталостью.

6. Для получения характеристики структуры сна перспективным является использование метода актиграфии (фитнес-браслет, умные часы), что позволит регулировать продолжительность медленного сна. Условия и возможность применения этого метода в условиях плавания судна требуют дополнительных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Partch C. L. Molecular architecture of the mammalian circadian clock / C. L. Partch, C. B. Green, J. S. Takahashi // Trends in Cell Biology. — 2014. — Т. 24. — № 2. — С. 90–99. DOI: 10.1016/j.tcb.2013.07.002.
2. Mohawk J. A. Central and Peripheral Circadian Clocks in Mammals / J. A. Mohawk, C. B. Green, J. S. Takahashi // Annual Review of Neuroscience. — 2012. — Vol. 35. Is. Volume 35, 2012. — Pp. 445–462. DOI: 10.1146/annurev-neuro-060909-153128.
3. Пучкова А. Н. Исследования обучения во сне: проблемы, достижения и перспективы / А. Н. Пучкова // Журнал неврологии и психиатрии имени С. С. Корсакова. — 2019. — Т. 119. — № 4-2. — С. 8–14. EDN FOBREP. DOI: 10.17116/jnevro20191190428.
4. Завалко И. М. Как возникла наука о сне / И. М. Завалко, В. М. Ковальзон // Природа. — 2014. — № 4(1184). — С. 55–63. EDN SENRED.
5. А. П. А. Форстер Здоровье сна / А. П. А. Форстер, Э. Й. В. Ван Сомерен, А. И. Пак [и др.] // Уральский медицинский журнал. — 2025. — Т. 24. — № 1. — С. 159–178. EDN VDKZXA. DOI: 10.52420/umj.24.1.159.
6. Взаимосвязь сна и заболеваний сердечно-сосудистой системы / Н. В. Самохин, Ю. Ю. Отставнова, М. М. Степанов, Е. М. Суркичин // Кремлевская медицина. Клинический вестник. — 2025. — № 3. — С. 85–89. EDN GEJAXT. DOI: 10.48612/cgma/149u-zm29-59b7.
7. Sleep-dependent upscaled excitability, saturated neuroplasticity, and modulated cognition in the human brain / M. A. Salehinejad, E. Ghanavati, J. Reinders, J. G. Hengstler, M-F. Kuo, M. A. Nitsche // eLife. 2022. Vol. 11. Pp. e69308. DOI: 10.7554/eLife.69308.
8. Бегларян Л. А. Современные теории сна (обзор) / Л. А. Бегларян, И. Л. Привалова // Innova. — 2024. — Т. 10. № 4. — С. 28–33. EDN XFTTYS.
9. Воронов А. И. Шизофрения, сон и глимфатическая система головного мозга / А. И. Воронов // Тюменский медицинский журнал — 2017. — Т. 19. — № 1. — С. 41–48. — EDN YPDFQV.
10. A Paravascular Pathway Facilitates CSF Flow Through the Brain Parenchyma and the Clearance of Interstitial Solutes, Including Amyloid β / J. J. Iliff, M. Wang, Y. Liao, B. A. Plogg, W. Peng, G. A. Gundersen, H. Benveniste, G. E. Vates, R. Deane, S. A. Goldman, E. A. Nagelhus, M. Nedergaard // Science Translational Medicine. — 2012. — Vol. 4. — Is. 147. — Pp. 147ra111–147ra111. — DOI: 10.1126/scitranslmed.3003748.
11. The Glymphatic System: A Beginner's Guide / N. A. Jessen, A. S. F. Munk, I. Lundgaard, M. Nedergaard // Neurochemical Research. — 2015. — Vol. 40. — Is. 12. — Pp. 2583–2599. — EDN LVWHHY. DOI: 10.1007/s11064-015-1581-6.

12. *Пигарев И. Н.* Асинхронное развитие сна как вероятная причина снижения когнитивных функций и возникновения ряда патологических состояний, связанных с циклом «сон - бодрствование» / И. Н. Пигарев, М. Л. Пигарева // Эффективная фармакотерапия. — 2014. — № 22. — С. 6–15. EDN SXXMIZ.
13. *Пигарев И. Н.* Висцеральная теория сна / И. Н. Пигарев // Журнал высшей нервной деятельности имени И. П. Павлова. — 2013. — Т. 63. — № 1. — С. 86. EDN PRFIHR. DOI: 10.7868/S0044467713010115.
14. Метод актиграфии для оценки характеристик сна и ритма сон-бодрствование / М. В. Бочкарев, Л. С. Коростовцева, Е. А. Медведева, Ю. В. Свириев // Профилактическая медицина. — 2019. — Т. 22. — № 2. — С. 95–100. EDN SSKVEK. DOI: 10.17116/profmed20192202195.
15. *Козик С. В.* Психодиагностический подход к оценке усталости моряков / С. В. Козик // Сборник научных статей национальной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»: сборник статей конференции, Санкт-Петербург, 30 сентября – 20 октября 2024 года. — Санкт-Петербург: Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова, 2025. — С. 37–41. EDN QIXIAE.
16. *Козик С. В.* Структурирование терминологического аппарата, используемого при анализе влияния человека на безопасность судоходства / С. В. Козик // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2025. — Т. 17. — № 2. — С. 216–232. EDN KMRRYP. DOI: 10.21821/2309-5180-2025-17-2-216-232.
17. *Козик С. В.* Опыт изучения динамики работоспособности у плавсостава / С. В. Козик // Транспортное дело России. — 2025. — № 4. — С. 72–75. EDN BDAVBV.
18. *Козик С. В.* Анализ проблемы усталости моряков при осуществлении профессиональной деятельности / С. В. Козик // Речной транспорт (XXI век). — 2025. — № 4(116). — С. 48–51. EDN LBMOCF.

REFERENCES

1. Partch, C. L., C. B. Green and J. S. Takahashi. “Molecular architecture of the mammalian circadian clock.” *Trends in Cell Biology* 24.2 (2014): 90–99. DOI: 10.1016/j.tcb.2013.07.002.
2. Mohawk, J. A., C. B. Green and J. S. Takahashi. “Central and Peripheral Circadian Clocks in Mammals.” *Annual Review of Neuroscience* 35. Volume 35, 2012 (2012): 445–462. DOI: 10.1146/annurev-neuro-060909-153128.
3. Puchkova, A. N. “Learning during sleep: pitfalls, advances and promises.” *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry* 119.4-2 (2019): 8–14. DOI: 10.17116/jnevro20191190428.
4. Zavalko, I. M. and V. M. Koval'zon. “How the science of sleep emerged.” *Priroda* 4(1184) (2014): 55–63.
5. A. P. A. Vorster, C. L. A. Bassetti et al. “Sleep Health.” *Clinical and Translational Neuroscience* 8.1 (2024). DOI: 10.3390/ctn8010008.
6. Samokhin, N. V., Yu. Yu. Otstavnova, M. M. Stepanov and E. M. Surkichin. “Relationship between sleep and cardiovascular diseases.” *Kremlin Medicine Journal* 3 (2025): 85–89. DOI: 10.48612/cgma/149u-zm29-59b7.
7. Salehinejad, M. A., M. A. Nitsche et al. “Sleep-dependent upscaled excitability, saturated neuroplasticity, and modulated cognition in the human brain.” *eLife* 11 (2022): e69308. DOI: 10.7554/eLife.69308.
8. Beglaryan, L. A. and I. L. Privalova. “Modern sleep theories (review).” *Innova* 10.4 (2024): 28–33.
9. Voronov, A. I. “Schizophrenia, sleep and cns glymphatic system.” *Tyumen Medical Journal* 19.1 (2017): 41–48.
10. Iliff, J. J., M. Nedergaard et al. “A Paravascular Pathway Facilitates CSF Flow Through the Brain Parenchyma and the Clearance of Interstitial Solutes, Including Amyloid β .” *Science Translational Medicine* 4.147 (2012): 147ra111–147ra111. DOI: 10.1126/scitranslmed.3003748.
11. Jessen, N. A., A. S. F. Munk, I. Lundgaard and M. Nedergaard. “The Glymphatic System: A Beginner's Guide.” *Neurochemical Research* 40.12 (2015): 2583–2599. DOI: 10.1007/s11064-015-1581-6.
12. Pigarev, I. N. and M. L. Pigareva. “Asynchronous development of sleep – a plausible cause of cognitive impairment and a number of pathological conditions related to sleep-wake cycle.” *Effektivnaya farmakoterapiya* 22 (2014): 6–15.
13. Pigarev, I. N. “Vistseral'naya teoriya sna.” *I.P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity* 63.1 (2013): 86. DOI: 10.7868/S0044467713010115.
14. Bochkarev, M. V., L. S. Korostovtseva, E. A. Medvedeva and Yu. V. Sviryaev. “Actigraphy for estimation of the characteristics of sleep and sleep-wake rhythm.” *Russian Journal of Preventive Medicine and Public Health* 22.2 (2019): 95–100. DOI: 10.17116/profmed20192202195.

15. Kozik, S. V. “A psychodiagnostic approach to assessing seafarers fatigue.” *Sbornik nauchnykh statey natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava FGBOU VO “GUMRF imeni admirala S. O. Makarova”*: *Sbornik statey konferentsii, Sankt-Peterburg, 30 sentyabrya – 20 oktyabrya 2024 goda*. Sankt-Peterburg: Gosudarstvennyy universitet morskogo i rechnogo flota im. admirala S. O. Makarova, 2025: 37–41.

16. Kozik, S. V. “Structuring of the terminological apparatus used in the analysis of the influence of the human factor on the safety of navigation.” *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 17.2 (2025): 216–232. DOI: 10.21821/2309-5180-2025-17-2-216-232.

17. Kozik, S. V. “The experience of studying the dynamics of working capacity of the crew.” *Transport Business in Russia* 4 (2025): 72–75.

18. Kozik, S. V. “The analysis of the problem of fatigue among seafarers during their professional activities.” *Rechnoy transport (XXI vek)* 4(116) (2025): 48–51.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Козик Сергей Викторович —

кандидат военных наук, доцент

ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала

С. О. Макарова»

198035, Российская Федерация,

Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7

e-mail: koserbik@mail.ru, konkurs@gumrf.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kozik, Sergey V. —

PhD in Military Sciences, Associate Professor

Admiral Makarov State University

of Maritime and Inland Shipping

5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg,

198035, Russian Federation

e-mail: koserbik@mail.ru, konkurs@gumrf.ru

Статья поступила в редакцию 17 февраля 2026 г.

Received: Feb. 17, 2026.