

МЕНЕДЖМЕНТ

УДК 629.362

DOI <https://doi.org/10.33082/td.2024.1-20.01>

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ СТРЕСОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ ЧЛЕНІВ ЕКІПАЖУ СУДНА ШЛЯХОМ КОНТРОЛЮ ЗА РІВНЕМ КОРТИЗОЛУ

Ю.В. Бичковський¹, О.М. Мельник², М.П. Булгаков³

¹старший викладач кафедри навігації і керування судном,
Одеський національний морський університет,
капітан далекого плавання, Одеса, Україна,
ORCID ID: 0000-0003-1459-9029

²к.т.н., доцент, доцент кафедри судноводіння і морської безпеки,
Одеський національний морський університет, Одеса, Україна,
капітан далекого плавання,
ORCID ID: 0000-0001-9228-8459

³к.т.н., доцент, доцент кафедри судноводіння і морської безпеки,
Одеський національний морський університет, Одеса, Україна,
ORCID ID: 0000-0002-7172-8678

Анотація

Вступ. Визначення рівня стресового навантаження є однією з найважливіших проблем сучасного менеджменту. Дана робота присвячена проблемі використання аналізу стресового навантаження шляхом постійного контролю за рівнем кортизолу у працівників, які мають високий рівень стресового навантаження в процесі виконання професійних обов'язків. Перелік таких професій дуже широкий, тому автори зосередилися на працівниках транспортної галузі, зокрема працівниках водного транспорту. **Мета.** Дана стаття вивчає вплив стресового навантаження на рівень безпеки судноплавства. Автори статті стверджують, що постійний контроль за стресовим навантаженням у судноводіїв може допомогти зменшити кількість аварій з суднами. Саме така категорія працівників, як правило, часто виконує власні службові обов'язки у стані підвищеного стресового навантаження, що є причиною багатьох аварій з суднами у різних районах Світового океану. **Результати.** Виявлено, що помічники капітанів мають вищий рівень кортизолу, ніж капітани. Це може бути пов'язано з меншим досвідом роботи помічників капітанів. Зміни у погодних умовах викликали зростання рівня кортизолу у судноводіїв. Це свідчить про важливість врахування погодних умов у розробці робочих графіків та умов контрактів для моряків. Дослідження також підтвердило взаємозв'язок між харчуванням, відпочинком та рівнем стресу. Рекомендації щодо належного харчування та регулярного відпочинку можуть сприяти зменшенню стресового навантаження. Саме тому необхідний постійний контроль за стресовим навантаженням працівників, що дасть можливість зменшити кількість аварій із суднами та запобігти численним наслідкам,

які виникають у результаті аварій. Дослідження присвячене оцінці стресового навантаження у судноводіїв на основі аналізу рівня кортизолу. Для цього використовувалася методика збору сечі та лабораторних досліджень з урахуванням факторів, таких як вік, досвід роботи та умови навколишнього середовища. Результати показали зростання рівня кортизолу у помічників капітанів, особливо за несприятливих погодних умов. Застосування цього методу виявило можливість оперативного контролю за рівнем стресу та регулювання навантаження на судноводіїв. Дослідження також підкреслило вплив харчування та відпочинку на рівень стресу. Запропоновано рекомендації стосовно змін робочих умов, які були прийняті на практиці судновласником, включаючи порядок зміни судноводіїв та скорочення термінів контрактів залежно від сезону. Загальні висновки дозволяють розглядати цей метод як ефективний інструмент для вимірювання стресового стану моряків та забезпечення безпеки судноплавства. **Висновки.** Вимірювання рівня кортизолу в сечі є ефективним методом оцінки стресового навантаження у судноводіїв. Його використання дозволило оперативно контролювати та адаптувати робочі умови, щоб забезпечити безпеку судноплавства. Необхідно приділяти увагу психологічному стану судноводіїв, особливо помічників капітанів. Необхідно враховувати погодні умови у розробці робочих графіків та умов контрактів для моряків. Рекомендації щодо належного харчування та регулярного відпочинку можуть сприяти зменшенню стресового навантаження у моряків. Необхідно розробляти технологічні засоби для оперативного контролю за рівнем кортизолу, що може забезпечити регулювання стресового навантаження та підвищити безпеку судноплавства.

Ключові слова: людський елемент, кортизол, моніторинг стресу, глюкокортикоїдний гормон, біосенсорика, надниркові залози.

THE METHOD OF DETERMINING THE STRESS BURDEN OF SHIP CREW MEMBERS BY MONITORING THE LEVEL OF CORTISOL

Yu.V. Bychkovsky¹, O.M. Melnyk², M.P. Bulgakov³

¹Senior Lecturer, Department of Navigation and Ship Handling,
Odesa National Maritime University, Odesa, Ukraine,
Master mariner

²PhD, Associate Professor, Department of Seamanship and Maritime Security,
Odesa National Maritime University, Odesa, Ukraine
Master mariner

³PhD, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Navigation
and Maritime Safety,
Odesa National Maritime University, Odesa, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0002-7172-8678

Summary

Introduction. Determining the level of stress load is one of the most important problems of modern management. This paper is devoted to the problem of using stress load analysis by continuously monitoring the level of cortisol in employees who have a high level of stress in the course of performing their professional duties. The list of such professions is very wide, therefore, the authors focused on employees of the transport

industry, specifically, water transport workers. **Purpose.** This article examines the impact of stress on the level of shipping safety. The authors of the article argue that constant monitoring of the stress load of navigators can help reduce the number of ship accidents. It is this category of employees who, as a rule, often perform their duties under high stress, which is the cause of many ship accidents in different parts of the world ocean. **Results.** It was found that assistant captains have higher cortisol levels than captains. This may be due to the lesser experience of assistant captains. Changes in weather conditions caused an increase in cortisol levels in shipmasters. This demonstrates the importance of taking weather conditions into account when developing work schedules and contractual terms for seafarers. The study also confirmed the relationship between nutrition, rest and stress levels. Recommendations for proper nutrition and regular rest can help reduce stress. That is why it is necessary to constantly monitor the stress load of employees, which will help reduce the number of ship accidents and prevent numerous consequences that arise as a result of accidents. The study is dedicated to assessing the stress load of shipmasters based on the analysis of cortisol levels. This was done using urine collection and laboratory tests, taking into account factors such as age, work experience and environmental conditions. The results showed an increase in cortisol levels in assistant captains, especially in adverse weather conditions. The application of this method has revealed the possibility of promptly monitoring stress levels and regulating the workload of ship's officers. The study also highlighted the impact of nutrition and rest on stress levels. Recommendations for changes in working conditions were proposed and adopted in practice by the shipowner, including the procedure for changing seafarers and reducing the duration of contracts depending on the season. The general conclusions allow us to consider this method as an effective tool for measuring seafarers' stress and ensuring safety of navigation. **Conclusions.** Measuring urinary cortisol levels is an effective method for assessing the stress load of seafarers. Its use has made it possible to promptly monitor and adapt working conditions to ensure safe navigation. Attention should be paid to the psychological state of seafarers, especially assistant masters. Weather conditions should be taken into account in the development of work schedules and contractual terms for seafarers. Recommendations on proper nutrition and regular rest can help reduce seafarers' stress. Technological means for operational monitoring of cortisol levels should be developed, which can help regulate stress and improve shipping safety.

Key words: human element, cortisol, stress monitoring, glucocorticoid hormone, biosensing, adrenal glands.

Постановка проблеми. Аналіз аварійності суден за останні десять років показав зменшення випадків загибелі суден. Однак протягом останніх років ця цифра зупинилася на позначці близько 55 суден на рік і ми не бачимо тенденції до зменшення цієї кількості. Це свідчить про те, що сумарні зусилля ІМО, держав прапора суден, класифікаційних товариств, судновласників та портових адміністрацій дали певний результат для зменшення кількості випадків загибелі суден. Коливання випадків близько 55 випадків/рік свідчать про те, що наявність деяких причин не дозволяє досягнути подальшого зменшення кількості випадків загибелі. Серед цих причин головною, на думку авторів, є людський фактор,

зокрема фактор стресу. Багато разів автори звертали увагу на це питання. Одним із найважливіших питань щодо стресу є питання визначення фактичного рівня стресу у людини. На даний час не існує 100% інструменту впевненого визначення стресу. У багатьох випадках ця оцінка виконується на підставі виконання письмового тестування людини та аналізу результатів тестування для прийняття рішення. В інших випадках виконується аналіз стану людини з урахуванням низки факторів (поведінка, спілкування, рух тіла, очей тощо). На жаль, такий підхід не дає чіткого визначення рівня стресу людини та не може бути використаний для надання будь-яких обґрунтованих рекомендацій щодо необхідних заходів, яких необхідно вживати для зменшення стресового навантаження.

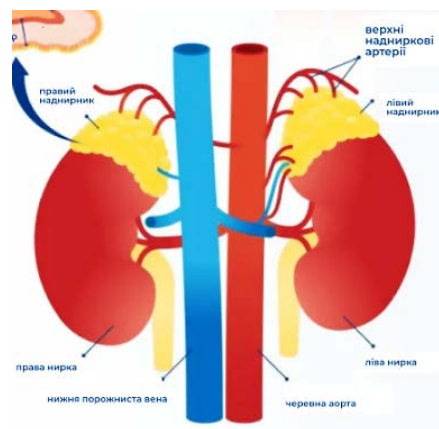


Рис. 1. Схема розташування надниркових залоз [8]

Серед працівників медичної галузі давно відомий взаємозв'язок між рівнем стресу та кількістю кортизолу у людини. Виконання контролю за рівнем кортизолу дає можливість визначити зростання рівня стресу та своєчасно прийняти комплекс дій для зменшення стресового навантаження.

Кортизол – це гормон, що утворюється у надниркових залозах. Він захищає організм від стресу, регулює рівень артеріального тиску, бере участь в обміні білків, жирів та вуглеводів.

Однак у цьому питанні не все так просто. Причина цього криється в тому, що існує низка інших факторів, які також впливають на рівень кортизолу у людини. Це такі фактори: наявність захворювань у людини, вік та стан, якість їжі тощо. Усе це не дозволяє отримати чітку картину для виконання аналізу стресового навантаження людини з необхідною точністю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Під час роботи над даною статтею автори звернули увагу на рішення цього питання на підставі аналізу багатьох робіт фахівців морської та медичної галузі. Так, тривалий вплив стресу і вивільнення кортизолу з кори надниркових залоз було розглянуто у роботах “Cortisol detection methods for stress monitoring in connected health” [1], “Study on Serum Cortisol and Perceived Stress Scale in the Police Constables” [4], “Cortisol detection methods for stress monitoring in connected health” [5], “Wearable and Implantable Cortisol-Sensing Electronics for Stress Monitoring” [6], “Cortisol Monitoring Devices

toward Implementation for Clinically Relevant Biosensing In Vivo” [7] та в інших публікаціях. Стрес впливає на багато інших біомаркерів, але кортизол вважається найважливішим і потенційно клінічно корисним біомаркером для оцінки та моніторингу стресу.

Мета статті – продемонструвати ефективність використання рівня кортизолу в сечі як методу оцінки стресового навантаження у судноводіїв. Додаткові цілі статті включають аспекти висвітлення впливу досвіду та робочих умов на рівень стресу у судноводіїв, акцентують увагу на необхідності врахування психофізіологічних аспектів морської праці та надають підстави для впровадження систем моніторингу психофізіологічного стану моряків.

Виклад основного матеріалу. Автори даної публікації протягом декількох місяців спостерігали за рівнем кортизолу у судноводіїв днопоглиблювального каравану в акваторії порту Чорноморська. Вибір об’єкту для спостереження базувався на підставі чіткого розуміння того, що саме судноводії цієї групи отримують дуже високе стресове навантаження через виконання великої кількості самостійних швартувань в різних погодних умовах за добу. За умовами праці серед восьми членів екіпажу шаланди тільки капітан і його помічник знаходяться під впливом постійних високих стресових навантажень. Так, протягом часу спостереження було відмічено виконання до 25 підходів і відходів шаланд до земснаряду в межах дуже обмеженої акваторії для підходу через наявність багатьох канатів якорів, на яких стоїть земснаряд. Це виконувалося у різний час доби, в різних умовах видимості. Часто під час маневрування судноводії були змушені компенсувати негативний вплив вітру та течії, що викликало додаткове навантаження на них. Цілком зрозуміло, що робота в таких умовах викликала постійне зростання стресового навантаження. Наприклад, серед капітанів торговельного флоту є багато тих, хто під час своєї роботи на посаді капітана не виконав жодного самостійного швартування без допомоги лоцмана та буксирів.

Кортизол в багатьох наукових публікаціях також називають гормоном стресу. Коли ваше тіло відчуває загрозу – фізичну чи психологічну, мозок посилає сигнал у надниркові залози, а вони у відповідь виробляють кортизол.

Цей гормон відіграє ключову роль у покращенні уваги, стимулює кровообіг та сприяє синтезу глюкози. Ці процеси сприяють виділенню додаткової енергії, щоб організм ефективніше впорався із стресом. Саме цей підхід до визначення стресового навантаження було використано під час проведення дослідження. За підтримки керівництва компанії-судновласника “White Forms Contractors Ltd” для отримання максимально точних результатів спостережень автори вжили таких заходів:

– перед початком роботи за контрактом усі судноводії здавали аналіз добового рівня кортизолу. Серед наявних способів виконання аналізу було обрано визначення рівня кортизолу через аналіз сечі. Автори керувалися у власному виборі методу дослідження тим, що по-перше, близько 10% вільного кортизолу знаходиться у сечі, по-друге, тим, що взяття цього аналізу є зовсім простим і не викликає необхідності присутності медичного працівника;

– після впевненості у тому, що на первинний рівень кортизолу не впливає будь-яка хвороба, проблема, подальше спостереження за рівнем стресового навантаження виконувалося від відправного, первинного значення;

– додатково згідно з домовленостями судноводії першої шаланди зобов'язалися дотримуватися наших рекомендацій щодо якості їжі та напоїв, а на другій шаланді таких обмежень не було;

– аналізи збиралися щотижня станом на ранок, обід та вечір. Лабораторні результати з середньої кількості кортизолу кожного з судноводіїв отримувалися через декілька діб.

Для розуміння ходу виконання дослідження необхідно надати декілька пояснень, які дозволять зрозуміти хід виконання цього спостереження. Ми зауважили, що рівень кортизолу не є постійним для різних вікових груп працівників у різний час доби. Так, для чоловіків старшої вікової групи (понад 51 рік) ранкові показники будуть в межах 1,49–7,39 нг/мл, опівдні – 0,95–6,8 нг/мл, увечері – 0,22–2,54 нг/мл. Для чоловіків віком від 31 року до 51 року ці показники будуть такими: ранок – 0,94–15,1 нг/мл, опівдні – 0,4–6,4 нг/мл, а увечері – < 1,81 нг/мл. Також і середній за добу рівень кортизолу у цих вікових груп буде різним: для старшої вікової групи – 0,51–4,2 нг/мл, а для середньої вікової групи – 0,18–4,3 нг/мл.

У таблиці 1 розміщені результати первинного середнього аналізу кортизолу за добу для судноводіїв шаланд.

Таблиця 1

Рівень кортизолу у судноводіїв до початку роботи

Шаланда «Ізмаїльська»		Шаланда «Куяльницька»	
капітан	помічник капітана	капітан	помічник капітана
одиниці вимірювання нг/мл			
2,7	1,4	2,3	1,8

[за результатом дослідження]

Так, обидва капітани суден були практично одного віку – близько 60 років, їхні помічники входили до вікової групи від 31 до 51 року. Усі члени екіпажу не мали хронічних захворювань, медичних проблем чи невирішених питань у сім'ї. Отже, перед початком дослідження не передбачалося жодних можливих впливів, які могли б спотворити результати. Судноводії на шаланді «Ізмаїльська» за їхньою згодою були взяті під контроль у їхньому харчуванні. Вони дотримувалися належного раціону, утримувались від вживання кави, солодощів тощо, що могло б впливати на рівень кортизолу. А для судноводіїв на шаланді «Куяльницька» не існувало жодних обмежень у харчуванні чи вживанні напоїв. Після завершення першого тижня роботи судноводії здали аналізи, результати яких надано у таблиці 2.

Таблиця 2

Рівень кортизолу у судноводіїв за перший тиждень роботи

Шаланда «Ізмаїльська»		Шаланда «Куяльницька»	
капітан	помічник капітана	капітан	помічник капітана
одиниці вимірювання нг/мл			
2,9	1,9	2,7	2,5

[за результатом дослідження]

Аналізуючи отримані результати, ми помітили деякі нюанси, а саме:

– підвищення рівня кортизолу було значнішим у помічників капітанів. Це цілком зрозуміло, оскільки досвід роботи капітанів не викликав особистих занепокоєнь щодо дотримання безпеки суден. Це цілком підтверджує, що тренувана людина готова до будь-яких змін у розвитку ситуації під час виконання маневрування, навіть негативного характеру, що не викликає значного збільшення стресового навантаження. А нестача досвіду і тренувань викликає значне зростання стресового навантаження;

– стан погоди під час роботи був звичайним для зимового часу (стан вітру – 3–4 бали, стан моря – 2–3 бали).

Результати аналізів рівня кортизолу за другий тиждень роботи судноводіїв надано у таблиці 3.

Таблиця 3

Рівень кортизолу у судноводіїв за другий тиждень роботи

Шаланда «Ізмаїльська»		Шаланда «Куяльницька»	
капітан	помічник капітана	капітан	помічник капітана
одиниці вимірювання нг/мл			
3,5	3,4	3,8	3,7

[за результатом дослідження]

Протягом цього тижня було відмічено погіршення погодних умов (зростання вітру до 4–5 балів і стану моря до 3–4 балів). Отже, зріс рівень кортизолу у судноводіїв.

У таблиці 4 надано результати рівня кортизолу у судноводіїв за третій тиждень роботи.

Таблиця 4

Рівень кортизолу у судноводіїв за третій тиждень роботи

Шаланда «Ізмаїльська»		Шаланда «Куяльницька»	
капітан	помічник капітана	капітан	помічник капітана
одиниці вимірювання нг/мл			
4,2	4,5	4,7	4,9

[за результатом дослідження]

Погодні умови протягом цього тижня не змінилися.

Дані за четвертий тиждень роботи судноводіїв надані у таблиці 5.

Таблиця 5

Рівень кортизолу у судноводіїв за четвертий тиждень роботи

Шаланда «Ізмаїльська»		Шаланда «Куяльницька»	
капітан	помічник капітана	капітан	помічник капітана
одиниці вимірювання нг/мл			
3.9	4.5	4.5	4.8

[за результатом дослідження]

Протягом цього тижня через штормові погодні умови шаланди більше часу провели біля причалів. Зростання рівня кортизолу не відмічено, а у деяких судноводіїв рівень навіть зменшився. Цей факт є дуже цікавим. По-перше, це підтверджує взаємозв'язок між втомою і стресом, по-друге, цей факт дає підтвердження можливості зменшення стресового навантаження через надання необхідного відпочинку.

Дані за п'ятий тиждень роботи надані у таблиці 6.

Таблиця 6

Рівень кортизолу у судноводіїв за 5 тиждень роботи

Шаланда «Ізмаїльська»		Шаланда «Куяльницька»	
капітан	помічник капітана	капітан	помічник капітана
одиниці вимірювання нг/мл			
4,4	5,1	5,0	5,6

[за результатом дослідження]

Після отримання результатів рівня кортизолу за п'ятий тиждень роботи автори звернули увагу судновласника на необхідність приготування своєчасної зміни судноводіїв для відпочинку через високий рівень стресового навантаження. Для судновласника було наведено можливі наслідки для загальної безпеки судноплавства через високий рівень стресового навантаження.

По закінченню шостого тижня роботи судноводіїв отримані результати рівня кортизолу були представлені у таблиці 7.

Таблиця 7

Рівень кортизолу у судноводіїв за 6 тиждень роботи

Шаланда «Ізмаїльська»		Шаланда «Куяльницька»	
капітан	помічник капітана	капітан	помічник капітана
одиниці вимірювання нг/мл			
4,8	5,9	6,6	6,9

[за результатом дослідження]

Отримавши ці результати, автори переконали судновласника в тому, що подальше продовження роботи цих судноводіїв може бути небезпечним з точки зору безпеки через високе стресове навантаження. Судновласник прийняв точку зору авторів і виконав заміну судноводіїв на судах-шаландах. Додатково за рекомендацією авторів статті було зменшено термін дії контрактного договору взимку до 1,5 місяця, влітку – до 2 місяців.

Діаграма рівня кортизолу у судноводіїв за шість тижнів надана на рисунках 2,3.

Дослідження рівня кортизолу у судноводіїв вказує на важливість врахування психофізіологічних аспектів морської праці. Виконання контролю за рівнем кортизолу супроводжувалося ретельним контролем за психофізіологічним станом судноводіїв. Нагляд виконувався за поведінкою судноводіїв (рух тіла, очей, ведення спілкування) їхнім артеріальним тиском, пульсом тощо. Виявлено, що досвід та робочі умови суттєво впливають на рівень стресу у моряків. Особливу увагу слід приділити питанням безпеки та здоров'я судноводіїв, враховуючи не лише фізичний, а й психічний аспекти їхнього благополуччя. Проведене дослідження



Рис. 2. Зростання рівня кортизолу у судноводіїв шаланди «Ізмаїльська» [за результатами спостереження]



Рис. 3. Зростання рівня кортизолу у судноводіїв шаланди «Куюльницька» [за результатами спостереження]

надає підстави для впровадження систем моніторингу психофізіологічного стану моряків, зокрема застосування сучасних технологій для контролю рівня кортизолу та вдосконалення організації праці в морському середовищі.

Висновки. Дослідження продемонструвало, що вимірювання рівня кортизолу в сечі є ефективним методом оцінки стресового навантаження у судноводіїв. Його використання дозволило оперативно контролювати та адаптувати робочі умови, щоб забезпечити безпеку судноплавства. Виявлено, що помічники капітанів мають вищий рівень кортизолу, що може бути пов'язано з їхнім меншим досвідом роботи. Це підкреслює необхідність уваги до психологічного стану менш досвідчених працівників. Зміни у погодних умовах викликали зростання рівня кортизолу, особливо під час другого та третього тижня роботи. Це свідчить про важливість врахування погодних умов у розробці робочих графіків та умов контрактів

для моряків. Дослідження підтвердило взаємозв'язок між харчуванням, відпочинком та рівнем стресу. Рекомендації щодо належного харчування та регулярного відпочинку можуть сприяти зменшенню стресового навантаження. У результаті проведеного дослідження були внесені позитивні зміни у робочі умови, такі як заміна судноводіїв та скорочення термінів контрактів. Ці заходи призначені для забезпечення безпеки та психофізичного здоров'я моряків. Виокремлено необхідність розробки технологічних засобів для оперативного контролю за рівнем кортизолу, що може забезпечити регулювання стресового навантаження та підвищити безпеку судноплавства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Cortisol detection methods for stress monitoring in connected health. *Health Sciences Review* URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772632023000053> <https://doi.org/10.1016/j.hsr.2023.100079> (date of access: 20.10.2023).
2. Cortisol Test. Cleveland Clinic. URL: <https://my.clevelandclinic.org/health/diagnostics/22417-cortisol-test/> (date of access: 14.10.2023).
3. Assessing population-level stress through glucocorticoid hormone monitoring in wastewater / E.M. Driver, A.J. Gushgari, J.C. Steele, D.A. Bowes, R. Halden. *Science of The Total Environment*. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722030583> DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.155961 (date of access: 15.10.2023).
4. Walvekar S.S., Ambekar J.G., Devaranavadagi B.B. Study on Serum Cortisol and Perceived Stress Scale in the Police Constables. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2015. Vol. 9 (2). P. 10–14. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/12015.5576>.
5. Cortisol detection methods for stress monitoring in connected health / T. Iqbal, A. Elahi, W. Wijns, A. Shahzad. *Health Sciences Review*. DOI: 10.1016/J.HSR.2023.100079 (date of access: 15.10.2023).
6. Wearable and implantable cortisol-sensing electronics for stress monitoring / J. Ok, S. Park, Y.H. Jung, T.I. Kim. DOI: 10.1002/adma.202211595 (date of access: 10.11.2023).
7. Kusov P.A., Kotelevtsev Y.V. Drachev V.P. Cortisol monitoring devices toward implementation for clinically relevant biosensing in vivo. DOI: 10.3390/molecules28052353 (date of access: 05.11.2023).
8. Melnyk O., Bychkovsky Y., Voloshyn A. Maritime situational awareness as a key measure for safe ship operation. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series "Transport"*. URL: [https://doi.org/10.20858/sjsutst.2022.114.8_\(date of access: 05.11.2023\)](https://doi.org/10.20858/sjsutst.2022.114.8_(date of access: 05.11.2023)).

REFERENCES

1. Health Sciences Review (2023). Cortisol detection methods for stress monitoring in connected health. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772632023000053> DOI: 10.1016/j.hsr.2023.100079.
- 2.

3. Cleveland Clinic (2023). Cortisol Test. URL: <https://my.clevelandclinic.org/health/diagnostics/22417-cortisol-test/>.
4. Driver, E. M., Gushgari, A. J., Steele, J. C., Bowes, D. A., Halden, R. (2022). Assessing population-level stress through glucocorticoid hormone monitoring in wastewater. *Science of The Total Environment*. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722030583> DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.155961.
5. Walvekar, S. S., Ambekar, J. G., Devaranavadi, B. B. (2015). Study on Serum Cortisol and Perceived Stress Scale in the Police Constables. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. DOI: 10.7860/JCDR/2015/12015.5576.
6. Iqbal, T., Elahi, A., Wijns, W., Shahzad, A. (2023). Cortisol detection methods for stress monitoring in connected health. *Health Sciences Review*. DOI: 10.1016/J.HSR.2023.100079.
7. Ok, J., Park, S., Jung, Y. H., Kim, T. I. (2023). Wearable and Implantable Cortisol-Sensing Electronics for Stress Monitoring. DOI: 10.1002/adma.202211595.
8. Kusov, P. A., Kotelevtsev, Y. V., Drachev, V. P. (2023). Cortisol Monitoring Devices toward Implementation for Clinically Relevant Biosensing In Vivo. DOI: 10.3390/molecules28052353.
9. Melnyk, O., Bychkovsky, Y., Voloshyn, A. (2022). Maritime situational awareness as a key measure for safe ship operation. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*, URL: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2022.114.8>.