**Міністерство освіти і науки україни**

**Національний авіаційний університет**

**ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ, ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

**КАФЕДРА БІОКІБЕРНЕТИКИ ТА АЕРОКОСМІЧНОЇ МЕДИЦИНИ**

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В.Д. Кузовик

“\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 р.

## ДИПЛОМНА РОБОТА

**(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

Випускника освітнього ступеня магістр

За спеціальністю 163 “Біомедична Інженерія”

ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

**Тема: «Методика контролю фізіологічного стану пілота під час польоту»**

Виконавець: студ. групи БІ-209 М\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Філіпова Юлія Констянтинівна

Керівник: к.т.н., доцент Монченко Олена Володимирівна

Нормоконтролер: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Монченко Олена Володимирівна

 (підпис) (П.І.Б.)

КИЇВ 2020

**НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра біокібернетики та аерокосмічної медицини

Спеціальність 163 – Біомедична інженерія

Спеціалізація 163 – Біомедична інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

 Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В.Д. Кузовик

“\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на виконання дипломної роботи**

**\_ Філіпової Юлії Констянтинівни**

(прізвище, ім'я, по батькові випускника в родовому відмінку)

Тема дипломної роботи «**Методика контролю фізіологічного стану пілота під час польоту**»

1. Тема роботи “Методика контролю фізіологічного стану пілота під час польоту” затверджена наказом ректора від “24” жовтня 2019 р. №2477/ст.
2. Термін виконання роботи: з 14.10.2019 р. по 29.12.2019 р. та з 20.01.2020 р. по 09.02.2020 р.
3. Вихідні дані роботи: алгоритм роботи smart-методу оцінювання фізіологічного стану пілота під час сну.
4. Зміст пояснювальної записки: ососбливості фаз сну пілота; методиа дослідження фаз сну; побудова smart-методу дослідження фаз сну пілотів за допомогою апаратного комплексу.
5. Перелік обов’язкового ілюстративного матеріалу: режими сну людини; стандартний графік біориму людини, алгоритм роботи smart-методу оцінювання фізіологічного стану пілота під час сну.
6. Календарний план-графік

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №пор. | Завдання | Термін виконання  | Відмітка про виконання |
| 1.  | Проведення аналізу літературних джерел. |  14.10.2019 по 3.11.2019 | Виконано |
| 2. | Обговорення та оформлення з науковим керівником першого розділу роботи. |  04.11.2019 по 17.11.2019 | Виконано |
| 3. | Обговорення та оформлення з науковим керівником другого розділу роботи. | 18.11.2019 по 01.12.2019 | Виконано |
| 4. | Обговорення та оформлення з науковим керівником третього розділу роботи. | 2.12.2019 по 12.01.2020 | Виконано |
| 5. | Написання розділу з охорони праці та охорони навколишнього середовища. | 13.01.2020 по 26.01.2020 | Виконано |
| 6. | Оформлення пояснювальної записки. | 27.01.2020 по 02.2020 | Виконано |

1. Консультація з окремих розділів:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Назва розділу | Консультант (посада, П.І.Б.) | Дата, підпис |
| Завдання видав | Завдання прийняв |
| Охорона навколишнього середовища | К.г-м., доцент, Дудар Тамара Вікторівна | 21.10.2019 р. | 21.10.2019 р. |
| Охорона праці | К.т.н., доцент Кажан Катерина Іванівна | 21.10.2019 р. | 21.10.2019 р. |

7. Дата видачі завдання: “21"жовтня 2020 р.

Керівник дипломної роботи: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Монченко Олена Володимирівна

Завдання прийняв до виконання: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Філіпова Філіпова Констянтинівна

**РЕФЕРАТ**

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Методика контролю фізіологічного стану пілота під час польоту» містить 113 с., 14 рис., 7 табл., 50 літературних джерела.

Метою є створення нового ефективного smart-методу дослідження сну, що полягає у простоті і надійному способі визначення впливу індивідуальних біоритмів фаз сну пілотів і нормального пробудження.

Завдання, які необхідно вирішити:

1. Провести аналіз елементів фізіології сну пілота.
2. Провести моніторинг особливостей існуючих методів та засобів дослідження фаз сну пілотів.
3. Провести огляд сучасної теорії біоритмів та їх вплив на стан пілота.
4. Розробити сучасний smart-метод вимірювання біоритмів фаз сну пілотів.
5. Перевірити працездатність розробленого smart-методу вимірювання біоритмів фаз сну пілотів.
6. Проаналізувати отримані результати та оцінити їх достовірність.
7. Зробити висновки з роботи.

Об'єктом дослідження є процес вимірювання біоритмів фаз сну людини. Предметом - методи та засоби вимірювання біоритмів фаз сну пілота.

Методами дослідження в данній роботі є теоретичні засади біоритмів та психосоматики сну пілотів, обробка психосигналів за допомогою програмних засобів, моніторинг індивідуальних біоритмів, актиграф сну

Біоритм, фаза сну, smart-метод, теорії біоритмів, оцінювання стану, електроенцефалограма, льотно-лікарська експертна комісія, психофізіологічна екпертиза, стаціонарні процеси

**ЗМІСТ**

[ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ 11](#_Toc31490052)

[ВСТУП 12](#_Toc31490053)

[РОЗДІЛ 1](#_Toc31490054) [ОСОБЛИВОСТІ ФАЗ СНУ ПІЛОТА 16](#_Toc31490055)

[1.1 Аналіз захворюваностей, які впливають на сон льотного скаладу 16](#_Toc31490056)

[1.2 Поліфазний сон 19](#_Toc31490057)

[1.2.1 Поліфазний сон на практиці 20](#_Toc31490058)

[1.2.2 Швидкий сон в екстремальних ситуаціях 21](#_Toc31490059)

[1.2.3 Дослідження сну 22](#_Toc31490060)

[1.2.4 Поліфазний сон в космосі 22](#_Toc31490061)

[1.3 Фізіологія сну 23](#_Toc31490062)

[1.3.1 Теорії сну 23](#_Toc31490063)

[1.4 Патологія сну 26](#_Toc31490064)

[1.4.1 Форми патологій сну 27](#_Toc31490065)

[1.4.2 Параліч сну 30](#_Toc31490066)

[Висновки до розділу 1 31](#_Toc31490067)

[Розділ 2](#_Toc31490068) [мЕТОДИка ДОСЛІДЖЕННЯ ФАЗ СНУ 32](#_Toc31490069)

[2.1 Добова періодичність і коливання інтенсивності фізіологічних процесів в організмі пілота 32](#_Toc31490070)

[2.2 Десинхронізація добового біоритму 39](#_Toc31490071)

[2.3 Психічні біоритми людини 41](#_Toc31490072)

[2.4 Вплив біоритмів на продуктивність людини при фізичному навантаженні 45](#_Toc31490073)

[Висновки до розділу 2 47](#_Toc31490074)

[РОЗДІЛ 3](#_Toc31490075) [ПОБУДОВА SMART-МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ ФАЗ СНУ ПІЛОТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ 48](#_Toc31490076)

[3.1. Планування дослідження 48](#_Toc31490077)

[3.2 Декомпозиція предмету дослідження на принципах проектування функціональних моделей за технологією IDEF0 49](#_Toc31490078)

[3.4 Програмне забезпечення “SLEEP” 70](#_Toc31490079)

[3.5 Методика збору даних, які запрограмовані в ПЗ “SLEEP” 77](#_Toc31490080)

[3.5.1 Перевірка вибірки на репрезентативність 77](#_Toc31490081)

[3.3.2 Перевірка закону розподілу (перевірка вибірки на нормальність) 79](#_Toc31490082)

[3.3.3 Перевірка вибірки на стаціонарність 81](#_Toc31490083)

[Висновки по роздiлу 3 86](#_Toc31490084)

[РОЗДІЛ 4](#_Toc31490085) [ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 87](#_Toc31490086)

[4.1. Охорона навколишнього середовища в авіації 87](#_Toc31490087)

[4.2. Стан навколишнього середовища в аеропортах 88](#_Toc31490088)

[4.2.1. Шуми 88](#_Toc31490089)

[4.2.2. Паливо 90](#_Toc31490090)

[4.3. Стан навколишнього середовища ДП МА “Бориспіль” 91](#_Toc31490091)

[4.3.1. Аналіз впливу об'єктів на атмосферу 92](#_Toc31490092)

[4.3.2. Аналіз впливу об'єктів на гідросферу 94](#_Toc31490093)

[4.3.3. Аналіз впливу відходів 95](#_Toc31490094)

[Висновки до розділу 4 97](#_Toc31490095)

[РОЗДІЛ 5](#_Toc31490096) [ОХОРОНА ПРАЦІ 98](#_Toc31490097)

[5.1. Організація безпеки праці під час робочої експлуатації повітряних суден 98](#_Toc31490098)

[5.1.1. Технічне обслуговування 98](#_Toc31490099)

[5.1.2. Безпека праці екіпажів повітряних суден 99](#_Toc31490100)

[5.1.3. Надання першої допомоги членам екіпажу і пасажирам у разі порушення умов польоту 101](#_Toc31490101)

[5.2. Вимірювання та нормування шуму 102](#_Toc31490102)

[5.3. Пожежна безпека в аеропортах та на повітряних суднах 105](#_Toc31490103)

[Висновки до розділу 5 106](#_Toc31490104)

[Висновки 107](#_Toc31490105)

[СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 110](#_Toc31490106)

[ДОДАТКИ 114](#_Toc31490107)

# ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ЕЕГ – електроенцефалограма

ЛЛЕК – льотно-лікарська експертна комісія

ПЗ – програмне забезпечення

ПС – повітряне судно

ПФЕ – психофізіологічна екпертиза

ПФС – психофізіологічний стан

ССП – стаціонарні процеси

# ВСТУП

На сьогоднішній день існує безліч методів для дослідження сну, адже ця проблема є актульною. Багато людей страждають на різні захворювання та їх причиною може стати поганий сон вночі, адже наукою відомо, що сон впливає як на креативну так і на творчу роботу мозку.

Актуальністю роботи є те, що при зміні часових поясів у людей, особливо пілотів порушується робота власних біологічних годинників, особливо це впливає на біоритми. Через їх не стабільну роботу людина схильна до зміни поведінки, зниження активності та уповільнення реакції.

Проводячи велику кількість досліджень, науковці стверджують, що проблеми зі сном пов’язані з зменшенням варіабельності серцевого ритму під час робочого дня. Низька варіабельність частоти серцевих скорочень вказує на те, що є певна недостача ресурсів організма для адаптації до змін у навколишньому середовищі і це є маркером можливого розвитку тяжких серцево-суднних захворювань, зокрема інфарктів.

Метою є створення нового ефективного smart-методу дослідження сну, що полягає у простоті і надійному способі визначення впливу індивідуальних біоритмів фаз сну пілотів і нормального пробудження.

Завдання, які необхідно вирішити:

1. Провести аналіз елементів фізіології сну пілота.
2. Провести моніторинг особливостей існуючих методів та засобів дослідження фаз сну пілотів.
3. Провести огляд сучасної теорії біоритмів та їх вплив на стан пілота.
4. Розробити сучасний smart-метод вимірювання біоритмів фаз сну пілотів.
5. Перевірити працездатність розробленого smart-методу вимірювання біоритмів фаз сну пілотів.
6. Проаналізувати отримані результати та оцінити їх достовірність.
7. Зробити висновки з роботи.

Об'єктом дослідження є процес вимірювання біоритмів фаз сну людини. Предметом - методи та засоби вимірювання біоритмів фаз сну пілота.

Методами дослідження в данній роботі є теоретичні засади біоритмів та психосоматики сну пілотів, обробка психосигналів за допомогою програмних засобів, моніторинг індивідуальних біоритмів, актиграф сну.

**Наукова новизна отриманих результатів**. Одними з найбільш проблемних місць є недостатня вивченість та відсутність обґрунтування ефективних мобільних методів дослідження фаз сну людини у льотного складу. Придатність пілотів визначається в основному за явним фізичним станом, а сон є його невивченою складовою. Лікарсько-льотна експертна комісія (ЛЛЕК) звісно проводить моніторинг електро-енцифалограми (ЕЕГ), але цей метод вважається стаціонарним і не підходить для мобільного обстеження. Датчики, що використовуються у смартфоні (акселерометр, гіроскоп та барометр) ефективно працюють як у повітрі, так і на землі. Існує мінімальна вірогідність їх неправильної роботи, яка може призвести до некоректних отриманих результатів – це вирішується за допомогою тестового моніторингу сну та швидкого усунення недоліків. Наразі мобільними пристроями, а саме смартфонами, користуються майже всі пілоти віком від 35 до 60 років. В дані смартфони можливо встановлення спеціального програмного забезпечення (ПЗ), яке зможе обраховувати фази сну пілота в будь-якій точці світу та будь-якому положенні смартфону.

**Результати проведених досліджень**. За допомогою ПЗ встановлено, що показники сну залежать від біоритмів людини. Біоритми залежать від дати народження людини і особливо впливають на рід професійної діяльності. Фізичний біоритм людини включає в себе такі показники, як активність і виносливість, швидкість реакції, запас внутрішньої енергії. Люди, які підвержені екстремальним видам роботи (в нашому випадку пілоти), щоденно мають певні фізичні навантаження. Знання своїх фізичних біоритмів дозволяє їм визначити ступінь навантаженння під час роботи. Це допомогає максимально використовувати внутрішні ресурси з максимальною продуктивністю. Емоційний біоритм описує внутрішній стан людини. Від коливань цього циклу залежить зміна відчуттів і емоцій людини, його сприйняття навколишнього світу. Від данного біоритму залежить розвиток інтуїції та творчих здібностей. Інтелектуальний біоритм людини характеризує розумові здібності. Від того, як людина відчуває підйом або спад біоритму залежить його здатність зіставляти факти, знаходити зв’язки і робити висновки. Цей біоритм дозволяє бути передбачливим і обережним, визначати раціональність своїх дій, що незамінне в роботі пілота.

**Практичне значення** даної дипломної роботи заключається в тому, що розроблений smart-метод здатний використовуватися у практиці ЛЛЕК льотного складу, а особливо пілотів. Одним із способів підвищення ефективності роботи і поліпшення результатів польотів є облік індивідуальних біоритмів льотного складу і особливостей хронотипів. Функціонування всіх систем організму регламентовано графіка, визначає інтелектуальну активність, фізіологічний алгоритм та функціональний графік діяльності систем організму під час неспання і сну. Під час сну за графіком, прив'язаному до місцевим часом, відбуваються різні аналітичні та відновлювальні процеси всіх систем, в тому числі - гормональні. Знання цього допоможе збільшити ефективність та виносливість пілотів.

З даних дослідження [1], виявлено, що порушення режиму сну і неспання тягне за собою порушення біоритмів з важкими наслідками для захисних властивостей організму, зниження імунітету, сприйнятливості до захворювань. Деякі пілоти вважали, що нічний недосип можна компенсувати, поспавши вдень, проте пропущені години сну в нічний час не дублюються днем.

Необхідні процеси для контролю за станом систем організму і їх «ремонтом» відбуваються за біологічним годинником тільки в нічний місцевий час, і тільки коли людина спить. Пропущений сон означає незворотні пропущені процеси.

Систематичне порушення біоритмів організму веде до незворотної втрати здоров'я, функціональності всіх систем, а для льотного персоналу – зниженням професійної надійності і, як наслідок, до зниження безпеки польотів. Через такі фактори можливо, що пілот відправиться на стаціонарне лікування, у гіршому випадку – достроково закінчить льотну діяльність.

Запропонований алгоритм роботи, який частково наведеній в дослідженні [2] при оцінюванні біоритмів та фаз сну при польотах має лягти в основу побудови ПЗ для регуляції сну пілотів, збільшення їх ефективності та виносливості. Були проведені випробування льотного складу, які довели, що в біоритмічно практичні дні пілоти можуть зробити грубу помилку, а отже необхідність такого дослідження перед польотом просто необхідні

Ключове призначення програми – «розумний будильник», який спрацює в оптимальний час для комфортного пробудження власника смартфона. Однак за фактом функціонал ПЗ великий: відстеження циклів сну з можливістю підключення до смарт-годинах від Samsung і Google, обмін даними з S Health, управління бездротовими лампами від Phillips, приємні мелодії для засипання і підйому і багато іншого [2]. Додаток гарантує, що користувач точно прокинувся, завдяки функції перевірки пробудження через рішення головоломки, підрахунок овець, введення капчі або струшування телефону. Особливістю є те, що він здатний навіть врятувати життя людині в разі раптової зупинки дихання уві сні за рахунок раннього виявлення змін в динаміці дихання. [3]

Випробовуваний пілот 1 протягом року використовував ПЗ для моніторингу власного сну. Результати показали, що швидкість реакції стала набагато точнішою, при правильній діагностиці порушень сну, які були виявлені та дотримані рекомендацій щодо усунень порушень.

Отримані результати апробовані та опубліковані на спеціалізованих конференціях України, а саме:

1. ІХ міжнародна науково-практична конференція “Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем” 14-16 травня 2019 р.; матеріали ІХ міжнародної науково-практичної конференції “Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем” Том 2;
2. ХІІ міжнародна науково-практична конференція та збірка тез “Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси” (ІІРТК-2019) 21-22 травня 2019 р.
3. Студентська науково-практична конференція та збірка тез “Сучасні проблеми та перспективи біомедичної інженерії” 3 грудня 2019 р.

# РОЗДІЛ 1

# ОСОБЛИВОСТІ ФАЗ СНУ ПІЛОТА

## 1.1 Аналіз захворюваностей, які впливають на сон льотного скаладу

Рішення проблеми збереження професійного здоров'я льотного складу, особливо пілотів авіації є актуальною проблемою авіаційної медицини, яка направлена на збільшення професійного довголіття пілотів з максимальним збереженням їх соціальної активності і забезпеченням безпеки польотів.

Специфіка льотної роботи істотно впливає на перебіг захвлрювань і їх влив на сон у пілотів. Внаслідок цього зменшується льотне довголіття, відбувається раннє списання пілотів з льотної роботи, до 85% льотного складу дискваліфікується за медичними показаннями у віці 31-45 років. [4]

Професійні захворювання серед працівників авіації зустрічаються у всіх країнах світу з розвиненою системою авіації. В Німеччині професійні захворювання серед працівників цивільної авіації займають I місце серед всіх галузей економіки. У переважній більшості випадків причиною професійної дискваліфікації є хронічна нейросенсорна туговухість.

В Україні з початку 2000 року з різних причин не реєструються не всі професійні захворювання серед льотного складу. Основною причиною цього явища є перехід на використання з цього періоду нових повітряних суден західного зразка, а також відсутність принципового підходу серед роботодавців і самих пілотів.

 У той же час умови праці льотного складу (пілоти, штурмани, бортпровідники) вкрай несприятливі, а стан їх здоров'я вимагає ретельної уваги медичних працівників. [4, 5]

Існує наступний комплекс основних факторів несприятливого впливу на організм льотного складу: шум (діє на льотному полі і в кабіні повітряного судна); інфразвук (в кабіні повітряного судна); ультразвук (на льотному полі, поблизу повітряного судна з працюючими двигунами); вібрація загальна і локальна, вплив прискорень і перевантажень; різкі коливання барометричного тиску; знижений парціальний тиск кисню, який вдихається у повітрі; забруднення повітряного середовища кабіни повітряного судна токсичними речовинами; несприятливі параметри мікроклімату (температурний дискомфорт, низька відносна вологість повітря); електромагнітні випромінювання радіочастотного діапазону, електростатика; фіксована робоча поза; нервово-емоційне напруження, низька розбірливість мови; ненормований робочий день, нічні польоти; часта зміна часових поясів, переакліматізація; висока відповідальність за життя інших людей, збереження дорогого устаткування. [6]

На умови праці та вираженість факторів трудового процесу впливають такі параметри: тип повітряного судна; ефективність авіагарнітури; дальність і частота польоту; кількість зльотів і посадок; висота ешелону; нічні перельоти; обладнання, що використовується для радіолокації, навігації та зв'язку; виконувані посадові обов'язки, в тому числі розташування робочого місця; тривалість експлуатації типу повітряного судна; в окремих випадках не можливо використання засобів індивідуального захисту органів слуху. [6, 7]

Проблема збереження професійного здоров'я пілотів передбачає дослідження основних несприятливих факторів льотної діяльності та розробку відповідних лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на підвищення професійної працездатності і рівня здоров'я пілотів. Контроль рівня професійного здоров'я льотного складу є необхідною умовою забезпечення його професійної надійності, обгрунтована прогнозування ефективності та безпеки реалізації діяльності.

Захворювання, виявлені серед льотного складу авіації в результаті системно-структурного аналізу, що визначають стан здоров'я пілотів, дозволяють створити цілісне уявлення про феномен - «професійне здоров'я пілоту», яке вкрай необхідно для розробки комплексу заходів щодо вдосконалення медичного забезпечення польотів.

Результати, які викладанні в статті [8] виявили, що переважаючою нозологічною формою захворювань з тимчасовою втратою працездатності серед льотного складу авіації з 2000-2014 рр. з'явилися хвороби органів дихання в тому числі гострі респіраторні інфекції верхніх дихальних шляхів.

Найбільш часто зустрічається нозологічна форма захворювань, які найбільше впливали на сон серед осіб льотного складу авіації з 2000-2014 рр., що знаходяться на диспансерному обліку, виявилися хвороби кровообігу (31%), на другому місці хвороби нервової системи (16,8%), тобто, ті захворювання, які можуть бути причиною різкої втрати свідомості або смерті, відповідно відіграють першорядну роль в забезпеченні безпеки польотів. Оосби, які перебувають в цих диспансерних групах, не повинні бути допущені до польоту в якості єдиного пілота, керуючого повітряним судном. [9]

З метою зниження захворюваності, збереження здоров'я серед пілотів авіації, а також за результатами проведених досліджень можна пропонувати наступні рекомендації:

1. У процесі медичного забезпечення пілотів основну увагу приділити профілактиці хвороб органів кровообігу, а також органів нервової системи. У кожній частині за участю медичної служби розробити комплекс заходів з профілактики вищевказаних захворювань.
2. ЛЛЕК, яка працює з льотним складом, більш цілеспрямовано виявляє осіб льотного складу з захворюваннями органів слуху та іншими захворюваннями, які можуть бути професійними, з поглибленим медичним обстеженням в умовах спеціалізованої клініки з урахуванням професійного маршруту.
3. У процесі медичного забезпечення польотів широко використовувати оцінку польотної перевтоми сну, після польотної і професійної дизадаптації з метою індивідуалізації льотного навантаження і вдосконалення психо-фізіологічної підготовки пілота до польотів.
4. Авіакомпаніям не допускати до управління повітряними судами в якості єдиного пілота осіб, які перебувають на диспансерному обліку з хворобами органів кровообігу і нервової системи.
5. Безпосередньо в авіакомпаніях силами медичної служби і психологів проводити заходи психофізіологічної корекції льотного складу з урахуванням особистісних особливостей і функціонального стану організму.
6. Забезпечити щорічне санаторно-курортне лікування та реабілітацію льотного складу.
7. З урахуванням умов праці та причин підвищеної захворюваності льотного складу удосконалювати профілактику захворювань і своєчасно проводити корекцію виявлених несприятливих змін у функціональному стані організму льотчиків.  [9]

## 1.2 Поліфазний сон

Поліфазний сон (багатофазний сон) - патерн сну, при якому час сну, на відміну від однофазної або біфазної сну, розбивається на кілька періодів протягом доби. Термін був вперше використаний на початку XX століття психологом

С. Шиманським, який зазначив щоденні коливання в характері діяльності. Прикладом багатофазного сну може служити порушення циркадного ритму внаслідок травм голови [10]. Наукових досліджень впливу багатофазного сну на здоров'я людини в довгостроковій перспективі (рік і більше) не представлено [11]. Термін поліфазний сон також використовується в онлайн-спільнотах, які проводять експерименти з альтернативними графіками сну, щоб домогтися більшого часу неспання кожен день. Поліфазний сон широко застосовувався деякими видатними людьми, і є кілька надійних джерел підтверджують це. В табл. 1.1 наведено режими сну.

Таблиця 1.1

Режими сну людини

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Назва** | **Годин сну в добі** | **Кількість періодів сну** | **Опис** |
| Однофазний режим | 7-10 | 1 | 1 раз вночі 7-10 годин |
| Біфазний режим | 5-7 | 2 | 1 раз вночі 5-7 годин, потім 1 раз 20 хвилин протягом дня |
| Режим звичайної людини | 2,5-4 | 4 | 1 раз вночі 1,5-3 годин, потім 3 рази 20 хвилин протягом дня |
| Димаксион-режим | 2 | 4 | 4 рази по 30 хвилин через кожні 5,5 годин |
| Режим надлюдини | 2 | 6 | 6 раз по 20 хлини через кожні 3 години 40 хвилин |



Рис. 1.1 Режими сну людини

### 1.2.1 Поліфазний сон на практиці

Найпоширенішими прикладами є режими сну немовлят, літніх людей і багатьох тварин. У роботі 2006 року «Природа спонтанного сну в дорослому житті» Кемпбелл і Мерфі вивчали тривалість і якість сну у молодих, середнього віку і літніх людей. Вони виявили, що у вільних умовах середня тривалість основного нічного сну значно більше була у молодих людей, ніж в інших групах.

Перший із задокументованих переходів на поліфазний сон зробив Бакминстер Фуллер [10]. Експерименти зі сном Фуллер проводив в середині 1900-х років і розробив режим, який отримав назву «Димаксион» (таку ж назву Фуллер дав свою торгову марку, що об'єднала кілька винаходів). У журналі Time 11 жовтня 1942 року було коротка стаття, присвячена цьому методу. Відповідно до неї, автор дотримувався такого графіка протягом двох років, але потім йому довелося припинити це заняття, тому що «його розклад суперечив розкладу його компаньйонів, які наполягали на тому, щоб спати, як нормальні люди». Лікарі, які обстежили його, зробили висновок, що він здоровий. [12]

У 2006 році американський блогер Стів Павлина протягом 5,5 місяців жив в режимі поліфазного сну, викладаючи в своєму блозі докладні звіти про хід свого експерименту. Його записи досі є найбільш вичерпним посібником з переходу на поліфазний режим сну. В процесі налаштування на поліфазний сон, Стів виділяє етапи фізіологічної та психологічної адаптації. Витративши декілька тижнів на адаптацію, Стів повідомляє про повне зникнення негативних побічних ефектів (сонливість, фізичні нездужання і ін.). Пристосувавшись до поліфазного режиму, автор проводить (і докладно описує) ряд експериментів (розтягування фаз, пропуск однієї з фаз, вивчає вплив кави на організм сплячого поліфазного і т. П.). Після 5,5 місяців поліфазного сну, Стів повертається до монофазним режиму, пояснюючи своє рішення відсутністю синхронізації з навколишнім світом, що живе в монофазному режимі. [13]

### 1.2.2 Швидкий сон в екстремальних ситуаціях

Часто трапляється так, що люди не можуть бути в змозі досягти рекомендованих восьми годин сну на добу. Систематичний денний сон може вважатися необхідним у таких ситуаціях. Доктор Клаудіо Стампі, в результаті його інтересу до одиночного веслування на далекі дистанції, вивчив систематичні короткочасні дрімоти, як засіб забезпечення оптимальної продуктивності в ситуаціях крайнього позбавлення сну. [10] В ході своїх експериментів він обстежив швейцарського актора Франческо Йоста, який намагався освоїти техніку поліфазного сну протягом 49 днів у себе вдома. Спочатку організм Йоста пережив шок, але потім концентрація його уваги і психічний стан прийшли в відносну норму, хоча часом прокидатися йому було складно. З мінімальними побічними ефектами акторові вдалося скоротити звичайний час свого сну на п'ять годин, однак довгостроковий ефект не вивчався. [16] Згідно його книзі, в умовах депривації сну здатність запам'ятовувати і аналізувати у практикуючих поліфазний сон збільшується в порівнянні з практикуючими монофазний або біфазної [12]. Згідно Стампі, поліпшення - це результат незвичайної еволюційної схильності до такого режима сну. Він висуває гіпотезу, що причиною цього може бути схильність до такого режима далеких предків людини за тисячі років до переходу до монофазним сну. Відомо [15], Що 1-3% населення Землі природним чином потребують дуже невеликої тривалості сну. Таку здатність їм дає мутований ген DEC2.

### 1.2.3 Дослідження сну

Томас Вір в одному експерименті поєднав вісім здорових чоловіків, які перебували в кімнаті протягом 14 годин темряви щодня протягом місяця. Спочатку учасники спали близько 11 години, надолужуючи брак сну. Вони спали приблизно 4 години, прокидалися на 2-3 години, а потім поверталися в ліжко ще на 4 години. Їм також було потрібно близько двох годин, щоб заснути [13].

ВВС Італії (Aeronautica Militare Italiana) також провели експерименти для своїх пілотів. У графіках за участю в нічну зміну і періодів служби через день був вивчений свого роду поліфазний графік сну. Суб'єкти повинні були виконувати 2 години роботу через 4 години відпочинку (сон дозволений), це повторювалося 4 рази протягом 24-годинного робочого дня. Суб'єкти перейшли до сну тільки в останніх 3 періоди відпочинку в лінійно зростаючій тривалості. В опублікованих результатах, в яких «загальний час сну був суттєво зменшено в порівнянні зі звичайними 7-8 годинами однофазного нічного сну» [18].

### 1.2.4 Поліфазний сон в космосі

НАСА у співпраці з Національним інститутом космічних біомедичних досліджень фінансує дослідження сну. Незважаючи на рекомендації НАСА спати вісім годин на добу, у астронавтів, коли вони знаходяться в космосі, зазвичай виникають проблеми, коли вони сплять вісім годин поспіль, тому агентство вирішило дізнатися про оптимальну довжину, терміни і ефекті сну. Професор Девід Дінес зі Школи медицини Університету Пенсільванії вів дослідження в лабораторних умовах про розклади сну, які поєднували різні кількості проміжків сну тривалістю від чотирьох до восьми годин без дрімоти або щоденні невеликі періоди ( "непи") до 2,5 годин. Було виявлено, що довші періоди сну були краще, а деякі когнітивні функції приносили більший ефект від дрімоти ( "неп"), ніж інші. Пильність вигравала менше, ніж робоча пам'ять. Сон окремих астронавтів (як зазначалося в біологічних щоденниках) протікав добре, але сон в нічний час супроводжувався набагато більшою інерцією сну, що триває до однієї години. [13]

## 1.3 Фізіологія сну

Рефлекторні реакції під час сну знижені. Спляча людина не реагує на багато зовнішні впливи, якщо вони не мають надмірної сили. Сон характеризується фазовими змінами ВНД, які особливо виразно проявляються при переході від неспання до сну (вирівнююча, парадоксальна, ультрапарадоксальная і наркотична фази). В наркотичну фазу тварини перестають відповідати умовно-рефлекторної реакцією на будь-які умовні подразники. Сон супроводжується низкою характерних змін вегетативних показників і біоелектричної активності мозку. [20]

### 1.3.1 Теорії сну

*Гуморальна теорія*, як причину сну розглядає речовини, що з'являються в крові при тривалому пильнуванні. Доказом цієї теорії служить експеримент, при якому спала собаці переливали кров тварини, позбавленого сну протягом доби. Тварина-реципієнт негайно засипало. В даний час вдалося ідентифікувати деякі гіпногенние речовини, наприклад пептид, що викликає дельта-сон. Але гуморальні фактори не можуть розглядатися як абсолютна причина виникнення сну. Про це свідчать спостереження за поведінкою двох пар нероздільний близнюків. У них поділ нервової системи сталося повністю, а системи кровообігу мали безліч анастомозів. Ці близнюки могли спати в різний час: одна дівчинка, наприклад, могла спати, а інша не спала.

*Підкоркова і коркова теорії сну*. При різних пухлинних або інфекційних ураженнях підкоркових, особливо стовбурових, утворень мозку, у хворих відзначаються різні порушення сну - від безсоння до тривалого летаргічного сну, що вказує на наявність підкоркових центрів сну. При подразненні задніх структур субталамуса і гіпоталамуса тварини засипали, а після припинення подразнення вони прокидалися, що вказує на наявність в цих структурах центрів сну. [19]

У лабораторії І. П. Павлова було встановлено, що при тривалому виробленні тонкого диференційованого гальмування тварини часто засинали. Тому вчений розглядав сон як наслідок процесів внутрішнього гальмування, як поглиблене, що поширився на обидві півкулі і найближчу підкірку гальмування (коркова теорія сну).

Однак ряд фактів не могли пояснити ні коркова, ні подкоркова теорії сну. Спостереження за хворими, у яких були відсутні майже всі види чутливості, показали, що такі хворі впадають в стан сну як тільки переривається потік інформації від діючих органів почуттів. Наприклад, у одного хворого з усіх органів чуттів було збережено тільки одне око, закриття якого занурював хворого в стан сну. Багато питань організації процесів сну отримали пояснення з відкриттям висхідних активуючих впливів ретикулярної формації стовбура мозку на кору великих півкуль. Експериментально було доведено, що сон виникає у всіх випадках усунення висхідних активуючих впливів ретикулярної формації на кору мозку. Були встановлені спадні впливу кори мозку на підкіркові утворення. У спати при наявності висхідних активуючих впливів ретикулярної формації на кору мозку нейрони лобової кори гальмують активність нейронів центру сну заднього гіпоталамуса. У стані сну, коли знижуються висхідні активують впливу ретикулярної формації на кору мозку, гальмівні впливи лобової кори на гіпоталамічні центри сну знижуються. [21]

Між лімбіко-гіпоталамічними і ретикулярними структурами мозку є певний зв'язок. При порушенні лімбіко-гіпоталамічних структур мозку спостерігається гальмування структур ретикулярної формації стовбура мозку і навпаки. При такому стані за рахунок потоку аферентації від органів почуттів активуються структури ретикулярної формації, які надають висхідний активуючий вплив на кору великих півкуль. При цьому нейрони лобових відділів кори роблять спадні гальмівні впливи на центри сну заднього гіпоталамусу, що усуває блокувальний вплив гіпо-таламічних центрів сну на ретикулярну формацію середнього мозку. При зменшенні потоку сенсорної інформації знижуються, висхідні активують вплив ретикулярної формації на кору мозку [22]. В результаті чого усуваються гальмівні впливи лобової кори на нейрони та центри сну заднього гіпоталамусу, які починають ще активніше гальмувати ретикулярну формацію стовбура мозку. В умовах блокади всіх висхідних активуючих впливів підкіркових утворень на кору мозку спостерігається повільнохвильова стадія сну.

Гіпоталамічні центри за рахунок зв'язків з лімбічними структурами мозку можуть надавати висхідні, активують вплив на кору мозку при відсутності впливів ретикулярної формації стовбура мозку. Ці механізми складають корково-під-коркові теорії сну (П. К. Анохін), які дозволили пояснити всі види сну і його розлади. Вона виходить з того, що стан сну пов'язаний з найважливішим механізмом - зниженням висхідних активуючих впливів ретикулярної формації на кору мозку. Сон бескоркових тварин і новонароджених дітей пояснюється слабкою виразністю, оскільки є сходять впливів лобової кори на гіпоталамічні центри сну, які за цих умов знаходяться в активному стані і надають гальмівну дію на нейрони ретикулярної формації стовбура мозку [23].

Сон новонародженого періодично переривається лише порушенням центру голоду, розташованого в латеральних ядрах гіпоталамусу, який гальмує активність центру сну. При цьому створюються умови для надходження висхідних активуючих впливів ретикулярної формації в кору. Ця теорія пояснює багато розлади сну. Безсоння, наприклад, часто виникає як наслідок перезбудження кори під впливом куріння, напруженої творчої роботи перед сном. При цьому посилюються спадні гальмівні впливи нейронів лобової кори на гіпоталамічні центри сну і пригнічується механізм його блокуючої дії на ретикулярну формацію стовбура мозку. Тривалий сон може спостерігатися при подразненні центрів заднього гіпоталамусу судинним або пухлинним патологічним процесом. Збуджені клітини центру сну безперервно надають блокуючий вплив на нейрони ретикулярної формації стовбура мозку. [15]

Іноді під час сну спостерігається так зване часткове неспання, яке пояснюється наявністю певних каналів реверберації збуджень між підкірковими структурами і корою великих півкуль під час сну на тлі зниження висхідних активуючих впливів ретикулярної формації на кору мозку. Наприклад, мати грудної дитини може міцно спати і не реагувати на сильні звуки, але вона швидко прокидається навіть при невеликому ворушіння дитини. У разі патологічних змін в тому чи іншому органі посилена імпульсація від нього може визначати характер сновидінь і бути свого роду первісником захворювання, суб'єктивні ознаки якого ще не сприймаються в стані неспання. [24]

*Фармакологічний сон* неадекватний по своїх механізмах природному сну. Снодійні препарати обмежують активність різних структур мозку - ретикулярної формації, гіпоталамічної області, кори головного мозку. Це призводить до порушення природних механізмів формування стадій сну, порушення процесу консолідації пам'яті, переробки та засвоєння інформації. [24]

## 1.4 Патологія сну

Проблеми сну зачіпають захворювання, пов'язані з циклом сон - неспання. Порушення ж сну відзначаються майже у половини населення світу, щодня люди приймають снодійні препарати, мільярди таблеток снодійних в рік. Це важка проблема, тому що порушення сну завжди носить вторинний характер, це найчастіше відображення психічного неблагополуччя людини. Причини можуть бути зовсім різними, але основну роль грають два стану: тривога і депресія. Таким чином, найчастіше інсомнія - прояв тривожних або депресивних розладів, які дуже широко поширені. Лікування снодійними засобами, якість яких весь час поліпшується, а безпеку зростає, не дозволяє повністю вирішити проблему. Найважливіше завдання - виявлення чинників, що призводять до порушень сну. Крім того, порушення сну певною мірою - проблема віку, проблема геронтології. Люди можуть спати погано в будь-якому віці, але все-таки до старості число людей, що мають проблеми зі сном, збільшується. Мають значення і психологічні чинники, про які ми вже говорили (тривожні і депресивні розлади). Виникають фактори і мотиваційні: втрата інтересу до життя, пов'язана з відсутністю або недостатньою участю в ній. Безсумнівно, що порушення сну пов'язані з соматичними захворюваннями. Йдеться перш за все про больовому синдромі. Не можуть повноцінно спати люди, які відчувають хронічні болі [25]. Гострі болі є сигналом хвороби, вони корисні, спонукають хворого звернутися до лікаря. А ось хронічні болі, які постійно існують у людини, дуже часто пов'язані з депресивними проявами. Це можуть бути головні болі, болі в спині, грудях, животі, кінцівках, і вони сприяють порушенням сну. Є й інші причини, які відображені в класифікації порушень сну.

### 1.4.1 Форми патологій сну

Найчастіше зустрічається при нервових захворюваннях (летаргічний енцефаліт, пухлини головного мозку та ін.). Нерідко спостерігається також в стані апатії, легкого оглушення свідомості, при отруєнні психотропними препаратами. Легкі депресії нерідко супроводжуються підвищеною сонливістю. Сон набуває для таких пацієнтів певне психологічне значення, формується щось на зразок залежності від сну, так як в цей час, за їхніми словами, вони «відпочивають» від тяжких переживань бадьорого стану. У міру поглиблення депресії гіперсомнія змінюється безсонням. Гіперсомнічні стани можуть виникати у вигляді нападів: нарколепсії, пікквікский синдром, синдром Кляйн-Левіна, істерична гіперсомнія [26].

Нарколепсія характеризується нападами сонливості в денний час, припадками катаплексіі, порушеннями нічного сну, станами паралічу сну, а також психічними відхиленнями - синдром Желіно. Напади сонливості, тривалістю до 20-30 хвилин, виникають до трьох, п'яти разів на день і більше, щодня або рідше. Сон фізіологічний, глибокий, але пацієнта можна розбудити. Заснути він може де завгодно, відчуваючи раптово виниклу непереборну потребу уві сні. Зіниці в цей час на відміну від епілептичного нападу звужені.

Каталепсія характеризується падінням постурального тонусу до 2-3 хвилин - супроводжується нападів сну, але може виникати і окремо від них. Каталептичні напади часто провокуються емоціями (сміх, радість, плач), раптовими і інтенсивними сенсорними стимулами. Падіння тонусу йде швидкої хвилею в напрямку зверху вниз. Перед нічним засипанням нерідко з'являються обмани сприйняття (зорові, слухові, тактильні), страхи. При нарколепсії, але часто і поза нею спостерігаються стану паралічу сну, що виникають при засипанні або, що трапляється частіше, під час пробудження [27]. Нічний сон порушений: безсоння, зсув формули сну, часті спонтанні пробудження, кошмари. Виявляється астенізація психіки, дратівливість, торпідність, адинамічні і апатичні включення. Зустрічаються сексуальні розлади, порушення менструального циклу, ожиріння, явища гіпертиреозу, метаболічні зрушення. Нарколепсія може спостерігатися при органічних захворюваннях головного мозку, але частіше має есенційну природу. Напади сонливості, на зразок нарколептических, можуть виникати при епілепсії.

Характеризується ожиріння, розлади дихання (прискорене, поверхневе дихання) і денні напади сонливості. При засипанні з'являються окремі клонічні гіперкінези, чому пацієнти можуть впасти, засинаючи, як це їм і властиво, в положенні сидячи. Припускають спадкову природу даного синдрому. [29]

Істеричний ступір, що виникає як реакція на психічну травму, а також після її в структурі інших істеричних психозів властиві такі прояви. Пацієнти знаходяться в одній позі, емоційно напружені. Тонус м'язів дещо підвищений, чинять протидію зовнішнім спробам змінити положення тіла. Контакт з навколишнім світом повністю не переривається, очі відкриті. Зберігаються мімічні реакції на питання, що зачіпають травматичну ситуацію - пацієнти стискають губи, закривають очі. Ступор може зберігатися тривалий час, зникає відразу або поступово, минаючи інші істеричні синдроми. Фізичний стан істотно не страждає.

Значне скорочення норми добового сну аж до повного безсоння. Зустрічається в гострих психотичних станах, в період різних психозів і маніакальних станах. Скорочення сну часто буває при депресії, іноді тривалий час спостерігається повна відсутність сну. Слід зауважити, що скарги багатьох пацієнтів на безсоння нерідко перебільшені і відображають скоріше страх безсоння, ніж справжні порушення сну.

Клінічна феноменологія інсонмії включає пересомнічні, інтрасомнічні і постсомнічні розлади.[15]

Пересомнічні порушення - це труднощі на початку сну і найбільш частою скаргою є труднощі засинання; при тривалому перебігу можуть формуватися "ритуали відходу до сну", а також "страх ліжка" і страх "ненастання сну". При полісомнографічному дослідженні цих пацієнтів відзначають значне наростання часу засинання.

Інтрасомнічні розлади включають часті нічні пробудження, після яких пацієнт довго не може заснути, і відчуття "поверхневого", "неглибокого" сну. Полісомнографічними корелянтами цих відчуттів є часті пробудження, тривалі періоди неспання всередині сну, збільшення рухової активності.[16]

Постсомнічні розлади (розлади, що виникають в найближчий період після пробудження) - це проблема раннього ранкового пробудження, зниженою працездатності, "розбитості". Пацієнти незадоволені проведеної вночі і характеризують сон як "не відновлений". До постсомнічних розладів можна віднести і денну сонливість.

Мабуть, 5-годинний сон є своєрідним фізіологічним мінімумом, не досягаючи якого протягом 3 ночей людина отримує зміни в структурі нічного сну, аналогічні таким після однієї ночі без сна. Не менш 20% страждають інсомнією скаржаться на занадто короткий сон, що не конкретизуючи проблем початку або підтримки сну, вказують на суб'єктивну тривалість сну менше 5 годин.[30]

Більше 20% хворих середнього віку і 36% пацієнтів похилого віку скаржаться на всі три види порушень сну, і ці групи, як правило, найбільш складні для порівняння. [21]

Нерідко хворі скаржаться на повну відсутність сну протягом багатьох ночей, однак при об'єктивному полісомнографічному дослідженні сон не тільки присутній, але його тривалість перевищує 5 год (досягаючи часом 8 год), а структура сну не дуже деформована. Така ситуація визначається як агнозія сну. [20]

Підвищена сонливість вдень поєднується з втратою потреби у сні і безсонням вночі. Формула сну може бути зрушена: засипання пізно вночі супроводжується пізнім пробудженням від сну. Цикли сну - неспання можуть бути подовжені або укорочені так, що пацієнт «не вписується» в природний ритм зміни дня і ночі.

Прокинувшись від сну, хворі не усвідомлюють, що спали. Вони знають, що сновидіння були, але стану сну не було. Чи навпаки, тільки закривши очі, відразу їх відкрили. Такий сон не приносить зазвичай почуття відпочинку і бадьорості.

### 1.4.2 Параліч сну

Стан часткового пробудження від сну називають паралічем сну. Прокинувшись і розуміючи це, хворі деякий час відчувають важке почуття скутості, заціпеніння і абсолютно не володіють тілом: не можуть встати, поворухнутися, відкрити очі, крикнути. Одночасно з цим виникає серцебиття, пітливість, іноді страх, тактильні, слухові і зорові галюцинації. Деякі хворі в цей момент ніби усвідомлюють, що все це відбувається уві сні. Тривалість зазначених станів не перевищує декількох секунд, проте в свідомості хворих вона переживається значно більшою. Нерідко з'являється страх повторення подібних станів. Скутість іноді охоплює лише окремі групи м'язів, наприклад, жувальних, проявляючись тремором після пробудження. Прокинувшись, пацієнт деякий час не може відкрити рот, що-небудь сказати, зуби в цей час стиснуті. [20]

Розлад свідомості, поява якого пов'язане з порушенням сну і приурочено до напівдрімотного стану. При засипанні виникає наплив яскравих зорових галюцинацій фантастичного змісту і послідовною зміною однієї ситуації на іншу - гіпнатичногоЧЯ онейроїду (Снежневський, 1941). З афективних розладів переважають здивування, боязке захоплення. Постійно спостерігається дезорієнтація в навколишньому середовищі. Надалі гіпнатичний онейроїдний стан може змінитися станами орієнтованого і повного онейроїдного стану. У період орієнтованого онейроїдного стану галюцинації фантастичного змісту переплітаються з ілюзорним або адекватним сприйняттям навколишнього оточення. У стані повного онейроїдного стану спостерігається відчуженість від дійсності, зміст свідомості цілком визначається фантастичними переживаннями. Спостерігаються ступорозні і субступорозних стану. Аутопсихічні орієнтування не порушується. Тривалість епізодів онейроїдного стану невелика - до двох, трьох діб. Найчастіше онейроїдний стан спостерігається при інтоксикаціях (алкогольних) і симптоматичних психозах. [18]

Пов'язане з органічним ураженням головного мозку - черепно-мозкова травма, нейроінфекція - може поєднуватися з іншими парасомніями: нічними страхами і енурезом, катаплексією і нарколепсією. Страхи уві сні і перед засинанням мають галюцинаційний характер, що може бути встановлено розпитуванням. Без ЕЕГ-дослідження розмежування епілептичних і парасомнічних феноменів може стати проблематично. Крім ходінь і говоріння уві сні часто бувають здригання, крики, розмахування руками, різні рухи ногами, розгойдування голови, вставання на карачки і ін. Деякі дії залишають у пацієнтів важке враження. Так, хворий з занепокоєнням повідомив, що прокидається в той момент, коли його рука здавлює власне горло.

Рідкісні випадки абсолютного безсоння протягом багатьох років характеризують вовчий сон. За даними ЕЕГ, ці люди сплять частими, але дуже короткими порціями, непомітні пацієнтами та оточуючими. [19]

Під час сну, при пробудженні можуть виникати різноманітні психопатологічні феномени: страхи, обмани сприйняття, порушення схеми тіла, розлади просторового орієнтування, явища психічної анестезії, деперсоналізації, маревні ідеї. При маскованих депресіях, наприклад, часто спостерігається «феномен неспокійних ніг» - відчуття оніміння тієї чи іншої частини тіла, парестезії, які незабаром проходять, якщо хворі починають розминати, масажувати відповідну ділянку тіла. Під час сну можуть виникати також судомні напади. При так званій нічний епілепсії судомні пароксизми спостерігаються тільки під час сну. Іноді продуктивна симптоматика виникає переважно уві сні, а в денний час її немає. [15]

## Висновки до розділу 1

В цьому розділі розглянуто історію біоритмів та їх вплив на діяльність організму людини. Вони різняться за типами, видами та походженням. Також було розглянуто фізіологію та патологію сну, його фази та властивості. На сьогодні існує велика кількість різноматіних методик для дослідження біоритмів людини, особливо дослідження сну. Подальшому розгляду методик буде присвячено дані дослідження.

# Розділ 2

# мЕТОДИка ДОСЛІДЖЕННЯ ФАЗ СНУ

## 2.1 Добова періодичність і коливання інтенсивності фізіологічних процесів в організмі пілота

Добовий ритм організму пілота визначається різними фізіологічними ункціями (більша ста), які проявляють свою інтенсивність в один час максимально, в інший – мінімально. [13]

З 1 години ночі по 3 відбувається максимальна активність жовчного міхура. Важкі часи печінки в її напружена діяльність - йде велике «прання» організму, вивільнення від отрут. В 1-4 години - тиск крові і частота дихання мінімальні. Тіло відпочиває, фізично повністю виснажене і особливо чутливий до болю. В 1-5 годин відбувається пониження температури тіла. В цей час спостерігається мінімальна кількість цукру в крові. Тіло працює на найменших оборотах, але слух загострюється і чутко реагує на шум. О 2 годині ночі - різке звуження капілярів кровоносних судин. З 2 години до 5 спостерігається мінімальна фізіологічна активність (людина слабка). Мінімальна працездатність легень, пульс і дихання найповільніші. З 3 по 5 годину максимальна активність печінки. Рівно о 3 годині спостерігається найнижчий тиск крові. В 4 години - найменша частота пульсу (мінімальний пульс). Мозок забезпечується мінімальною кількістю крові. Це час, коли частіше вмирають люди, особливо пілоти. В 4-5 годин максимальна активність кісткового мозку. Тиск ще низький, мозок все ще забезпечується мінімальною кількістю крові.

О 5 годині мінімальна температура тіла. Нирки вільні і нічого не виділяють. Пробудження від сну бадьоре. В 5-6 годин починається відчуття. Навіть якщо організм хоче спати, тіло наше пробуджується. Тиск підвищується. З 5-7 годин максимальна активність легень. Серце б'ється швидше. О 6-7 годині - найменша швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ). Імунологічний захист тіла особливо сильний.

О 7-9 годині максимальна активність товстого кишечнику. Зниження активності шлункових протоків і роботи шлунку.

О 9 годині спостерігається максимальний вміст адреналіну в крові. Підвищується психічна активність, зменшується чутливість до болю. Кров'яний тиск знижується до мінімуму. Серце працює на повну потужність. З 8 до 12 години відбувається перший підйом працездатності (людина сильна). О 8-9 годині печінка повністю звільнила організм від шкідливих речовин. У цей час особливо шкідливий для печінки алкоголь. О 9-10 годині максимальне кількість цукру в крові. З 9 до 11 години максимальна активність шлунку.

О 10 годині вже починається перший пік підвищеної працездатності (найбільш сильна людина).

О 11-12 години відчуття голоду, сердце продовжує працювати працювати ритмічно. З 11-13 години максимальна активність підшлункової залози і селезінки. Печінка відпочиває, в кров потрапляє небагато глютену.

О 12 годині відбувається максимальне збудження біологічних активних точок жовчних протоків. Максимальне відчуття голоду, проте обід краще перенести на годину пізніше. годину пізніше. З 13 години різко знижується працездатність органів кровообігу. Перший період актівності пройшов, відчувається втома.

З 13-15 години спостерігається мінімальна фізіологічна активність (найбільш слабка людина). Максимальна активність серця.

О 15-17 годин максимальна активність тонкого кишечнику. О 15-19 годині відбувається другий підйом працездатності. Всі органи чуття загострені, ообливо нюх і смак. З 16 години досягається максимуму кількість азоту в крові, рівень цукру в крові підвищується, але після початкового пожвавлення наступає його спад. О 16-17 годин знову почуття голоду, далі з 16-18 години найвищий вміст гемоглобіну в крові, а вже рівно з 17 годині другий пік підвищеної працездатності.

О 17-19 годині відчувається максимальна активність сечового міхура. Настає дуже поганий час для алергіков-пілотів, психічна стабільність на нулі. О 17-20 годині максимальна активність лімфатичних вузлів і селезінки. О 18 годині - максимальна температура тіла з день, максимаьне число скороченнь серця (максимальний пульс), капіляри розширені, багато адреналіну в крові, психічна бадьорість поступово зменшується, знижується відчуття фізичного болю.

О 19-21 годині максимальна активність нирок, тиск крові підвищується, починаються головні болі. О 20 годині мінімальна кількість азоту в крові. В цей час вага тіла досягає максимуму, реакції стають досить швидкими. Повторне відчуття голоду настає о 20-21 годині, психічний стан нормальний. Це час, коли особливо загостроється пам'ять. О 21 годині відбувається різкий спад працездатності органів кровообігу. Зменшується працездатність серцевого м'яза.

З 21-22 години максимальна ШОЕ, а вже о 21-23 годині максимальна активність судинної системи, кров переповнена білими кров'яними тільцями, температура тіла знижується. В 22-23 годині фізіологічний спад (перебудова організму до нічного циклу).

О 23 годині початок циклу нічного сну. Якщо людина чи пілота не лягає відпочивати, то з 24-1 години відбувається пік помилкової продуктивності у людей вечірнього типу, якими частіше є пілоти з нестабільним графіком роботи, яких прийнято називати совами за їх нічну розумову працю.

Кожна людина повинна знати про сприятливі і несприятливі для нього періоди, щобу випадку необхідності прийняяти запобіжні заходи. Необхідно прислухатися до свого організму в важкі години доби. Наприклад, максимальна ймовірність виникнення інфаркту потрапляє на 9 годину ранку, на 17-18 годин вечора і на 2 годину ночі. Тому «сердечникам» роботу потрібно починати пізніше 9 години, а закінчувати треба вже раніше 17 годин. Такий графік для пілота неможливий, тому такі люди не проходять етап відсіювання.

Всі отримані зрушення в біологічному годиннику залежать від тривалості дня, протягом якого проводилися вимірювання. У тому, що це саме так, можна переконатися, подивившись, яким є неіска- ваний іншими впливами добовий (цикрадний) біоритм. На підставі вищевикладеного можна зробити тільки один висновок - добовий біоритм складається з двох біоритмів: денного та нічного, і є початком і кінцем добового біоритму не є кінець одних і початок іншої доби, до якої звикли люди. Добовий біоритм починається з денного біоритму, який бере свій початок зі сходом сонця і закінчується з його заходом, переходячи в нічний біоритм, який закінчується новим сходом сонця, що народжує новий день і нову добу.

У момент зимового сонцестояння найменша тривалість дня складає 7 годин 10 хвилин: схід о 8 годині 55 хвилин, захід о 16 годині 05 хвилин.

У моменти весняного і осіннього рівнодення тривалість дня і ночі прирівнюється, а в момент літнього сонцестояння тривалість дня складає 17 годин 23 хвилини - схід о 4 годині 52 хвилини, захід о 22 годині 15 хвилин. Так само, але в зворотному порядку, змінюється і тривалість нічного біоритму. Найбільша тривалість ночі в момент зимового сонцестояння становить 16 годин 50 хвилин, а найменша тривалість ночі в момент літнього сонцестояння становить 6 годин 38 хвилин. Разом з тим, про тривалість добового біоритму залишається приблизно постійною, в межах 24 годин, якщо не враховувати кілька хвилин.

У денного і нічного біоритмів є тільки по одній постійній точці, якими є критичні точки переходу синусоїди з позитивної фази в негативну, і цими точками є опівдень і опівніч. Інша справа, що опівдні і опівночі не доводяться належне їм за природою час - на 12 годин дня і 12 години ночі. Денний і нічний біоритм відрізняються протягом однієї доби не тільки своєю тривалістю, а й розмахом і, відповідно, амплітудою коливання, оскільки вплив Сонця вночі, знаходиться за бронею Землі, значно менше, ніж вдень.

Графік добового біоритму, побудований для випадку рівнодення, коли тривалість дня і ночі однакові і рівні 12 годині, існуючій в природі, мав би виглядати наступним чином: схід о 6 годині ранку, точка верхнього перегибу о 9 годині, опівдень о 12 годині дня, точка нижнього перегину о 15 годині і захід о 18 годині вечора для денного біоритму. Початок нічного біоритму о 18 годині, точка верхнього перегину о 21 годині, опівноч в 24 години, точка нижнього перегину о 3 годині ночі, кінець нічного біоритму і початок наступного денного - о 6 годині ранку. В цей час в протягом декількох днів тривалість діб практично не змінюється (рис. 2.1).

Для того щоб отримати наш справжній час, потрібно додати 1 годину, а вже через тиждень, у зв'язку з переходом на літній час, ще 1 годину. При збільшенні тривалості дня точки сходу і верхнього перегину будуть зменшувати свої значення, а точки нижнього перегину і заходу будуть їх збільшувати на денному біоритмі в зворотному порядку - на нічний біоритм, оскільки опівдні і опівночі практично залишаються на своїх «постійних» місцях. При зменшенні тривалості дня все буде відбуватися в зворотньому порядку, який було описано вище. Щоб отримувати істинні значення всіх цих точок, потрібно не забувати додавати до них 1 годину під час дії «зимового» часу і 2 години - під час дії «літнього».

Найнеприємнішими точками синусоїд, як відомо, є критичні точки, якими є опівдень і опівніч, а також точки сходу і заходу сонця. Саме ці точки присутні у всіх дослідженнях як найбільш несприятливі для здоров'я і виконання фізичних зусиль. Для людей екстремальних видів професій (пілотів) ці дні є особливо небезпечними для здійснення перельотів між інших часових поясів. І якщо точки сходу і заходу «подорожують», що помітно і на звичайних годинах, то опівдні і опівночі для пілотів злишаються практично на своїх місцях і припадають на 13-14 годин дня і 1 2 годині ночі, в залежності від зимового або літнього часу. Звичайно, що точка опівдня найбільш небезпечна оскільки вона припадає на період неспання пілота, в частих випадках на час, а в цей час нічего не хочеться робити, долає сонливість і розсіюється уважність. Саме в цей час найбільша активність серцево-судинної системи, оскільки в цей час найбільш слабка людина.

Після критичної точки, яка припадає на опівдень починається спад працездатності, навалюється втома, і як раз до кінця робочого дня синусоїда денного біоритму приходить в точку нижнього перегину на свій найнижчий рівень. Цей час найбільш небезпечний для пілота, оскільки є накопичення втоми від роботи, а перенапружені кітини вже не можуть впоратися з фізичними, емоційними і іншими навантаженнями і в тому числі з накопиченими «отрутами», яке притаманне алергікам. Буває так, що після рейсу пілот повечеряв, переглянув новини або прогулявся на вулиці і раптом відчув приплив сил і здатність зайнятися фізичною працею або спортом. Тут відіграли роль денний, а після заходу сонця і нічний біоритми, піднявши рівень працездатності. Частіше, на цей час призначають другий переліт.

З точки нижнього перегину синусоїди нічного біоритму починається підйом синусоїди, адже сонце наближається до точки світанку, поступово збільшує свій сонячний вплив. Проте, точка світанку залишається критичною точкою переходу синусоїди з негативної фази нічного біоритму в позитивну фазу денного. Більшу частину року, а точніше з весни і початку літа ця точка припадає на 6 годин (+1 година). Точка верхнього перегину синусоїди денного біоритму за своїм рівнем значно вище аналогічної точки нічного біоритму. Не випадково саме ці години доби були виявлені вченими як найкращими для занять спортом. Але помилковим є твердження, що найвищі результати будуть показані ввечері, що добре видно з самогу графіка добового біоритму.



Рис. 2.1 Стандартний графік біориму людини

Як видно з графіка, для організму краще, коли пілоти проходять підготовку і здійснюють перельоти вранці, поблизу точки верхнього перегину синусоїди денного біоритму, але ж більшість рейсів все ж таки припадає на вечір, бо людям простіше прилетіти у задане місце ввчері і вночі відпочити, ніж вдень. Тому багато пілотів проходять спеціальну підготовку, тренування ввечері напередодні, щоб виробити в організмі умовний рефлекс. Важливу роль відіграє і те, на яку відстань та через яку кількість часових поясів буде проходити переліт. Від цього і залежить яку кількість тренувань потрібно провести пілотам і коли. Для того, щоб було вироблення сили і швидкості, то слід тренуватися в ранкові години, на підйомі синусоїди денного біоритму, а якщо необхідно виробити виносливість, то слід тренуватися ввечері, на самому низькому рівні графіку денного біоритму, поблизу точки нижнього перегину, на спаді працездатності. У тому, що для організму краще тренуватися вранці, на підйомі синусоїди денного біоритму, говорить експеримент, проведений з пілотом, який відчував себе значного краще після тренування ванці, ніж після.

Дивлячись на «літній» графік денного біоритму, можна зробити, висновок, що необхідно для збереження здоров'я кожної людини, а особливо пілота, держава має відмовитися, що і було прийнято у 2018 році перехід з «зимого» на «літній» час і навпаки. Тому слід жити і працювати по природному часу, а для всіх, хто не пов'язаний зі змінною роботою, зміщувати початок робочого дня в ранкові години і робити це поступово: в березні-квітні починати робочий день ні з 8 години ранку, а на годину раніше, з 7 години; з травня по серпень - з 6 години ранку; у вересні-жовтні- з 7 години; в решту місяців осінньо-зимового періоду - як звичайно - з 8 години ранку. Таким чином організм не буде піддваватися постійній зміні часу. Це дозволить уникнути помилок від зміни стрілок годинника не в ту сторону, які можуть привести до серйозних порушень в роботі транспорту і життєдіяльності. Цілком природно, що для цього доведеться зміщувати початок роботи для всіх інших підприємств і установ, в тому числі, і в першу чергу, загальноного транспорту. Важливе значення має добовий біоритм для проведення нічних перельотів, які стали вже нормою. Це не є правильним, оскільки в цей час йде спад нічного біоритму. Найбільш сприятливий час для перельотів є на світанку і на початку заходу сонця до точок верхнього перегину денного і нічного біоритмів, які необхідно визначати окремо на кожен конкретний день.

Якщо дивитися на графік денного біоритму, то час їжі має припадати на точку початку спаду синусоїди - легкий сніданок (в 9-10 годин), далі на критичну точку переходу синусоїди у від'ємну фазу - обід (в 13-14 годин), потім на кінець спаду синусоїди - полудень (в 16-17 годин) і на критичну точку переходу синусоїди в позитивну фазу нічного біоритму - вечеря (в 18-19 годин). Для тих, хто любить працювати в пізній час (совам), можна додати в разі потреби ще одну вечерю, після того як пройде точку верхнього перегину нічний біоритм. Позитивний вплив на організм подібної розкладу прийому їжі підходять для звичайних людей, проте не для людей екстремального виду діяльності.

Точка осіннього рівнодення настає 24 вересня з опівднем о 13 годині 20 хвилин замість 14 годин, а опівніччю о 1 годині 20 хвилин замість 2 годин ночі. Точка зимового рівнодення настає 22 грудня з опівднем о 12 годині 30 хвилин і опівніччю в 0 годин 30 хвилин, а не о 13 годині дня і 1 годині ночі. Якщо прибрати привабливий всім годинник і звернутися до природного часу, то отримаємо досить характерні цифри: опівдні в середній смузі північної півкулі настає не о 12 годині дня, а на 30 хвилин раніше в точках літнього та зимового рівнодення, на 20 хвилин раніше в точці весняного рівнодення і на 40 хвилин раніше в точці осіннього рівнодення. У середній смузі південної півкулі все повинно бути навпаки: з тими ж цифрами, але не раніше, а пізіше зазначеного часу і зі зміною місцями точок весняного і осіннього рівнодення. Цю гіпотезу теж ще належить перевіряти. Ці цифри мають не просто принципове значення, якщо виходити з точності визначення найбільш важливих критичних точок добового біоритму. Це говорить про те, що в добовому біоритмі змінюються всі критичні точки: і початкові точки - точки сходу, і кінцеві точки - точки заходу, і проміжні критичні точки - точки опівдня і опівночі. В кінцевому рахунку, для основної маси населення всі ці наведені дані не мають ніякого значення, але тим, хто пов'язаний з постійними навантаженнями, перельотами необхідні знання всіх характерних точок синусоїд добового біоритму, як критичних точок, так і точок верхнього і нижнього перегинів, причому конкретно на кожен день календарного року.

## 2.2 Десинхронізація добового біоритму

У звичайних умовах життя здорової людини ні про яку десинхронизацію (порушення) добового біоритму не може бути й мови. Вона настає у хворого організму або при швидкому переміщенні (перельотах) через кілька часових поясів як з заходу на схід, так і зі сходу на захід, а також при перельотах з екваторіальних областей на північ або південь і назад, причому має значення і переліт з одного півкулі в іншу.

Оскільки при перельоті з заходу на схід і назад на новому місці перебування змінився початок доби, в порівнянні з тим що було у людини до перельоту, то існуючий в організмі біоритм входить в протиріччя з природним біоритмом нового місця і людина починає відчувати дискомфорт, бо вироблені організмом рефлекси розпорядку прийому їжі, роботи та сну змушені перебудовуватися на новий ритм.

Людський організм досить інерційна система, а тому ця перебудова відбувається не швидко. За результатами вчених, які займалися дослідженням адаптації людини до нових умов, встановили, що вона (адаптація) повністю закінчується лише через 2 тижні, точніше, через 13-14 днів. Десинхронізація добового біоритму наступає в організмі не тільки при переміщенні по широті, але і при переміщеннях по довготі, з екватора як на північ, так і на південь, а також і назад, з північних областей Землі або з південних - на екватор. Правда, ця десинхронізація не настільки значна, як при переміщенні з західної півкулі в східну і назад, оскільки вимірюється вона лише різницею протяжності дня і ночі змінюваних областей. Ось чому, прекрасно відпочивши на південних курортах в «оксамитовий» сезон і набравшись здоров'я і сил, люди, тим не менше, повертаючись додому, на перших порах відчувають дискомфорт і зовсім не тільки від того, що з теплого літа переїхали відразу в осінь, а внаслідок виниклої необхідності для перебудови організму на іншу тривалість дня і ночі.

Якщо ж переліт відбувається ще з північної півкулі в південну або навпаки з південної півкулі в північну, то тут настає неузгодженість роботи організму не тільки з добовими біоритмами, але і з сезонними біоритмами півночної та південної півкуль, оскільки з північного літа люди потрапляють в південну зиму, і навпаки.

Чи не варто забувати про те, що найбільшу роль у подоланні добової десинхронізації грають три багатоденних біоритма - фізичний, емоційний і інтелектуальний, що характеризують стан основних систем організму: якщо всі вони знаходяться в позитивних фазах («найбільш сприятливий період»), то відновлення нормальної роботи організму відбувається значно швидше, ніж в «найменшсприятливий період», коли значна частина клітин «відпочиває», і їх можна привести у відповідність з добовим біоритмом тільки після закінчення їх «відпочинку».

## 2.3 Психічні біоритми людини

Життєдіяльність людини залежить від впливу повторюваних через певний час змін навколишнього середовища. Циклічні зміни стану організму (фізичний, емоційний, інтелектуальний) знаходяться в прямій залежності від біоритмів. Успішність в різноманітних видах діяльності можна визначити балансом припливу і відпливу внутрішньої енергії. Баланс можна відстежити за циклам біоритмів людини.

Біоритми – це час від часу повторювані зміни в процесах живих організмів.Основні зовнішні ритми, які впливають на біоцикли людини, складаються з природних ритмів (Сонце, місяць та інше) і соціальних (робочий тиждень). Головні внутрішні хронометри організму людини розташовуються: в голові (епіфіз, гіпоталамус), в сердці. Біоритми можуть змінюватися з допомогою синхронізації із зовнішніми ритмами – циклами освітленості (зміна дня і ночі, світло), факторами впливу (запах, шум), кліматичних факторів (температура). Відразу після народження і протягом усього життя людина знаходиться в трьох біологічних ритмах – фізичному, емоційному та інтелектуальному. Двадцяти трьохденний ритм (фізичний ритм) визначає здоров'я, силу, витривалість, запас внутрішньої енергії. Люди, які підвержені кстремальним видам роботи (пілоти), щоденно мають певні фізичні навантаження. Знання своїх фізичних біоритів дозволяє їм визначити ступінь навантаженості під час роботи. Це допомогає максимально використовувати внутрішні ресурси з максимальною продуктивністю.[2] Двадцяти восьмиденний ритм (емоційний ритм), впливає на стан нервової системи, настрій, любов, оптимізм. Від коливань цього циклу залежить сприйнятті навколишнього світу в цілому. Тридцяти трьохденний ритм (інтелектуальний ритм) визначає творчі здібності кожної окремої людини. Сприятливі дні тридцяти триденного ритмічного циклу характеризуються творчою активністю, людину супроводжує удача і успіх. У несприятливі дні відбувається творчий спад.

Фізичний біоритм показує кільекість прихованої енергії і організмі людини, виносливість, активність, швидкість реакції що незамінно і необхідно в роботі пілота. Цей цикл описує особливість до відновлення організму, ініціативність, амбіційність. Від цього залежить показник ефективності метаболізму. Максимальне зростання працездатності помітний у пілотів приблизно з 8 до 12 години і з 17 до 19 години, спад у період з 13 до 15 години. Значно відчувається зниження психофізіологічних показників вночі, особливо в 3.4 години. В склад аналізц фізичного стану тіла необхідно включити дослідження цього біологічного циклу. Пілотам, у яких більше фізичного навантаження, важко звертати увагу на ці цикли. Для цього має існувати спеціаліст у даній сфері, який буде відстежувати зміну всіх ритмів. Знання про позитивні чи негативні періоди, дадуть шанс правильно розподілити ступінь навантаженості. Це в свою чергу допоможе позбавитися хибних рішень та більш ефективно використовувати свій внутрішній ресурс, попередити загострення хронічних хвороб. Максимальне значення фізичного біоритму збільшує шанс найбільш повного розкриття свої здібностей.

Емоційний (душевний) біоритм формує внутрішній душевний стан. Чутливість людини і сприйняття навколишнього світу напряму залежить від перебігу цього циклу, спектр почуттів, емоцій як під час льотної діяльності так і у повсякденному житті. Цей біоритм відображає творчі, інтуїтивні здібності. Особливо важливо брати до уваги емоційний цикл для пілотів, які безпосередньо спілкуються і працюють серед людей. З цього циклу можна відстежити схильність до співпереживання, вразливість і образливість, що може зробити істотний вплив на спілкування між людьми. У період емоційного спаду людина стає більш роздратованою. [13]

Інтелектуальний біоритм характеризує розумові здібності людини, Відповідно до положення лінії синусоїди біоритму, можна визначити в який час людина краще здатна обмірквувати, логічно мислити, зіставляти факти і взаємозв'язок. Цей ритм відображає передбачливість і обережність, приводячи до раціональності вчинків людини. Зміни циклу може відчутно вплинути на поведінку пілотів. Існує версія, за котрою є взаємозв’язок між інтелектувльним біоритмом і секрецією щитовидної залози. Також є дані, що показують залежність водійської праці від змін циклу цього біоритму. При інтелектуальному спаді людина стає неуважною; процес мислення млявий, не стабільний, Кожен з трьох довготривалих ритмічних циклів почнається з народження людини. Подальший розвиток можна зобразити як синусоїду (рис. 2.1).

Чим вище підіймається крива, тим вище відповідно цій позначці здатність. Чим нижче вона падає, тим нижче відповідна їй енсргія. Біоритмічним днем втоми вважаються періодичні дні, коли крива знаходиться на перетині шкали. Найбільш помітно проявляються в стані людини. У такі дні необхідно бути стриманим, уважним. Добові зміни фізіологічних функцій вивчають багато фахівців.

Добові ритми це постійні зміни функціонування організму протягом дня і ночі. Вранці активується робота більшості фізіологічних процесів. Підвищується чутливість органів чуття (людина краще чує, точніше розрізняє відтінки кольорів). Вночі ак- тивність організму сповільнюється, відбувається зниження активної діяльності. Системам органів, тканин, клітин необхідний відпочинок і сон. Ритмічність фізіологічних процесів організму характеризується в максимальною і мінімальною активністю, приуроченою до певних годинах доби. Підготовка до фізіологічної активності відбувається навіть тоді, коли людина знаходиться в стані сну і навпаки.

Пильність і готовность до сприйняття нової інформації не так велика, як вдень, ввечері ніщо не відволікає, вдається краще зосередитися. Однак характерна неповторна мінливість для більшості біоритмів. За типами ритмічної активності відбувається розподіл на «жайворонків» і «сов». Перша група бадьоріша і активніша у ранковий час доби, а друга - у вечірній. Більш «фізіологічніший» добовий ритм «жайворонків». Підвищення фізичної активності вдень і зменшення в нічні години характерно для людини, коли падають показники ЧСС, температури тіла, споживання кисню, вміст цукру в крові, артеріальний тиск. Це пояснюється генетичною спадкоємністю, пов'язаною з одним з еволюційних ранніх механізмів регуляції процесів життєдіяльності в організмі. За відомими нам даними, добовий викид адреналіну і норадреналіну у «сов» в 1,5 рази вище, ніж у «жайворонків». Єдине перевага «сов» - вони легко переносять вимушені порушення добового біритмуі краще зберігають звичний рівень працездатності, при перетині декілької часових поясів, коли літають на велику відстань. Більшість «сов» до старості стають «жайворонками».

Рівень сенсорних реакцій ввечері у «сов» такий же, як і вранці. Вранці вони можуть справлятися з будь-якою роботою не менш успішно, ніж увечері. Тому, якщо пілот відноситься до розряжу «сов», потрібно намагатися переналаштувати себе в режим дня в сторону ранкового типу. Пілоти «жайворонки» встають рано, максимально працездатні з 9-10 до 14 годин, Вони найбільш адаптовані до режиму, який необхідний для льотного складу. Вони володіють високим тонусом в першій половині дня, у вечірній час фізіологічні показники знижуються. В першу половину дня у пілотів «сов» працездатність знижена. Вони пізно лягають спати, частіше недосипають. На початку робочого дня їм важко зосередитися і повністю включитися в роботу. Тестування, яке проходять пілоти вранці надає від'ємний результат, спостерігається наступний ритм зміни працездатності протягом тижня. Максимально позитивними днями тижня для діяльності є вівторок, середа, четвер (працездатність на підйомі), в п'ятницю позначається втома (працездатність знижується), негативними є понеділок і субота.

Працездатність падає до кінця тижня. Перша половина ритму (позитивна фаза) піднімає впевненість, наповнює енергією, потужністю, збільшені розумові здібності. Пілот досягає зеніту своїх сил в середині позитивної фази. Друга половина ритму (негативна фаза) - період відновлення сил. Ця половина циклу триває до мінімального значення, потім починається підйом до позитивної фазі. Для пілота однією з умов компенсації під час негативного періоду є розподіл перельотів за часом у чергуванні з відпочинком. Знання про розумне використання біологічних ритмів, може суттєво допомогти в раціоналізації занять фізичною підготовкою і спортом, в правильному поєднанні їх з роботою.

## 2.4 Вплив біоритмів на продуктивність людини при фізичному навантаженні

Біоритми ритми мають важливе значення в змаганнях та в організації маршрутів пілотів. Багато біологічних функцій залежать від рівня фізичного навантаження, місця розвитку та становлення людини, генетики. Деякі з них дійсно ендогенні, а інші є вторинними для змін пробудження та температури ядра або реакції на екологічні показники часу. Первинні стимулятори активності лежать в гіпоталамусі. [17]

Функціональне значення біоритмів забезпечують внутрішні годинники, що дозволяють узгоджувати швидкі фізіологічні процеси та точний час зовнішніх подій. Обидва атрибути є життєво важливими для кваліфікованого конкурента. Більш тривалі інтервали, наприклад, тривалість сну і сезонні цикли також оцінюються з надзвичайною точністю. Високочастотні коливання забезпечують основу точного контролю в багатьох функціях, починаючи від фокусу ока і підтримки балансу до регулювання вентиляції до збільшення видобутку CO2.

Зміни фізіології та продуктивності відбувається у другій половині дня, з чим пов'язане покращення розпізнавання образів, швидкості реакції та сили м'язі: зменшується втома, всі зусилля краще переносяться. Оскільки міжнародна конкуренція сама це породжує, лабораторні висновки можуть не вказувати на реальну перевагу конкурентних показників. [32]

Пікові температури тіл наступають вже під час “розминок” в пізній день, проте воно не впливає на терморегуляцію під час тренувань. Частота серцевих скорочень виражається внаслідок збудження та температури ядра, прогнозоване максимальне споживання кисню досягає мінімуму в другій половині дня. Респіраторні реакції на зусилля також менші в другій половині дня. Ефективність метаболізму мало змінюється, якщо враховуються добові коливання маси тіла. Будь-які добові зміни максимального споживання кисню невеликі, і навіть їх напрям спірний [33]. Більшість авторів виявляють конкурентоспроможність найкраще в кінці дня. Фізична працездатність, яка залежить від частоти серцевих скорочень, показує деякі варіації циркуляції, з найнижчим значенням по суботах.

У жінок підвищення температури серцебиття у другій половині циркуляційного циклу мало впливає на максимальне споживання кисню або анаеробний поріг; тоді температура тіла підвищується, якщо тренування проводиться в лютеїновій фазі. Передменструальне збільшення гідратації тіла має невеликий шкідливий вплив на фізичну працездатність. Пов'язані відчуття можуть погіршити як кваліфіковану, так і загальну ефективність, хоча сила м'язів часто збільшується. Конкурентні результати не впливають на менструацію у більшості спортсменів. Первинними проблемами є гігієна на ранніх стадіях менструального циклу, а також ризик нещасних випадків або погана командна робота під час передменструального напруження. [18]

Люди демонструють мало загальновизнаних річних ритмів; якщо клімат є холодним, скорочення активності взимку може призвести до певної втрати працездатності, тоді як у деяких культурах сезонні зміни продуктивності можуть бути простежені до участі у конкретних спортивних програмах.

Порушення біоритму призводить до того, що щоденні ритми порушуються змінами часового поясу (широтними повітряними перевезеннями) та позбавленням сну. Оскільки довжина циркадного циклу зазвичай перевищує 24 години, подорож від схід до заходу допускається краще, ніж навпаки. Існує труднощі при адаптації до зсуву >5 годин, і для ресинхронізації слід дозволити що найменше 7 днів. Збудження, як правило, є бідним, доки корекція не завершиться, а відвідування спортсменів є особливо невигідною в другій половині дня. Попередня десинхронізація та регулювання швидкості підсилення, в той час як седативні засоби короткої дії, які не заважають REM-фазі допомогти відновити відповідні цикли неспання. [34]

Життєво-необхідний добовий мінімум для людини - 4-5 годин природного нічного сну (глибокого, без перерв). За цей час, при послідовній зміні всіх обов'язкових фаз / стадій - відновлюються функції організму. [35]

З урахуванням часу на засинання і проміжних прокидання між циклами (найтриваліше - після перших трьох або чотирьох циклів), фактична тривалість сну - менше, як мінімум, на півгодини. Тобто, якщо з моменту, коли ви лягли в ліжко і до ранкового підйому - пройшло 8 годин, ваш сон тривав не більше 7,5 год.

Форсовані і неприродні режими сну - не повинні тривати довго (більше, ніж тиждень), інакше, можуть відбутися функціональні порушення в ЦНС (центральна нервова система), аж до незворотних, і може бути завдано шкоди здоров'ю. [35]

## Висновки до розділу 2

Використання графіків біоритмів в органах охорони здоров’я, особливо під час роботи ЛЛЕК, дозволить уникнути як невдач, так і небажаних результатів під час екстремальних ситуацій, підбираючи найоптимальніший час для здійснення польотів. Величина рівнів трьох біоритмів, і перш за все фізичного, визначає, до якого типу поведінки і особливо сну належить пілот. Люди з високим рівнем біоритмів менше втомлюються від навантажень і зберігають свою працездатність до глибокої ночі - їх називають совами. Такі пілоти більш підходять для вечірніх та нічних перельотів. Люди з низьким рівнем біоритмів швидко втомлюються і до кінця дня повністю втрачають свою працездатність - це жайворонки. Такі пілоти ідеально підходять для ранкових та денних перельотів.

# РОЗДІЛ 3

# ПОБУДОВА SMART-МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ ФАЗ СНУ ПІЛОТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ

## 3.1. Планування дослідження

Багатоетапність дослідження, присутність суб’єктивного фактору, неможливість формалізації деяких процедур не дозволяють достовірно оцінити стан пілота. Виявлення джерел невизначеності дозволяє вносити коригувальні дії при організації дослідження, знижуючи тим самим невизначеність результатів.

Основні фактори виділені виходячи з стандартної процедури застосування технічних тестів. До них відносяться фактори, що характеризують об’єкт дослідження, конструктивне виконання каналу вимірювання, а також методи обробки інформації, по відношенню до яких і проведено класифікаційний аналіз.

Оскільки об’єктом дослідження є сон пілота, важливо врахувати категорії темпераменту, рід діяльності людини, вік та інші. Вимірювані дані мають стохастичний характер, який більшою мірою визначається психофізіологічним станом (ПФС) пілота. На сам ПФС впливають такі фактори:

* параметричний (вік, стать);
* психічного (стан центральної нервової та опорно-рухової систем, темперамент);
* фізіологічного (загальний стан людини при занятті екстремальним видом діяльності).

Такий підхід дозволяє визначити і систематизувати параметри ригідності (негнучкості), що, в свою чергу, призводить до психофізіологічної індивідуалізації людини. Як показали дослідження, в цьому випадку істотно зростає достовірність результатів вимірювання фізичного та емоційного біоритмів. В основу методики зазначеної класифікації покладено принцип розподілу людей за категоріями роду діяльності пілотів (досвід польотів до 5 років, від 6 до 15 та від 16 до 30). Для досягнення цієї мети розроблені і практично використовуються спеціальне програмне забезпечення.

Враховуючи зазначені фактори впливу на процес оцінювання біоритмів, а також інші фактори побудуємо причинно-наслідкову діаграму (рис.1)



Рис. 3.1 Аналіз факторів, що впливають на процес вимірювання і постановки діагнозу при дослідженні біоритмів людини екстремального виду діяльності

Зазначені особистісні фактори визначають необхідність проводити класифікацію пілотів як за параметричним, фізіологічним, так і за психічним ознаками.

## 3.2 Декомпозиція предмету дослідження на принципах проектування функціональних моделей за технологією IDEF0

 Дана модель включає в себе максимальний набір заходів при дослідженні фізіологічнго стану пілота. Графічно модуль запропонована у вигляді 11 діаграм, побудовних з технологією IDEF0. Представлений рівень делатізації моделі дозволить розробити алгоритм роботи для даного дослідження. Також була розроблена бза даних електронних показників фаз сну та біоритмів. В результаті запропонована модель може стати основною для дослідження сну ЛЛЕК з функцією прийняття лікарських рішень.

 Запровадити ЛЛЕК необхідно було для того, щоб пілоти змогли знаходитися під постійним медичним контролем. Проте, на сьогодні в Україні, дослідження сну не береться до уваги даною комісією, оскільки немає фахівців у данній області. При детльному аналізі станів пілотів було виявлено, що такі дослідження неоюхідно проходити кожному члену екіпажу. Тому рішення даної проблеми є запровадження smart-методу дослідження фізіологічного стану сну пілотів під час польоту.

 Проблема раннього списання пілотів існує через багато чинників, проте одним з найголовніших є те, що пр виході на пенсію майже кожен пілот має патології сну. Аналіз і вирішення пробеми можно розробити за допомогою даної технології.

 В основі методології IDEF0 лежить метод структоруного аналізу і проектування. Основу підходу і, відповідно, методології IDEF0, складає графічна мова описання систем. Основним структурним елементом графічної мови є функціональний блок, який описує дію, яка проходить в системі та інтерфейсні дуги, які описують об'єкт чи інформацію на вході і виході функціонального блоку, вкористовувані механізми і витрачені матерільні ресурси, а також управлінські принципи.

 Методологія IDEF0 включає в себе набір правил і рекомендацій, що дозволяють найбільш повно, але в той же час просто і зрозуміло графічно представити будь-яку складну систему. Графічна мова дозволить розкласти медичну діяльність при даному дослідженні у вигляді сукупності процесів, які, в свою чергу, відповідно до термінології системного аналізу, можна детально деталізувати як операції і дії. Всі ці елементи діяльності представлені у вигляді функціональних блоків, кожен з яких включає в себе заходи, спрямовані на отримання інформації про стан пілоту або на зміна його стану (рис. A.1-A.6). На вході кожного функціонального блоку представлений пілот в певному стані або з певним набором даних, а на виході той же пілот з новими даними або в новому статусі. Кожен з елементів діяльності керується нормативними документами і вимагає матеріальних ресурсів. Керуюча функція і необхідні ресурси позначаються на діаграмах стрілками відповідно вгорі і внизу функціонального блоку. Суть моделі представлена на контекстній діаграмі А-0 (рис. A.1). Функціональний блок діаграми включає в себе комплекс діагностичних і лікувальних заходів спрямований стабілізацію психофізіологічного стану пілота. Для виконання цих заходів використовуються матеріально-технічні, організаційні і кадрові ресурси лікувального закладу. У якості керуючої функції пропонуються існуючі національні та міжнародні клінічні рекомендації, а також клінічні протоколи діагностики. Крім того, при ухваленні рішення необхідно використовувати оціночні шкали і різні методи прогнозу перебігу захворювання. [13]

 На діаграмі А0 (рис. A.2) представлені 6 функціональних блоків, що описують взаємопов'язані послідовні процеси, складові лікувально-діагностичної діяльністі при даному дослідженні. На вході функціонального блоку контекстної діаграми ми маємо пілота з показниками порушень сну. Перше завдання, яке вирішується на цьому рівні це діагностика нервової діяльності організму (Функціональний блок А1). Відповідно на виході ми отримуємо пілота зі стабільним сном на психофізіологічним станом. Це позначено вихідними стрілками або інтерфейсними дугами з відповідними позначками. Пілоти без порушень сну в даній моделі не розглядаються. При підтвердженні клінічної картини порушення нервової діяльності (вхід функціонального блоку А2), оцінюється тяжкість можливого захворювання на системою Айзенка. Наприклад, при задовільному стані або стані середньої тяжкості у пілота проводяться додаткові другорядні тести для підтвердження стану. У разі важкого стану пілота, необхідно надати відпустку, вихідній або госпіталізацію в залежності від тяжності захворювання. Таким чином, стратифіковані по тяжкості стану пілоти можуть бути доставлені направлені на дообстеження або амбулаторне лікування. Наступна задача це виявлення на емоційну стійкість (нейротизм) при надзвичайних ситуаціях (функціональний блок А3). Залежно від результату дослідження можна стверджувати чи підходить пілот до льотної діяльності, чи його необхідно дискваліфікувати. Нейротизм - особистісна змінна в ієрархічній моделі особистості Х. Айзенка. За уявленнями Айзенка, при реактивній і лабільній вегетативній нервовій системі, особливості роботи якої обумовлені лімбічною системою і гіпоталамусом, підвищується емоційна сприйнятливість і подразливість. На поведінковому рівні це проявляється у збільшенні числа соматичних скарг (болю голови, порушення сну, схильність до коливань настрою, внутрішній неспокій, переживання і страхи). При цьому розвиваються емоційна нестійкість, тривога, низька самооцінка. Такий пілот внутрішньо неспокійний, стурбований, схильний до різких дій.

При дослідженні пілотів розглядають емоційну стійкість як «стійкість емоцій», а не функціональну стійкість людини до емоціогенних умов. При цьому під «стійкістю емоцій» розуміються і емоційна стабільність, і стійкість емоційних станів і відсутність схильності до частої зміни емоцій. Розуміючи під емоційною нестійкістю інтегративну особистісну властивість, що відбиває схильність людини до порушення емоційної рівноваги, включає в число показників цієї властивості підвищену тривожність, фрустрація, страхи, нейротизм. Таке дослідження повинно бути виконано не пізніше двох годин з моменту початку дослідження. При позитивному результаті тесту проводиться оцінка психомоторних сенсорних компонентів в екстремальних ситуаціях (функціональний блок А4). Основні методи оцінки психомоторних реакцій, що застосовуються при вивченні психологічного стресу:

* Визначення ступеня напруги окремих м'язових груп за допомогою міограми;
* Визначення ступеня надмірної напруги м'язів і плавності рухів за показником тремору (мимовільного тремтіння);
* Визначення швидкості простої або складної сенсомоторної реакції.

З перерахованих вище поведінкових порушень при стресі досить точний кількісний облік можливих щодо ступеня напруги м'язів, яке визначають по вираженості тремору.

Інтенсивність надмірної напруги і мимовільного тремтіння м'язів тремору визначають за допомогою приладу «тремометра», що представляє собою ряд отворів, в які випробовуваний вводить спеціальний щуп, з'єднаний з лічильником числа торкань (рис. 13). Чим вище контроль над м'язами з боку рухової кори, тим менше число торкань, і навпаки - при підвищенні рівня стресу відзначається тремтіння рук і збільшення числа мимовільних торкань краю отвору.



Рис. 3.2 Прилад для вимірювання стану м'язової системи людини при стресі (тремометр)

Порушення поведінкових функцій у пілотів після перельотів, в яких вони потрапляли в зону турбулентності показало, що рівень тремору може бути одним з надійних показників вираженості психологічного стресу. За даними досліджень, в нормі середній показник тремору становив 4,7 ± 0,7 торкання, а після екстремальної ситуації цей показник досягав 8,7 ± 1,0 торкання (р <0,001). Частотний розподіл (%) кількості торкань в нормі і на тлі стресу наведено на рис. 14. За результатами попередніх досліджень, вираженість тремору пілотів поділялась на п'ять категорій:

1. «Відсутність тремору» (0 торкань), що означає повний контроль за станом скелетної мускулатури;
2. «Помірний тремор» (1-5 торкань), що означає досить ефективний контроль за станом м'язів;
3. «Виражений тремор» (6-10 торкань), який вказує на те, що людина з працею здійснює координацію рухів;
4. «Сильний тремор» (11-20 торкань), коли людина не може в належній мірі контролювати статичне положення м'язів кисті;
5. «Дуже сильний тремор» (понад 21 торкання), який свідчить про практично повної неможливості утримувати руку в заданому положенні.



Рис. 3.3 Розподіл тремору у пілотів в нормі і після екстремальної ситуації

З діаграми видно, що якщо в спокійному стані 11% пілотів повністю контролювали свій тонус і жодного разу не торкалися країв отвору тремометра, то в стані стресу тільки 3% досліджених зберігали повний контроль над своєю скелетною мускулатурою.

Вивчення кореляцій між показниками м'язового тонусу і іншими досліджуваними психологічними і фізіологічними параметрами виявило між ними ряд зв'язків. Так, рівень тремору в стані стресу позитивно корелював з рівнем ситуативної тривожності після перельоту і з показником вегетативного індексу Кердо в нормі: чим вище був вихідний рівень активності симпатичної системи у студентів в спокої і чим більше виражена у них була ситуативна тривожність після екстремальної ситуації, тим достовірно більше тремтіли у них руки в стані стресу.

Іншим методом дослідження психомоторних реакцій людини є оцінка його сенсомоторної реакції - часу від подачі стимулу (наприклад, загоряння сигнальної лампочки певного кольору) до реакції випробуваного (натискання на кнопку відповідного кольору). Порівняння швидкості сенсомоторної реакції у студентів в спокої і в стані екзаменаційного стресу показало, що у однієї частини піддослідних стрес призводив до уповільнення швидкості реакції, а в іншої частини студентів реакція, навпаки, поліпшувалася (рис. 3.4).



Рис. 3.4 Частотна діаграма розподілу показників швидкості сенсомоторної реакції (СМР) в нормі і в стані екстремальної ситуації.

Вивчення особливостей типу вищої нервової діяльності у обстежених пілотів показало, що в першій групі пілотів (у яких показники сенсомоторної реакції погіршувалися) процеси збудження переважали над процесами гальмування (середній коефіцієнт врівноваженості нервових процесів становив 1,4), в той час як у другої групи пілотів цей показник становив 1,1. Таким чином, при стресі у людей з врівноваженим типом вищої нервової діяльності швидкість сенсомоторної реакції зростає, а в осіб з переважанням процесів збудження над гальмуванням в умовах стресу показники сенсомоторної реакції погіршуються.

Дані дослідження мають велике теоретичне значення, так як показують, що перехід стресу в дистрес або еустрес залежить не тільки від характеристик самого стресора, але і від особливостей типу вищої нервової діяльності (ВНД) людей, які переживають стрес.

Після успішного проходження тесту психомоторних сенсорних компонетів, дослідження переходить до моніторингу сну пілота (функціональний блок А5), що і вивчається в данній роботі для того, щоб запропонувати новий smart-метод оцінки.

Моніторинг сну пілота розпочинається з визначення тривалості сну індивідуально для кожного пілота (функціональний блок А51). На тривалість сну вливає ряд факторів, які наведені в розділі 3.2, тому описувати повторно не є необхідним. З основних можна виділити особливий рід діяльності пілотів та біоритми та тип темпераменту. На відміну від багатьох інших професій діяльність пілотів протікає в умовах досить високого ступеня ризику загинути в результаті нещасних випадків, аварій і катастроф. В історії розвитку авіації переважна кількість аварій і катастроф було пов'язано з конструктивними особливостями техніки, поломками устаткування, ненадійністю літальних апаратів. В даний час, незважаючи на значний прогрес в області досконалості авіаційної техніки, спрямований на підвищення надійності її експлуатації, відзначається неухильне зростання людських жертв і збільшення матеріальних втрат в результаті аварій і катастроф. Це призводить до того, що фахівці все частіше говорять не про проблему технічної надійності літального апарату, а про роль людського фактору в безпеці льотної праці, в зв'язку з чим особливу актуальність набуває коло питань, пов'язаних з індивідуально-психологічними особливостями поведінки в екстремальних умовах льотної діяльності .

Вивчення індивідуально-психологічних особливостей в льотній діяльності традиційно здійснюється за трьома напрямками - вивчення психічних процесів, станів і властивостей особистості. Найменш розробленою областю є дослідження психічних властивостей особистості, серед яких переважають дослідження за оцінкою змістовних аспектів психіки - таких, як мотивація, спрямованість, характер. Психодинамічним особливостям - темпераменту та увазі практично не приділяється.

При вивченні ролі темпераменту в діяльності виділяють дві функції. У переважній більшості досліджень йдеться про сильний вплив темпераменту на індивідуальний стиль діяльності. У той же час в екстремальних умовах, пов'язаних з сильною психофізіологічною напругою, властивості темпераменту не так прикрашає діяльність, скільки оберігає організм від надзвичайно великого чи, навпаки, надзвичайно малого витрачання енергії. Виживання людського організму в екстремальній ситуації в першому випадку буде під загрозою за рахунок надмірного виснаження, а в другому випадку - за рахунок слабкого, пасивного засвоєння предметного світу.

При розгляді поведінки людини в екстремальних умовах діяльності центральної нервової системи вважається проблема адаптації. Стосовно до людини адаптація має два аспекти - біологічний, формою якого виступає стрес, і соціально-психологічний, що виявляється в точно розрахованих, грамотних, професійних діях, адекватних обстановці, важливість справ і цілям. Таким чином, на нашу думку, в залежності від виду активності, проявляється роль індивідуально-психологічних особливостей в процесі адаптації. Риси характеру, мотивація, переконання та інші особистісні особливості, зумовлені предметним змістом діяльності, регулюють поведінку людини в процесі соціально-психологічної адаптації, а темперамент як загальна енергодинамічна характеристика людини як найтісніше пов'язана з процесом біологічної адаптації або стресом.

Вивчення взаємозв'язку властивостей темпераменту і біологічної адаптації в екстремальних умовах льотної діяльності наразі необхідно. При аналізі особливостей льотної праці виділяються три групи факторів, які в крайньому своєму вираженні характеризують екстремальність льотної праці: чинники польоту, кліматично особливості та соціально-побутові умови. Роль темпераменту в процесі біологічної адаптації до екстремального впливу факторів польоту і кліматично-географічних умов, дозволяє вирішити такі завдання:

* оцінити динаміку фізіологічних, психофізіологічних і психологічних параметрів адаптації в розглянутих екстремальних умовах льотної діяльності - модельованих впливів факторів польоту;
* на основі нормативних даних показників функціонального стану виділити три рівня адаптації - "повна адаптація", "нормальна адаптація" і "дезадаптація";
* проаналізувати кореляційні і факторні залежності між властивостями темпераменту і показниками функціонального стану льотчиків в процесі біологічної адаптації;
* порівняти середні показники вираженості властивостей темпераменту в виділених групах з різним рівнем адаптації, на основі чого побудувати профіль значущих властивостей темпераменту в розглянутих екстремальних умовах.

Гіпотези дослідження ґрунтуються на положеннях про біологічні основи темпераменту і уявленнях про його адаптивні функції:

1. Властивості темпераменту найбільш сильно проявляються в тих умовах льотної діяльності, які характеризуються підвищеною психофізіологічною напругою, регулюючи процес біологічної адаптації до досліджуваних факторів впливу.
2. Особливості прояву властивостей темпераменту в екстремальних умовах діяльності залежать від характеру самої екстремальної ситуації - інтенсивності і тривалості екстремального впливу.

Отримані початкові дані щодо темпераменту надалі дають змогу визначити амплітуду сну, частоту (функціональний блок А511). Показник частоти оцінюється кількістю хвильових коливань за секунду, фіксується цифрами, і виражається в одиниці виміру - герцах (Гц). В описі вказується середня частота досліджуваної активності. Як правило, береться 4-5 ділянок записи тривалістю, і розраховується число хвиль на кожному часовому відрізку.

Амплітуда - розмах хвильових коливань еклектичного потенціалу. Вимірюється відстанню між піками хвиль в протилежних фазах і виражається в мікровольтах (мкВ). Для виміру амплітуди застосовується калібрувальний сигнал. Якщо, наприклад, калібрувальний сигнал при напрузі 50 мкв визначається на записи висотою 10 мм, то 1 мм буде відповідати 5 мкв. У розшифровці результатів дається інтерпретацій найбільш частим значенням, повністю виключаючи рідко зустрічаються.

Оцінка кількості поворотів (функціональний блок А512) визначається за допомогою датчиків у смартфоні, які були наведені в п.. Потім, після отримання результатів, дослідження переходить до оцінки фаз сну (функціональний блок А513). Значення кожної з фаз оцінює поточний стан процесу, і визначає його векторні зміни. Деякі феномени, якщо вони пристуні, оцінюються кількістю і можуть міститися в будь-якій фазі. Коливання підрозділяються на монофазні, двофазні і поліфазний (містять більше двох фаз).

Перший цикл триває десь в межах від 70 до 100 хвилин, наступні цикли стають довшими і поверхневими. Кожен цикл складається з 5 етапів тривалістю, як правило від 5 до 15 хвилин. Перший і другий етап вважаються найкращими для пробудження.

Так що здоровий цикл сну виглядає як 10-30 хвилин легкого сну (високі піки), а потім область глибокого сну (низьких піків або відсутність піків) тривалістю 40-100 хвилин.

Якість і тривалість фаз залежить від безлічі факторів, тому в реальності цифри помітно відрізняються.

При оцінці сну важливо аналізувати вплив звукових хвиль на сон пілота (функціональний блок А514). Звуки 30-40 дБ (шепіт і щебетання птахів за вікном) впливають на сон найбільш чутливих як людей так і пілотів, а 40-55 дБ (працює холодильник або кондиціонер в радіусі 30 метрів) роблять сон більшості людей більш неспокійним і змушують їх повертатися. Звуки вище 55 дБ (пральна машина або включена музика) призводять до безсоння і дратівливості. Через ці фактори, часто пілоти та бортпровідники вибирають тихе місце для відпочинку.

А певні звуки можуть навпаки покращувати сон. Наприклад, білий шум допомагає не тільки швидше заснути, але і забезпечує здоровий сон протягом ночі. Крім білого шуму схожий ефект має розслаблююча музика або звуки природи. Якщо бажання або можливості включати музику на всю ніч немає, то пілоти використовують спеціальні програми. Наприклад, SleepBot і Smart Alarm Clock, записують звуки, що призводять до порушень сну. Вони допоможуть з'ясувати, що саме порушує ваш сон: занадто гучний холодильник, горезвісні звуки з вулиці або власний храп. Коли хропіння стає занадто гучним, додаток посилає сигнал на спеціальний браслет, який за допомогою легкої вібрації дає людині зрозуміти, що пора змінити становище. Звичайно, є універсальне і дешевий засіб - беруші. Але не всім зручно в них спати. Як більш функціональною альтернативи були розроблені спеціальні навушники Kokoon, які не тільки захищають від зовнішніх звуків, але і дозволяють слухати заспокійливу музику.

При успішній проведеній оцінці, спеціалісти або частіше за все програмне забезпечення, будують гістрограму сну після проведеної діагностики. Це допомогає зрозуміти, чи правильну оцінку провели спеціалісти та чи зникли проблеми, які були до проведення. Якщо гістрограма дала позитивні висновки, то стан пілота вважається нормованим та допускають до моніторингу кожної окремої фази.

Зважаючи на перелічені фактори та опис їх впливу, оптимальна норма тривалості сну пілота (функціональний блок А52) становить від 7 до 9 годин вночі при наступних умовах:

1. Робочий день не перевищує 9 годин (від початку підготовки до першого перельоту та до закінчення останнього);
2. Загальний час у повітрі не перевищує 6 годин;
3. Кількість зміни часових поясів не перевищує 3.
4. Перельотна відстань при 6 годинах не перевищує 5.5 тис. км.

При будь-яких інших умовах тривалість сну визначається індивідуально для кожного пілота зважаючи на робочий графік та графік відпочинку.

Навіть при стабільно нормальному сні, необхідно робити оцінку порушень, оскільки не існує такого, щоб сон у людини був ідеальним (функціональний блок А53). Тому визначення факторів порушень сну є досить важливим і актуальним (функціональний блок А531). Після їх визначення, обов’язково для кожного пілота є моніторинг електроенцефалографією (ЕЕГ) (функціональний блок А532). Поняттям «ритм» на електроенцефалограмі вважається тип електричної активності, що відноситься до певного стану мозку, що координується відповідними механізмами. При розшифровці показників ритму ЕЕГ головного мозку вносяться його частота, відповідна стану ділянки мозку, амплітуда, та характерні його зміни при функціональних змінах активності. Ритми в стані сну є окремою категорією видів ритмів, що виявляються або в умовах сну, або при патологічних станах включає в себе три різновиди даного показника.

Дельта-ритм. Характерний для фази глибокого сну і для коматозних хворих. Також фіксується при записі сигналів від областей кори мозку, розташованих на кордоні з ураженими онкологічними процесами ділянок. Тета-ритм. Інтервал частоти знаходиться в межах 4-8 Гц. Дані хвилі запускаються гиппокампом (інформаційним фільтром) і проявляються при сні. Відповідає за якісне засвоєння інформації і лежить в основі самонавчання. Сигма-ритм. Відрізняється частотою 10-16 Гц, і вважається одним з головних і помітних коливань спонтанної електроенцефалограми, що виникає при природному сні на початковій його стадії.

За підсумками, одержаними під час запису ЕЕГ, визначається показник, що характеризує повну всеосяжну оцінку хвиль - біоелектричну активність мозку (БЕА). Діагност перевіряє параметри ЕЕГ - частоту, ритмічність і присутність різких спалахів, що провокують характерні прояви, і на цих підставах робить остаточний висновок. Щоб розшифрувати ЕЕГ, і не упустити ніяких дрібних проявів на записи, фахівця необхідно врахувати всі важливі моменти, які можуть відбитися на досліджуваних показниках. До них належать вік, наявність певних захворювань, можливі протипоказання і інші фактори. Після закінчення збору всіх даних дослідження і їх обробки, аналіз йде до завершення і потім формується підсумковий висновок, що і буде надано для прийняття подальшого рішення щодо вибору методу терапії. Будь-яке порушення активностей може бути симптомом хвороб, зумовлених певними чинниками.

Після збору всіх даних, їх аналізу лікарі видають рекомендації щодо лікування сну та його поліпшення (функціональний блок А535). Всі рекомендації надаються індивідуально для кожної проблеми. Проте, є стандарт, які мають дотримуватися всіма пілотами без винятку. По-перше, необхідно прийматися правил “гігієни сну”, а саме:

1. Необхідно спати стільки, скільки необхідно, щоб відчувати себе бадьорим (зазвичай сім - дев’ять годин для пілотів).
2. Підтримувати регулярний графік сну, зокрема, регулярний час пробудження вранці.
3. Намагатия не змушувати себе спати.
4. Уникати напоїв з кофеїном після обіду.
5. Уникати вживання алкоголю перед сном (наприклад, пізно вдень і ввечері).
6. Уникати куріння, особливо у вечірній час.
7. Створити обстановку в спальні з мінімальними стимулами (світло, телевізор або радіо).
8. Уникати тривалого використання світловипромінюючих екранів (ноутбуки, планшети, смартфони, електронні книги) перед сном.
9. Уникати денного сну, особливо довше 20-30 хвилин, або сну в кінці дня.

Майже кожен початковий пілот сираждає на десинхронозом - стан людини, що виникає в результаті швидкого перетину декількох [часових поясів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D1%8F%D1%81) і, таким чином, утворення десинхронізації біологічних ритмів. Десинхроноз також може виникати в результаті праці у різні зміни та переходу на літній або зимовий час. Після перетину декількох [часових поясів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D1%8F%D1%81) порушується синхронізація [фізіологічного годинника](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%96%D0%B7%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BA) з часом на місті призначення. При цьому довжина подорожі не має значення — важлива лише кількість перетнутих часових поясів. Стан десинхрозу може тривати декілька днів. Вважається, що відновлення зі швидкістю 2/3 дня при переміщенні на один часовий пояс на схід та 0,5 днів на 1 часовий пояс на захід є прийнятним.

Отже, по-перше, лікарі завжди мають на увазі напрямок руху пілота, оскільки воно визначає час, який необхідно для сну, і години прийому добавок на зразок штучного мелатоніну. Мелатонін - це гормон, який допомагає встановити цикл сну в організмі; штучний мелатонін - це популярна альтернатива снодійного (хоча суперечки про те, наскільки він ефективний у боротьбі з десинхронозом). Якщо рейс в східному напрямку, то лікарі рекомендують розпочати рано вставати за кілька днів до польоту і включати яскраве світло. У день польоту і на літаку уникати світла - одягати окуляри - щоб допомогти внутрішньому годиннику. Кули ж пілот прибує в пункт призначення, він має спати кілька днів з відкритими шторами і при хорошому освітленні. Якщо переліт на захід, необхідно лягати спати пізніше і більше піддавати себе яскравому світлу у вечірній час, затримуючи годинник організму. При такому перельоті не користуютьмя окулярами - отримують максимальну можливу кількість світла.

Часто, лікарі рекомендують опинившись в пункті призначення використовувати «правило 11 ранку» якщо є така можливість. Мається на увазі те, якщо пілот зможе потрапити в свій номер в готелі або будинку до одинадцятої ранку, він може поспати годину-другу. Якщо пізніше, то не рекомендується вже лягати спати. Обов’язковою для всіх пілотів є зарядка. Вона освіжає і покращує сон, Якщо поруч є парк, або просто “зелена зона” то гарною можливістю є невелика прогулянка яка допомогає налаштувати біологічні годинники на новий лад..

"Контроль Стимул". Пілоти не повинні лягати спати, поки не захочуть. При цьому ліжко повинно використовуватися в основному для сну (а не для читання, перегляду телевізора, прийому їжі). Якщо не вдалося заснути, в ліжку не можна перебувати довше 20 хвилин. Потрібно залишити спальню і розслабитися, наприклад, почитати або включити заспокійливу музику. Дуже важливо не повертатися в ліжко, поки не з'явилося відчуття втоми і бажання спати. Якщо після повернення пілот знову не зміг заснути протягом 20 хвилин, процес потрібно повторити. Поліпшення сну не є миттєвою, але накопичена втома допоможе нормалізувати режим.

Релаксація. М'язова релаксація допомагає пілоту навчитися розслабляти м'язи по черзі в той час, коли все тіло напружене. Розслаблення починається в положенні лежачи або сидячи. Очі закриті, потрібно розслабитися і дихати животом. Думки перенаправити від повсякденних турбот на підрахунок дихання або уявлення чогось позитивного.

Якщо ж дані методи не допомогли, то пілот має сильні порушення і необхідно консультація лікарів.

**3.3 Алгоритм роботи smart-методу оцінювання фізіологічного стану пілота під час сну**

Одним із видів визначення якості роботи діючих пілотів є оцінювання впливу біоритмів на загальний стан. За допомогою програмного забезпечення (ПЗ) вимірювання фаз сну при підготовці льотного складу до польотів є невід’ємною частиною підготовки пілотів. Алгоритми та сенсорні звукозаписні мікродатчики визначають фази глибокого і активного сну. Встановлено, що показники фаз сну підпорядковані біоритмам, що може як позитивно, так і негативно впливати на рід професійної діяльності. Фізичний біоритм для пілота включає в себе виносливість, швидкість реакції, запас внутрішньої енергії [1]. Емоційний біоритм впливає на зміну відчуттів і емоцій [2]. Інтелектуальний біоритм характеризує розумові здібності, а саме здатність зіставляти факти, знаходити зв’язки і робити висновки. Алгоритм оцінювання збору та обробки даних зображено на рисунку 3.5.



Рис. 3.5 Алгоритм роботи smart-методу оцінювання фізіологічного стану пілота під час сну

На початку роботи пілоти проходять ЛЛЕК, яка:

1. Організовує лікарсько-льотну експертизу в підрозділах Державної авіаційної пошуково-рятувальної служби, авіації МНС.
2. Огляд пілотів, штурманів та льотно-підйомного складу відповідно до чинного законодавства з питань лікарсько-льотної експертизи.
3. Аналіз і узагальнення результатів роботи ЛЛЕК.
4. Подання у визначені строки до Центральної ЛЛЕК звіту про роботу за встановленою формою.
5. Винесення постанов з питань військово-лікарської експертизи відповідно до Положення [32].

Якщо після проходження комісії у пілота виявлені хвороби або якісь певні порушення, він відправляється на повторну діагностику після виконання рекомендацій лікування.

Якщо ж хвороби не виявлені, пілот допускається до психофізіологічної експертизи (ПФЕ). Для проведення психофізіологічної експертизи (ПФЕ) існує законодавча база. Наприклад, зараз не дадуть доуск до роботи пілота без проходження ним обов'язкового медичного огляду перед початком трудової діяльності на даному авіапідприємстві і в процесі праці. В процесі роботи передбачено обов'язковий психофізіологічний контроль, який визначає не тільки психічне здоров'я, а й такі психофізіологічні показники, як реакція, увага, пам'ять і т.д.

Існують певні медичні критерії для відбору пілотів, вироблена схема і процедура проведення психофізіологічної експертизи при відборі на роботу. Практика проведення подібних заходів сприяє чіткому відбору осіб для подальшого працевлаштування. Проте результати тестів не дають 100% гарантії того, що людина здорова і правильно спрацює у екстремальній ситуації. Навіть при налагодженому механізмі суворого професійного відбору спостерігаються аварії, катастрофи, небезпечні ситуації при польотах.

Для розшифровки результатів ПФЕ прийнята чотирирівнева система оцінки професійної придатності, де особи з четвертою групою профвідбору не допускаються до польотів взагалі, носить умовний характер. Похибки присутні і при такому відборі. Тобто, ті, хто має третю групу профвідбору, можуть наближатися до другої або четвертої групи, а хто має другу - до першої або третьої. А якщо врахувати, що кордони між групами носять умовний не твердо регламентований характер, то, не можна передбачити придатність того чи іншого пілота до операторської діяльності, не враховуючи інші індивідуальні можливості людини. Тому тут мають місце інші додаткові тести, що дадуть високу вірогіднсть отриманих результатів на практиці.

В даний час вся медико-психологічна експертиза будується за принципом допуску: «здоровий - не здоровий, придатний - не придатний». Реальний стан психічного здоров'я пілотів, рівень їх психогігієни, тенденції їх зміни абсолютно не цікавлять експертів з тієї простої причини, що вони строго і пунктуально виконують вимоги відповідних документів. А відповідно до вимог цих настанов передбачений тільки допускового контроль. Якщо у людини психічне здоров'я та інші показники в нормі - «придатний», якщо є патологія - «не придатний». Тобтио, потрапив в І-ІІ групи профпридатності - придатний, ІІІ група - умовно придатний, IV група - не придатний.

Порядок проходження психофізіологічної експертизи:

1. Працівники, які прибули на психофізіологічну експертизу, при собі повинні були мати: паспорт, ідентифікаційний код, напрямок на бланку підприємства (індивідуальне або у вигляді списку), в якому зазначено вид робіт, назва підприємства та код ЄДРПОУ, квитанцію про оплату обстеження (для тих, хто звернувся самостійно).
2. Якщо пілоти користуються окулярами або контактними лінзами, вони мали бути при собі.
3. Перед початком інструктажу з метою виявлення і усунення від обстеження осіб, що не відпочили після нічної зміни, скаржаться на погане самопочуття або перебувають у хворобливому стані або під дією алкоголю, лікарських засобів (інших речовин), що впливають на діяльність центральної нервової системи і поведінку, проводяться опитування і загальний огляд працівників. У разі необхідності проводиться медичний огляд лікарем.
4. Всім особам, які не допущені до експертизи, пояснюється, що їх стан може вплинути на результат обстеження, і призначається інший термін експертизи з відповідною відміткою в талоні реєстрації.
5. Після огляду і співбесіду працівник проходить безпосередньо комп'ютерне тестування. Вид тестування залежить від виду виконуваних робіт і характеру умов підвищеної небезпеки. Тестування зазвичай займає від 30-40 хвилин до 1,5-2 годин і більше, в залежності від психофізіологічних особливостей працівника.
6. При обстеженні здійснюється спостереження за поведінкою і вегетативними реакціями з метою виявлення проявів психоемоційної нестійкості.
7. Після завершення обстеження отримані результати за допомогою електронної пошти направляються в центр психофізіологічної експертизи (ЦПФЕ) для отримання висновку психофізіологічної експертизи.
8. Після отримання висновку з всеукраїнського ЦПФЕ роздруковуються “Висновки психофізіологічної експертизи” на кожного обстеженого і підписуються лікарем-психофізіологом та завіряються печаткою лікаря. У зв'язку з тим, що у Висновках ПФЕ містяться конфіденційні дані, широке розголошення яких може зачіпати приватні інтереси обстежених працівників, ці висновки видаються під розпис в “Журналі обліку видачі експертних висновків” одному з перерахованих представників підприємства, яке скерувало працівника на ПФЕ: фахівця з охорони праці, представнику кадрового органу, керівнику підрозділу (якщо обстежених його підлеглі). У разі знаходження підприємства в іншому населеному пункті, допускається направлення висновків ПФЕ поштою на адресу кадрового органу підприємства, із зазначенням про це в журналі видачі висновків.
9. За бажанням працівника, який пройшов обстеження, йому видається другий примірник висновку.
10. У разі, коли працівник отримав ІІІ або ІV групу придатності не бажає або не має можливості змінити професію (вид робіт), за його зверненням необхідно підкреслити, що даний висновок експертизи не ставить крапку в його професійній діяльності, а дозволяє усвідомити свої слабкі сторони і, по можливості, більш ретельно засвоїти правильний алгоритм дій в небезпечних ситуаціях, які можуть виникнути. Знаючи свої слабкі сторони працівник зможе краще пристосуватися до вимог роботи, оптимізувати свою діяльність шляхом відпрацювання (тренування) робочих поз і рухів, розміщення інструментів або обладнання, ідеомоторного тренування тощо. Також доцільно тренування пам'яті та уваги, координації рухів, вестибулярного апарату. Коригування психоемоційних розладів і відхилень шляхом психофізіологічної реабілітації дозволить збільшити функціональні резерви працівника.
11. У разі незгоди працівника з висновком експертизи, повторне обстеження можливо не раніше, ніж через два тижні. Можливо, також, тестування працівника за іншим видом робіт, в яких він може виявитися придатним.
12. Представнику суб'єкта працевлаштування рекомендується за такими працівниками по можливості переміщення на іншу посаду, не пов'язану з виконанням робіт підвищеної небезпеки. В іншому випадку рекомендується не формальне, а реальне проведення спеціального навчання стажування та дублювання, інструктажів та перевірки знань з охорони праці відповідно до вимог нормативно - правових актів щодо дотримання порядку і правил виконання небезпечних робіт.

   Слід пам'ятати, що сформовані професійні навички можуть певною мірою компенсувати недостатність певних психофізіологічних якостей працівника в повсякденній діяльності. Однак, зовсім не гарантує, що такий працівник зможе адекватно реагувати при виникненні нестандартної або небезпечної ситуації.

В одному з льотних навчальних закладів України був проведений експеримент по відповідності груп профвідбору з даними тренажерної підготовки. Результат виявився спірним. Пілоти з групою профвідбору ІІІ-б, але з оцінкою тренажерної підготовки “4-5”, в подальшому виявилися більш перспективними льотчиками, в порівнянні з тими, хто мав групу ІІ, ІІІ-а, але середній бал на тренажері у них був “3“. Звідси простий, але важливий для експертів висновок - визначальним в перспективі оволодіння професією є не голий набір показників психологічного тестування, а комплексні значення, що характеризують стан психічного здоров'я, рівень розвитку професійних якостей, звичку дотримуватися психогігієни, психофізіологічну готовність до певного виду діяльності, і, що найважливіше, здатність до розвитку цих компонентів.

Програмний тестовий комплекс містить 14 тестів, з яких складаються батареї тестів для конкретних видів робіт підвищеної небезпеки:

1. Тест “Таблиця”
2. Тест “Маятник”
3. Тест “Годинник”
4. Тест “Трикутник”
5. Тест “Квадрат”
6. Тест “Складна сенсомоторна реакція. Фігура трикутник - круг”
7. Тест “Складна сенсомоторна реакція. Фігура квадрат - коло”
8. Тест “Стійкість до монотонії і Врівноваженість нервових процесів. Фігура Трикутник - коло і фігура Квадрат - коло”
9. Тест “Пам'ять”
10. Тест “Переключення уваги”
11. Тест “Замкнутий простір”
12. Тест “Екстремальні умови» (Встановлення закономірностей)”
13. Тест “Адаптивність”
14. Тест індивідуальної портретної вибірки.

Далі проводиться моніторинг сну пілота. Опис його проведення викладений в пункті 3.4. та 3.5. Після його моніторингу або при достатній кількості спеціалістів, проводиться аналіз біоритмів людини. Якщо аналіз дав позитивні результати і пілот пройшов перевірку, то пілот отримав допуск до професійної діяльності. Якщо жє результати виявили, що пілот не придатний наразі до перельотів. Його графік роботи перероблюється та визначається наступний час для проходження комісії, але не раніше ніж через 2 тижні.

Запропонований алгоритм роботи при оцінюванні біоритмів та фаз сну при польотах має лягти в основу побудови ПЗ для регуляції сну пілотів, збільшення їх ефективності та виносливості. Були проведені випробування льотного складу, які довели, що в біоритмічно практичні дні пілоти можуть зробити грубу помилку, а отже необхідність такого дослідження перед польотом просто необхідні.

## 3.4 Програмне забезпечення “SLEEP”

Програмне забезпечення (ПЗ) розроблено спеціально для смартфону Samsung S8 для того, щоб можна було порівнювати данні фітнес-браслету та власного програмного забезпечення не використовуючи додаткові програми, наприклад Matlab. За допомогою датчиків, які знаходяться в смартфоні, визначення фаз сну стало можливим.



Рис. 3.6 Смартфон Samsung S8

Датчики смартфону, які використовувались в дослідженні:

1. Акселерометр [LIS331DLM](http://www.kosmodrom.com.ua/prodlist.php?name=LIS331DLM) ультра малої потужності з цифровим виводом:
* напруга живлення (min…max) (V) - 2,16...3,6;
* поточне споживання (мА) - 0,25;
* споживання струму (режим вимкнення живлення) (мА) - 0,001;
* споживання струму (режим низької потужності) (мА) - 0,01;
* пропускна здатність max (Гц) - 200.

Даний датчик заснований на конденсаторному принципі. Рухома частина системи - класичний грузик на підвісах. При наявності прискорення грузик зміщується відносно нерухомої частини акселерометра. Обкладання конденсатора, прикріплена до грузик, зміщується щодо обкладання на нерухомої частини. Ємність змінюється, при незмінному заряді змінюється напруга - це зміна можна виміряти і розрахувати зміщення грузика. Звідки, знаючи його масу і параметри підвісу, легко знайти і шукане прискорення.



Рис. 3.7 Основний принцип роботи конденсаторних акселерометрів

1. Гіроскоп  L3GD20 малопотужний трьохмережевий датчик кутової швидкості має:
* три обираних масштаб вимірювань (250/500/2000 dps);
* I2C / SPI цифровий вихідний інтерфейс;
* 16-бітове значення вихідних даних;
* 8-бітове значення вихідних даних температури;
* вбудований низько- і ВЧ-фільтри з вибраним користувачем пропускною спроможністю;
* діапазон напруги живлення: 2,4 В до 3,6 В;
* вбудований сплячий режим;
* вбудований датчик температури;
* розширений діапазон робочих температур (-40 ° C ... + 85 ° C);
1. Барометр BMP085 являє собою комутаційну плату з датчиком атмосферного тиску високої точності Bosch BMP085. Характеристики:
* цифровий двохпровідний інтерфейс I2C, TWI, «Wire»;
* широкий діапазон вимірюваного тиску 30 - 110 кПа;
* напруга живлення 1,8 - 3,6 В;
* вбудований датчик температури.
1. Мікрофон MAX9812 має:
* низький рівень шуму;
* високу чутливість;
* фіксоване підсилення 20 дБ;
* напруга: 3-5 В;
* вихід за замовчуванням аналогові сигнали;

Влаштований та конденсаторному принципі. Принципово важливих елементів в такому мікрофоні два: гнучка обкладка - мембрана, і товща, нерухома обкладка. Під впливом тиску повітря мембрана зміщується, змінюється ємність між обкладинками - при постійному заряді змінюється напруга. Ці дані перераховуються в амплітуди і частоти звукової хвилі.



Рис. 3.8 Схема конденсаторного мікрофону з двома нерухомими обкладками

За допомогою даних датчиків, ПЗ може вираховувати фази сну протягом ночі. Основними функціями програми є:

1. Запис методом актиграфу сну (акселеромеричні вимірювання руху), що допомагає навчитися розпізнавати фази сну, в той час, коли людина спить. Даний метод грунтується на наукових даних і найголовніша його перевага полягає в простоті використання, тому він підходить для використання в умовах перельотів. При виборі графіка актиграфу, також нескладно ознайомитися з такими показниками як: дефіцит сну, цикли глибокого сну. Можна сегментувати дані по дням, тегамм, категоріям, вносити позначки.
2. Перегляд статистики. Під час фази швидкого сну люди як правило перевертаються, тому на графіку з'являться значні коливання - цикли сну, де можна відрізнити:
* глибокий сон - в цей період відбувається мінімальна кількість рухів;
* легкий сон - коли відбувається більше рухів;
* REM-сон (швидкий сон) - період, під час якого, частіше за все, сняться сни. Цей показник - експериментальний і досить умовний: очевидно, що його не можна зафіксувати, використовуючи додаток і сенсор мобільного пристрою.

Відповідно, вже виходячи з цього, користувач може зрозуміти, наскільки повноцінним був сон. Звичайно, представлені дані спрощені та вже обробленні у ПЗ, і тут потрібно враховувати, що статистика будується тільки на свідченнях акселерометра за принципом: чим більше рухів, тим “легше” сон. Проте, отриманих відомостей цілком достатньо для таких досліджень. Рухова активність під час сну безпосередньо залежить від фази сну. Вбудовані в смартфон датчики настільки чутливі, що навіть якщо покласти телефон біля себе всі фази будуть відслідковуватися з високою точністю.

1. Керування будильником. Його особливістю, в порівнянні зі стандартним будильником, полягає в наступному: пробудження відбувається не в точно заданий час, а в найбільш оптимальний момент між циклами сну. Якщо прокинутися під час циклу, то ефективність сну істотно знижується, в той час як пробудження в проміжку між ними дозволить краще відпочити. Можна не тільки запланувати, але і встановити певний режим пробудження - більш-менш лояльний. Додатково, користувач може вказати “тривалість дрімоти”. На той випадок, якщо він не прокинувся остаточно, “Sleep” включає перевірку неспання. Працює вона в такий спосіб: дається завдання, яке потрібно вирішити для відключення сигналу. Це може бути введення цифр з картинки, найпростіший арифметичний приклад або інші варіанти різної складності.
2. «Розумне пробудження».
3. Визначення звуків і запобігання хропіння. Необхідно заздалегідь впевнитися, що під час відстеження запис проводитиметься. Втім, практика показала, що програма відрізняє рівномірне глибоке дихання від хропіння, і в результаті статистика може відображати не цілком достовірні відомості. Відповідно, в аудіозаписі буде кілька годин дихання. Рішення проблеми - поекспериментувати з розташуванням телефону від джерела, знизити чутливість мікрофона в налаштуваннях програми. Потім проаналізувати записи графіків і прослухати ті, де найбільш помітні коливання.
4. Програма дає поради, які допоможуть зробити сон більш ефективним. Вони підбираються з урахуванням тих даних, які ввів користувач на початку реєстрації до програми та доступні тільки при достатній кількості статистики - протягом тижня або як мінімум декількох днів. Корисні поради є необов'язковим бонусом.

Завданням такого моніторингу сну:

1. Навчитися правильно прокидатися - знайти найкращий момент для підйому, щоб будильник спрацьовував в оптимальній фазі сну для приємного пробудження і гарного початку дня.

2. Розрахунок періоду часу, яке займає глибока фаза сну і кількості циклів, які можуть бути індикатором здорового або нездорового сну. Наприклад, дуже низька тривалість фази глибокого сну може вказувати на проблеми зі сном.

Дані отримані з акселерометричного датчику підсумовуються і аналізуються і як підсумок на екрані виводиться графік сну. Нижче наведено приклад графіку сну в реальному часі в ПЗ.



Рис. 3.9 Графік сну людини протягом однієї ночі

Графік сну, який можете бачити на екрані, складається з 3 частин:

1. у верхній частині графіка представлена рухова активність під час сну (актиграф);
2. в середній частині графіка, ви можете побачити всі фази сну, які були у вас протягом ночі (гіпнограма сну);
3. світло-зелений стовпчик показує час пробудження;
4. зелений стовпчик відповідає фазі швидкого сну;
5. темно-зелений стовпчик - фазі глибокого сну;
6. нижня частина графіка показує наскільки гучним був сон (говоріння уві сні, хропіння).

Тривалість здорового сну повинна бути не менше 7-8 годин включає п'ять циклів. Перший цикл триває десь в межах від 70 до 100 хвилин, наступні цикли стають довшими і поверхневими. Кожен цикл складається з 5 етапів тривалістю, як правило від 5 до 15 хвилин. Перший і другий етап вважаються найкращими для пробудження.

Так що здоровий цикл сну виглядає як 10-30 хвилин легкого сну (високі піки), а потім область глибокого сну (низьких піків або відсутність піків) тривалістю 40-100 хвилин.

Якість і тривалість фаз залежить від безлічі факторів, тому в реальності цифри можуть помітно відрізнятися від вищенаведених.

Примітка: якщо доступно лише актиграф точність визначення фази глибоко сну може бути невисокою. У тому випадку, якщо використовується додатковий датчик частоти серцевого ритму визначення фази глибоко сну відбувається поряд з визначенням частоти серцевих скорочень і є більш достовірним методом.

З вищесказаного можна зробити висновок, що на фазу глибокого сну припадає від 30% до 70%. Вихід за межі даного діапазону може вказувати на допущені похибки в моніторингу сну або ж на наявність певних проблем зі сном. Наприклад, якщо фаза глибокого сну на графіку меншою за вказану вище діапазону, то це може свідчити або про безсонні, неправильному способі життя, зловживанні спиртними напоями або напоями, що містять кофеїн. На малюнку нижче представлений приклад таких графіків порушеного сну.

Крім фази глибокого сну, зазначеної зеленою пунктирною лінією і фази швидкого сну - лінії синього кольору, є дещо інші додаткові функції, описані нижче:

* режим правильного пробудження, докладний опис в розділі “Будильник”;
* визначення хропіння під час сну, опис у відповідному розділі “Визначення хропіння”;
* функція тимчасового призупинення моніторингу сну;
* шумові сигнали, розділ “Записи шуму”;
* режим будильника і сну в графіку сну;
* час сходу і заходу сонця;

Звичайний будильник не вміє визначати фази сну, тому може розбудити як в фазу швидкого, так і глибокого сну. І це одна з основних причин по якій ви можете відчувати втому після пробудження, навіть якщо ви спали досить довго. Пробудження в фазу глибокого сну є неприродним для організму і може призвести до появи почуття дезорієнтації, втоми і непереборного бажання поспати ще.

Прокинувшись в легкій фазі сну, ви будете почувати себе бадьорим, відпочив, як ніби ви прокинулися без будильника в вихідний день. Користувач самостійно програмує період часу в який планує поставити будильник і телефон визначає фазу сну в яку відбудеться пробудження. У актиграфі даний період відзначений червоною лінією.

## 3.5 Методика збору даних, які запрограмовані в ПЗ “SLEEP”

### 3.5.1 Перевірка вибірки на репрезентативність

При вибірковому спостереженні можуть виникати помилки реєстрації і похибки вибірки (репрезентативності).

Помилки реєстрації, як і при суцільному статистичному спостереженні, являють собою розбіжність між зафіксованими даними в процесі спостереження і дійсними даними. Вони можуть бути випадковими і систематичними. Як правило, помилки реєстрації при вибірковому спостереженні зустрічаються рідко, тому що значно менший обсяг роботи приходиться на одного реєстратора, самі реєстратори завжди більш кваліфіковані, чим при проведенні суцільного спостереження.

Похибки репрезентативності властиві будь-якому вибірковому спостереженню. Завдання організації правильного проведення вибіркового спостереження – це вибір такої похибки репрезентативності, яка б задовольняла дослідника при даному спостереженні.

При проведенні вибіркового спостереження слід спиратися на знання закону великих чисел і теорії імовірності. Якби не проводився відбір одиниць сукупності, завжди будуть розбіжності між характеристиками генеральної і вибіркової сукупностей, які пов'язані із сутністю вибіркового методу. Частина завжди відрізняється від цілого.

Розбіжності між показниками генеральної і вибіркової сукупностей називається похибкою репрезентативності. Середня в генеральній сукупності відрізняється від середньої у вибірковій сукупності на величину похибки репрезентативності:

, (3.1)

де Δ – похибка репрезентативності.

При достатньо великій кількості обстежених одиниць сукупності середня величина досліджуваної ознаки у вибірковій сукупності буде відрізнятися від середньої величини в генеральній сукупності на величину:

 , (3.2)

де: Δ – гранична похибка вибірки, тобто похибка репрезентативності; *μ* – середня похибка вибірки; *t* – коефіцієнт, що залежіть від імовірності, з якою можна гарантувати певний розмір похибки репрезентативності.

Із наведеної формули видно, що похибка репрезентативності залежить від багатьох чинників: імовірності, з якою ми бажаємо одержати результат; чисельності одиниць вибіркової сукупності (чим менше одиниць складатиме вибіркова сукупність, тим більше буде похибка репрезентативності, і навпаки); однорідності досліджуваної сукупності (чим більш різнорідна сукупність, тим похибка репрезентативності буде більше) і від способу відбору одиниць в вибіркову сукупність.

Як правило, при проведенні вибіркового спостереження перед дослідником для успішного його проведення необхідно визначення необхідної кількості одиниць вибіркової сукупності та розрахунок похибки репрезентативності з встановленим рівнем імовірності.

Багаторічна практика свідчить, що довірча імовірність 95,4 % (для *t* = 2) є оптимальною для більшості розрахунків у різних галузях господарства, тим більше для правових явищ. Тому для полегшення досить громіздких роз-рахунків похибки вибіркового спостереження існують спеціальні таблиці. Межі похибки при певному числі спостережень з довірчою імовірністю 95,4% – табл.3.1. Визначення чисельності вибіркового спостереження при заданій величині похибки репрезентативності з довірчою імовірністю 95,4 %) [38].

На підставі даних, які наведені в табл. 3.1, видно, що чим більше одиниць попадає до вибіркової сукупності, тим менше буде можлива похибка вибірки.

Як правило, вважається допустимою гранична похибка вибірки (похибка репрезентативності) в межах 3 – 5 %.

Якщо допустити похибку в два рази більшу, то обсяг вибірки можна зменшити в чотири рази і навпаки, якщо необхідно зменшити похибку вибірки в два рази, то обсяг вибірки треба збільшити в чотири рази.

Таблиця 3.1

Величина похибки вибірки при даному числі спостережень

|  |  |
| --- | --- |
| Питома вага спостережень | Число спостережень |
| 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 |
| 5(95) | 4,4 | 3,1 | 2,8 | 2,5 | 1,9 | 1,8 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,4 |
| 10(90) | 6 | 4,3 | 3,5 | 3 | 2,7 | 2,5 | 2,3 | 2,1 | 2 | 1,9 |
| 15(85) | 7,2 | 5,1 | 4,1 | 3,6 | 3,2 | 2,9 | 2,7 | 2,5 | 2,4 | 2,3 |
| 20(80) | 8 | 5,7 | 4,6 | 4 | 3,6 | 3,3 | 3 | 2,8 | 2,7 | 2,5 |
| 25(75) | 8,7 | 6,2 | 5 | 4,3 | 3,9 | 3,5 | 3,3 | 3,1 | 2,9 | 2,7 |
| 30(70) | 9,2 | 6,5 | 5,3 | 4,6 | 4,1 | 3,7 | 3,5 | 3,2 | 3,1 | 2,9 |
| 35(65) | 9,6 | 6,8 | 5,5 | 4,8 | 4,3 | 3,9 | 3,6 | 3,4 | 3,2 | 3 |
| 40(60) | 9,9 | 7 | 5,6 | 4,9 | 4,4 | 4 | 3,7 | 3,5 | 3,3 | 3,1 |
| 45(65) | 10 | 7,1 | 5,7 | 5 | 4,5 | 4,1 | 3,8 | 3,5 | 3,3 | 3,1 |
| 50 | 10 | 7,1 | 5,8 | 5 | 4,5 | 4,1 | 3,8 | 3,5 | 3,3 | 3,2 |

Також обсяг вибіркової сукупності обчислюється на базі раніш наведеної формули. Формула для встановлення обсягу вибіркової сукупності буде мати вигляд:

, (3.3)

де: *n* – обсяг вибіркової сукупності; *w* – частина одиниць, які мають дану ознаку; *t* – коефіцієнт; Δ – похибка репрезентативності [38].

### 3.3.2 Перевірка закону розподілу (перевірка вибірки на нормальність)

У попередніх розділах було показано, що результати спостережень можна оцінити найбільш повно, якщо їх розподіл є нормальним. Тому винятково важливу роль при обробці результатів спостережень відіграє перевірка нормальності розподілу. Це завдання є окремим випадком більш загальної проблеми, що полягає в підборі теоретичної функції розподілу, в деякому сенсі найкращим чином узгоджується з дослідні даними.

При великому числі результатів спостережень *(n> 40)* дана задача вирішується у такому порядку.

Весь діапазон отриманих результатів спостережень *Xmax ... Xmin* поділяють на *r* інтервалів шириною  і підраховують частоти *mi*, рівні числу результатів, що лежать в кожному *i*-му інтервалі, тобто менших або рівних його правому і більших лівого кордонів [38].

Відношення  (3.4)

де *n* - загальне число спостережень, називається частістю і являє собою статистичні оцінки ймовірностей попадання результату спостережень в *i*-й інтервал. Розподіл частот по інтервалах утворює статистичний розподіл результатів спостережень.

Якщо тепер розділити частость на довжину інтервалу, то отримаємо величини

  , (3.5)

що є оцінками середньої щільності розподілу в інтервалі .

Відкладемо вздовж осі результатів спостережень (рис. 3.10) інтервали  в порядку зростання індексу *i* і на кожному інтервалі побудуємо прямокутник з висотою рівною . Отриманий графік називається гістограмою статистичного розподілу.



Рис. 3.10 Гістограма статистичного розподілу

Площа суми всіх прямокутників дорівнює одиниці:

  (3.6)

При збільшенні числа спостережень число інтервалів можна збільшити. Самі інтервали зменшуються, і гістограма все більше наближається до плавної кривої, що обмежує одиничну площу, – до графіка щільності розподілу результатів спостережень.

При побудові гістограм рекомендується користуватися наступними правилами [38]:

1. Число інтервалів вибирається залежно від числа спостережень згідно з рекомендаціями табл.3.2.

Таблиця 3.2

Рекомендовані інтервали досліджень для гістрограми

|  |  |
| --- | --- |
| n | r |
| 40-100 | 7-9 |
| 100-150 | 8-12 |
| 500-1000 | 10-16 |
| 1000-10000 | 12-22 |

1. Довжини інтервалів зручніше вибирати однаковими. Однак якщо розподіл вкрай нерівномірний, то в області максимальної концентрації результатів спостережень слід вибирати більш вузькі інтервали.
2. Масштаби по осях гістограми повинні бути такими, щоб відношення її висоти до основи становило приблизно 5:8.

### 3.3.3 Перевірка вибірки на стаціонарність

З урахуванням зміни імовірнісних характеристик в часі випадкові процеси поділяються на стаціонарні (ССП) і нестаціонарні процеси (НСП). Імовірнісні характеристики ССП однакові у всіх перетинах. Умовою стаціонарності у вузькому сенсі є інваріантність *n*-мірної щільності ймовірності щодо тимчасового зсуву. Умови стаціонарності в широкому сенсі обмежуються вимогами незалежності від часу математичного сподівання $M\left[X(t)\right]$ і дисперсії $D\left[X(t)\right]$ і залежності кореляційної функції лише від тимчасового зсуву, тобто:

 ,  (3.9)

На практиці в більшості випадків кореляційна функція є досить повною характеристикою ССП, тому зазвичай обмежуються виявленням стаціонарності процесу в широкому сенсі.

Структуру випадкового процесу можна встановити за кореляційною функцією або за відомою щільностю розподілу.

Залежно від типу законів розподілу можна виділити нормальні, рівномірні, релеєвські, пуассонівські та інші випадкові процеси. Відхилення від класичної форми розподілу говорить про нестаціонарність процесу. За однією реалізацією обмеженої довжини важко з достатньою точністю судити про закон розподілу випадкового процесу, і в більшості прикладних випадків аналізу дослідник не має інформації про вид функції розподілу. Тоді тип процесу або постулюється, або функція розподілу не враховується при аналізі.

Більш повну інформацію про динамічні властивості процесу можна отримати з кореляційної функції. Типовою кореляційною функцією ССП є симетрична спадна функція. Наявність коливальності кореляційної функції свідчить про періодичність випадкового процесу. Якщо кореляційна функція аперіодично згасаюча, то випадковий процес вважається широкосмуговим. Багатосмуговий випадковий процес характеризується трикутною кореляційною функцією. Стаціонарні - в широкому сенсі - процеси мають кореляційні функції, які при необмеженому збільшенні  прагнуть до постійної величини або є періодичними функціями від $?$. Кореляційна функція постійного сигналу *X (t) = A* є також постійною функцією .

Стаціонарні процеси, кореляційні функції яких включають експоненту з негативним аргументом, є ергодичними. Прагнення кореляційної функції до деякої постійної величини, відмінної від нуля, зазвичай є ознакою неергодичності процесу.

Визначення статистичних характеристик випадкових процесів принципово можливо двома шляхами: визначення по одній реалізації і по ансамблю реалізацій. Якщо імовірнісні характеристики процесу, отримані усередненням за часом, рівні аналогічним характеристикам, знайденим усередненням по ансамблю, то випадковий процес є ергодичним. Процеси, що не володіють властивістю ергодичності, можна обробляти тільки по ансамблю реалізацій.

Знання апріорі про ергодичність процесу значно спрощує алгоритмічне забезпечення інформаційно-вимірювальних та інформаційно-керуючих комплексів. В умовах реальних технологічних процесів і систем управління перевірити глобальну ергодичность процесів неможливо, і вона приймається як гіпотеза.

Для нестаціонарних процесів характерна зміна в часі їх статистичних характеристик, тому при виконанні класифікації це можна врахувати. З точки зору такого підходу, звичайно виділяють процеси, які мають змінне в часі середнє значення; змінне в часі середнє значення квадрата, змінні в часі середнє і середнє значення квадрата, змінну за часом частотну структуру [8]. Подібна класифікація відображає зміну в часі оцінок імовірнісних характеристик.

Проведений вище аналіз показав, що не може існувати єдиної класифікації процесів в силу незалежності класифікаційних ознак і різноманітності цілей класифікацій. Можна виділити кілька підходів до класифікації процесів. Значна частина авторів прагне систематизувати інформацію про випадкові процеси, щоб показати всі їх різноманіття. Найбільш загальний підхід до класифікації як стаціонарних, так і нестаціонарних процесів пов'язаний з їх безперервним або дискретним поданням. Таким чином, існуючі в даний час підходи до класифікації випадкових процесів не дозволяють розробити алгоритм їх аналізу з метою виявлення характеру нестаціонарності процесу, виду детермінованих складових та їх характеристик, необхідних для вирішення завдань оперативного контролю і управління технологічними процесами, по одній реалізації. У зв'язку з цим актуальними є рішення, спрямовані на узагальнення та вдосконалення існуючих підходів до класифікації випадкових процесів.

*Класифікація випадкових процесів по одній реалізації*

Випадкові процеси, що протікають в системах управління, можна представити як результат спільної дії детермінованого корисного сигналу і стаціонарної перешкоди. У загальному випадку вплив перешкоди на корисний сигнал може бути виражений оператором , де  - корисний сигнал (сигнали), - стаціонарна перешкода. Залежно від виду оператора V розрізняють наступні моделі сигналів:

адитивна модель  (3.10)

мультиплікативна модель  (3.11) адитивно-мультиплікативна модель  (3.12)

де  - детерміновані функції часу, - стаціонарний випадковий процес з нульовим математичним очікуванням  і постійною дисперсією 

В інженерній практиці зазвичай розглядаються стаціонарні у широкому сенсі процеси, при цьому оцінюється в часі поведінка математичного сподівання, дисперсії і кореляційної функції. Тому і при класифікації нестаціонарних процесів слід виходити з аналізу цих же характеристик. З урахуванням прийнятих припущень математичне сподівання , дисперсія  і кореляційна функція  випадкових процесів, представлених моделями (1-3), мають такий вигляд:

Адитивна ;  ;  (3.13)

мультиплікативна:

; ; ; (3.14)

адитивно-мультиплікативна:

; ;  (3.15)

З наведених співвідношень випливає, що математичне очікування для аддитивной і адитивно-мультиплікативної моделей залежить від детермінованої складової  . Дисперсія і кореляційна функція адитивної моделі повністю характеризуються властивостями стаціонарної перешкоди. А для мультиплікативної і адитивно-мультиплікативної моделей ці імовірнісні характеристики визначаються також і детермінованою складовою .

Вирази (3.13) та (3.15) показують, що для процесів, представлених аддитивною і адитивно-мультиплікативною моделями, математичне сподівання можна оцінити по одній реалізації з допомогою тієї чи іншої операції, еквівалентної фільтрації низьких частот.

Якщо дисперсія перешкоди  постійна, то визначити середній квадрат мультиплікативного і адитивно-мультиплікативного процесів (і тим самим отримати оцінку дисперсії) також можна по одній реалізації.

Таким чином, для процесів, представлених моделями (3.10 - 3.12), немає необхідності перевіряти ергодичні властивості нестаціонарного випадкового процесу.

Точність оцінки статистичних характеристик залежить від типу і параметрів детермінованих процесів  і , тому класифікація процесів по виду нестаціонарності повинна бути доповнена класифікацією по виду детермінованих процесів (табл. 3.3). [38]

Класифікацію слід розглядати як необхідний попередній етап дослідження випадкових процесів з метою виявлення їх властивостей до проведення основної статистичної обробки, тому в певному сенсі класифікація повинна відображати алгоритм аналізу спостережуваного процесу. З урахуванням сказаного була розроблена класифікація випадкових процесів при наявності однієї реалізації досліджуваного процесу (рисунок 3.3). В якості класифікаційних ознак були вибрані клас процесу, вид нестаціонарності: нестаціонарність за математичним очікуванням (МО), нестаціонарність за дисперсією, нестаціонарність за кореляційною функцією (КФ), а також закони зміни математичного очікування і дисперсії (рис. 3.11) У запропонованій класифікації в якості детермінованих складових розглядаються перехідні процеси, які найбільш часто зустрічаються в інженерній практиці: лінійний, експоненційний, періодичний, періодичний затухаючий [38].

Результати досліджень наведені на графіку (рис 3.11) та таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Дати вимірювань пілота 1 та отримані значення сну

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ з\п** | **Дата** | **Глибокий сон, %** | **Швидкий сон, %** | **Фізичний** | **Емоційний** | **Інтелектуальний** |
| 1 | 08.08.2019 | 33,88 | 66,12 | -94,23 | 22,25 | -97,18 |
| 2 | 09.08.2019 | 31,57 | 68,43 | -99,77 | 0,00 | -90,96 |
| 3 | 10.08.2019 | 25,96 | 74,04 | -97,91 | -22,25 | -81,46 |
| 4 | 11.08.2019 | 27,24 | 72,76 | -88,79 | -43,39 | -69,01 |
| 5 | 12.08.2019 | 9,95 | 90,05 | -73,08 | -62,35 | -54,06 |
| 6 | 13.08.2019 | 14,06 | 85,94 | -51,96 | -78,18 | -37,17 |
| 7 | 14.08.2019 | 45,41 | 54,59 | -26,98 | -90,10 | -18,93 |
| 8 | 15.08.2019 | 19,96 | 80,04 | 0,00 | -97,49 | 0,00 |
| 9 | 16.08.2019 | 24,65 | 75,35 | 26,98 | -100,00 | 18,93 |
| 10 | 17.08.2019 | 23,48 | 76,52 | 51,96 | -97,49 | 37,17 |
| 11 | 18.08.2019 | 13,89 | 86,11 | 73,08 | -90,10 | 54,06 |
| 12 | 19.08.2019 | 18,02 | 81,98 | 88,79 | -78,18 | 69,01 |
| 13 | 20.08.2019 | 27,66 | 72,34 | 97,91 | -62,35 | 81,46 |
| 14 | 21.08.2019 | 36,26 | 63,74 | 99,77 | -43,39 | 90,96 |
| 15 | 22.08.2019 | 25,74 | 74,26 | 94,23 | -22,25 | 97,18 |
| 16 | 23.08.2019 | 16,50 | 83,50 | 81,87 | 0,00 | 99,89 |
| 17 | 24.08.2019 | 20,52 | 79,48 | 63,11 | 22,25 | 98,98 |
| 18 | 25.08.2019 | 23,13 | 76,87 | 39,84 | 43,39 | 94,50 |
| 19 | 26.08.2019 | 60,13 | 88,89 | 13,62 | 62,35 | 86,60 |
| 20 | 27.08.2019 | 31,90 | 68,10 | -13,62 | 78,18 | 75,57 |
| 21 | 28.08.2019 | 41,36 | 58,64 | -39,84 | 90,10 | 61,82 |
| 22 | 29.08.2019 | 29,41 | 70,59 | -63,11 | 97,49 | 45,82 |
| 23 | 30.08.2019 | 19,90 | 80,10 | -81,70 | 100,00 | 28,17 |
| 24 | 31.08.2019 | 24,35 | 75,65 | -94,23 | 97,49 | 9,51 |
| 25 | 01.09.2019 | 33,88 | 66,12 | -99,77 | 90,10 | -9,51 |
| 26 | 02.09.2019 | 13,89 | 86,11 | -97,91 | 78,18 | -28,17 |
| 27 | 03.09.2019 | 25,96 | 74,04 | -88,79 | 62,35 | -45,82 |
| 28 | 04.09.2019 | 27,24 | 72,76 | -73,08 | 43,39 | -61,82 |
| 29 | 05.09.2019 | 9,95 | 90,05 | -51,96 | 22,25 | -75,57 |
| 30 | 06.09.2019 | 14,06 | 85,94 | -26,98 | 0,00 | -86,60 |
| 31 | 07.09.2019 | 45,41 | 54,59 | 0,00 | -22,25 | -94,50 |
| 32 | 08.09.2019 | 19,96 | 80,04 | 26,98 | -43,39 | -98,98 |
| 33 | 09.09.2019 | 24,65 | 75,35 | 51,96 | -62,35 | -99,89 |
| 34 | 10.09.2019 | 23,48 | 76,52 | 73,08 | -78,18 | -97,18 |
| 35 | 11.09.2019 | 13,89 | 86,11 | 88,79 | -90,10 | -90,96 |
| 36 | 12.09.2019 | 18,02 | 81,98 | 97,91 | -97,49 | -81,46 |
| 37 | 13.09.2019 | 27,66 | 72,34 | 99,77 | -100,00 | -69,01 |
| 38 | 14.09.2019 | 36,26 | 63,74 | 94,23 | -97,49 | -54,06 |
| 39 | 15.09.2019 | 25,74 | 74,26 | 81,70 | -90,10 | -37,17 |
| 40 | 16.09.2019 | 29,41 | 70,59 | 63,11 | -78,18 | -18,93 |
| 41 | 17.09.2019 | 19,90 | 80,10 | 39,84 | -62,35 | 0,00 |
| 42 | 18.09.2019 | 23,48 | 76,52 | 13,62 | -43,39 | 18,93 |
| 43 | 19.09.2019 | 13,89 | 86,11 | -13,62 | -22,25 | 37,17 |
| 44 | 20.09.2019 | 31,90 | 68,10 | -39,84 | 0,00 | 54,06 |
| 45 | 21.09.2019 | 41,36 | 58,64 | -63,11 | 22,25 | 69,01 |
| 46 | 22.09.2019 | 29,41 | 70,59 | -81,70 | 43,39 | 81,46 |
| 47 | 23.09.2019 | 19,90 | 80,10 | -94,23 | 62,35 | 90,96 |
| 48 | 24.09.2019 | 24,35 | 75,65 | -99,77 | 78,18 | 97,18 |
| 49 | 25.09.2019 | 31,57 | 68,43 | -97,91 | 90,10 | 99,89 |
| 50 | 26.09.2019 | 27,66 | 72,34 | -88,79 | 97,49 | 98,98 |
| 51 | 27.09.2019 | 20,52 | 79,48 | -73,08 | 100,00 | 94,50 |
| 52 | 28.09.2019 | 23,13 | 76,87 | -51,96 | 97,49 | 86,60 |
| 53 | 29.09.2019 | 60,13 | 88,89 | -26,98 | 90,10 | 75,57 |
| 54 | 30.09.2019 | 29,41 | 70,59 | 0,00 | 78,18 | 61,82 |
| 55 | 01.10.2019 | 33,26 | 66,74 | 26,98 | 63,25 | 45,82 |
| 56 | 02.10.2019 | 12,39 | 87,61 | 51,96 | 43,39 | 28,17 |
| 57 | 03.10.2019 | 21,51 | 78,49 | 73,08 | 22,25 | 9,51 |
| 58 | 04.10.2019 | 22,01 | 77,99 | 88,79 | 0,00 | -9,51 |
| 59 | 05.10.2019 | 16,12 | 80,90 | 97,91 | -22,25 | -28,17 |
| 60 | 06.10.2019 | 9,72 | 90,28 | 99,77 | -43,39 | -45,82 |
| 61 | 07.10.2019 | 21,59 | 78,41 | 94,23 | -62,35 | -61,82 |
| 62 | 08.10.2019 | 19,30 | 80,70 | 81,70 | -78,18 | -75,57 |
| 63 | 09.10.2019 | 16,76 | 77,84 | 63,11 | -90,10 | -86,60 |
| 64 | 10.10.2019 | 23,33 | 76,67 | 39,84 | -97,49 | -94,50 |
| 65 | 11.10.2019 | 19,67 | 80,33 | 13,62 | -100,00 | -98,98 |
| 66 | 12.10.2019 | 18,64 | 81,36 | -13,62 | -97,49 | -99,89 |
| 67 | 13.10.2019 | 17,97 | 82,03 | -39,84 | -90,10 | -97,18 |
| 68 | 14.10.2019 | 10,47 | 89,53 | -63,11 | -78,18 | -90,96 |
| 69 | 15.10.2019 | 15,52 | 84,48 | -81,70 | -62,35 | -81,46 |
| 70 | 16.10.2019 | 14,63 | 85,37 | -94,23 | -43,39 | -69,01 |
| 71 | 17.10.2019 | 19,16 | 80,84 | -99,77 | -22,25 | -54,06 |
| 72 | 18.10.2019 | 9,72 | 90,28 | -97,91 | 0,00 | -37,17 |
| 73 | 19.10.2019 | 22,95 | 77,05 | -88,79 | 22,25 | -18,93 |
| 74 | 20.10.2019 | 11,94 | 88,06 | -73,08 | 43,39 | 0,00 |
| 75 | 21.10.2019 | 13,75 | 86,25 | -51,96 | 62,35 | 18,93 |
| 76 | 22.10.2019 | 19,04 | 80,96 | -26,98 | 78,18 | 37,17 |
| 77 | 23.10.2019 | 18,09 | 89,45 | 0,00 | 90,10 | 54,06 |
| 78 | 24.10.2019 | 11,48 | 88,52 | 26,98 | 97,49 | 69,01 |
| 79 | 25.10.2019 | 16,12 | 80,90 | 51,96 | 100,00 | 81,46 |
| 80 | 26.10.2019 | 18,64 | 81,36 | 73,08 | 97,49 | 90,96 |
| 81 | 27.10.2019 | 43,86 | 56,46 | 88,79 | 90,10 | 97,18 |
| 82 | 28.10.2019 | 27,21 | 72,79 | 97,91 | 78,18 | 99,89 |
| 83 | 29.10.2019 | 15,01 | 84,99 | 99,77 | 62,35 | 98,98 |
| 84 | 30.10.2019 | 16,84 | 83,16 | 94,23 | 43,99 | 94,50 |
| 85 | 31.10.2019 | 22,90 | 77,10 | 81,70 | 22,25 | 86,60 |

Рис. 3.11 Графік сну пілота в досліджуваний час. По осі *х* – дати вимірювань, що наведені в табл. 3.3; по осі *у* – відсоток корисного часу сну.

Пілот 1 народився 17 травня 1986 року (на момент дослідження було 33 повних років). Зріст пілота 189 см, що є середній зростом пілотів авіакомпаній; вага - 83 кг. Тобто, індекс маси тіла (ІМТ) дорівнює 23,2 (кг/м2), що є нормою. Фізична підготовка на високому рівні, що є обов'язковим для людей льотного складу. Не одружений, дітей немає. Хронічні захворювання відсутні, просте страждає близькозорістю. Цей недолік коригується при польотах контактними лінзами, а в звичайному житті окулярами.

Має холеристично-сангвістичний тип темпераменту, що підтверджується 3 рази на рік тестами. При цьому, його хобі є плавання, більярд, подорожі. При (составление) графіку роботи (предпочитает) польоти в другій половині дня, оскільки Пілот 1 пізно засинає та пізно прокидається (тобто є совою). Він є педантичним та перфекціоністом, що допомогає у роботі пілота правильно коригувати дії. Має задатки керівника, та важко переносить те, що графік роботи може змінитися менше ніж за 24 години до вильоту. На графіку (рис. 3.11) деякі дні вибивалися з загального ритму, оскільки це були позапланові робочі дні. Тоді ж пілот скаржився на погане самопочуття та не бажання працювати.

Навчався в льотній академії України, став пілотом в 22 роки. Загальний стаж пілота наразі 10 років, 5 місяців. Другим пілотом працював 7 років, налітавши 1 млн миль. В 2016 році підвищив свою кваліфікацію до першого пілота, підтвердивши свої фізичні, емоційні та інтелектуальні навики. Планові та позапланові медогляди (листопад 2019, січень 2020) не показують відхилень і будуть стабільними надалі, то можна стверджувати те, що придатний до льотної діяльності Пілот 1 буде ще приблизно 10-15 років.

На наведеному графіку дослідження видно, як біоритми впливають на якість сну пілота 1. Особливо напруженими були ті дні, які є «біоритмічними днями втоми», що негативно впливало на якість роботи.

Важиливо також є те, що швидкий сон більше ніж в 2 рази перевищував глибокий сон. Це свідчить про те, що якість сну є дуже низькою і вливає на всі аспекти життя пілота 1. Тому, можна винести наступні індивідуальні рекомендації:

1. Навчитися правильно прокидатися - знайти найкращий момент для підйому, щоб будильник спрацьовував в оптимальній фазі сну для приємного пробудження і гарного початку дня.
2. Правильно оцінювати необіхнідну кількість сну на день.
3. Підтримувати регулярний графік сну, зокрема, регулярний час пробудження вранці.
4. Уникати напоїв з кофеїном після обіду.
5. Створити обстановку в спальні або готелі з мінімальними стимулами (світло, телевізор або радіо).
6. Уникати тривалого використання світловипромінюючих екранів (ноутбуки, планшети, смартфони, електронні книги) перед сном.
7. Уникати денного сну, особливо довше 20-30 хвилин, або сну в кінці дня.

## Висновки по роздiлу 3

Отже, в даному розділі представлений алгоритм попередньої обробки аналізу даних отриманих з програмного забезпечення, основними частинами якого є: зняття достатньої кількості даних, перевірка їх на репрезентативність, нормальність та стаціонарність. Для реалізації алгоритму використовували точкові та інтервальні методи оцінки, побудову гістограм та точкових діаграми. Отримані результати дають змогу з більшою точністю оцінити стан здоров’я та висунути певні поради щодо поліпшення його стану або сну.

Планові та позапланові медогляди (листопад 2019, січень 2020) не показують відхилень і будуть стабільними надалі, то можна стверджувати те, що придатний до льотної діяльності Пілот 1 буде ще приблизно 10-15 років.

# РОЗДІЛ 4

# ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

## Охорона навколишнього середовища в авіації

Охорона навколишнього середовища (ОНС) – одна із стратегічних цілей Міжнародної організації цивільної авіації (ICAO). ОНС, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини – невід’ємна умова сталого економічного та соціального розвитку України.

Метою забезпечення екологічної безпеки цивільної авіації по суті є мінімізація шкідливих наслідків її діяльності шляхом дотримання рівноваги між нанесеною природному середовищу шкодою внаслідок здійснення авіаційної діяльності та можливостями природного середовища у самовідновленні. [41]

Україна підтримує та прагне до забезпечення 3 основних екологічних цілей ІCАО:

* обмеження або зменшення кількості людей, що страждають від значного шуму, спричиненого авіаційною діяльністю;
* обмеження або зменшення впливу авіаційних емісії на якість місцевого повітря;
* обмеження або зменшення впливу авіаційної емісії парникових газів на глобальний клімат.

Основними принципами охорони навколишнього природного середовища в галузі цивільної авіації є:

* забезпечення збалансованого підходу, що дозволить отримати максимальні екологічні вигоди найбільш економічно-вигідним способом з дотриманням високого рівня безпеки польотів;
* нормування впливу цивільної авіації на навколишнє природне середовище;
* гласність і демократизм при прийнятті рішень, реалізація яких впливає на стан навколишнього природного середовища;
* дослідження використання та відтворення відновлюваних природних ресурсів, впровадження новітніх технологій в галузі цивільної авіації;
* запобіжний характер заходів щодо охорони навколишнього природного середовища;
* гарантування безпеки польотів та екологічно безпечного середовища для життя і здоров’я людей;
* пріоритетність вимог екологічної безпеки, обов’язковість додержання екологічних стандартів, нормативів при здійсненні господарської, управлінської та іншої діяльності.

## Стан навколишнього середовища в аеропортах

### Шуми

Шумовий дискомфорт діє негативно на людину - підвищує стомлюваність, дратівливість, заважає зосередитися. Тому, у населення прилеглих до аеропорту районів відзначається більш високий відсоток неврозів і безсоння на відміну від решти населення. [39]

В Україні з її величезними міжнародними зв’язками повітряному транспорту відводиться особлива роль. Перш за все, він розвивається як пасажирський транспорт і займає друге (після залізничного) місце в пасажирообігу всіх видів транспорту в міжміському сполученні. Щорічно освоюються нові повітряні лінії, вводяться в дію нові і реконструюються діючі аеропорти.

Безсумнівно, розвиток авіації на сьогоднішній день досягло глобальних масштабів, кількість аеропортів різко збільшилася, а як наслідок і збільшився вплив авіаційного шуму на людей, що проживають біля аеропортів. [39]

Характеристики шуму сучасних вітчизняних літаків, які тривалий час перебувають в експлуатації, істотно поступаються аналогічним характеристикам зарубіжних літаків. Це призводить до помітного зростання частки населення, яке потерпає від географії аеропортів, які приймають літаки більш гучних типів (Boeing 737-800, Boeing 777-200ER) [42].

Методи і умови вимірювання шуму:

1. Відповідність встановленим в 3.3 нормам [43] визначають за результатами не менше ніж трьох безпосередніх вимірювань в денний і нічний періоди з подальшим осреднением. При визначенні еквівалентних рівнів звуку допускається застосовувати наближені методи розрахунку, наведені в додатку А.
2. Вимірювання слід проводити в умовах нормальної діяльності аеропорту в періоди найбільш інтенсивного руху і при польотах повітряного судна ПС найбільш гучних типів в точках, розташованих в характерних місцях існуючої або запланованої житлової забудови поблизу маршрутів руху ПС.
3. Вимірювання шуму слід проводити відповідно до вимог ГОСТ 23337 на відкритих майданчиках (поза звуковий тіні) або на відстані не менше 2 м від відображають конструкцій будівель. [43]

Між точкою вимірювання і ПС не повинно бути перешкод, які деформують звукове поле. Місця для вимірювання шуму повинні бути розташовані на рівній поверхні з дотриманням умов відсутності надмірного надлишкового загасання звуку (висока трава, чагарник або лісові ділянки).

Робочий центр мікрофона розташовують на висоті 1,2 м над рівнем земної поверхні або поверхнею споруд. Ось мікрофона повинна бути орієнтована в бік очікуваного випромінювання максимального шуму. Допускається використовувати орієнтацію мікрофона, регламентовану ГОСТ 17229 при сертифікаційних випробуваннях ПС по шуму.

Якщо швидкість вітру перевищує 1 м/с, то при вимірах використовують вітрозахисний екран для мікрофона.

Вимірювання проводять:

* при відсутності опадів;
* при температурі повітря від 2 ° С до 35 ° С на висоті 10 м над землею;
* при відносній вологості навколишнього повітря від 20% до 95%;
* при відносній вологості і температури навколишнього повітря, що забезпечують затухання звуку в третинно октавній смузі центральної частотою 8 кГц не більше 10 дБ / 100 м;
* при середній швидкості вітру на висоті 10 м над землею не більше 5 м / с і поперечної складової вітру не більше 2,5 м / с;
* при відсутності аномальних умов вітру, істотно впливають на вимірювані рівні шуму.

### Паливо

Авіаційне пальне — горюча речовина, що вводиться разом з повітрям до [камери згоряння](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B0_%D0%B7%D0%B3%D0%BE%D1%80%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D1%8F) двигуна [літального апарату](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82) для одержання [теплової енергії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F) у процесі [окиснення](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) [оксигеном](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B3%D0%B5%D0%BD) [повітря](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D1%8F) ([спалювання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B0%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F)). Поділяється на два види - авіаційні [бензини](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D0%BD%D0%B7%D0%B8%D0%BD) і [реактивне пальне](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D1%81). Перші застосовуються, як правило, у [поршневих двигунах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D1%83%D0%BD), другі - у [турбореактивних](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D1%83%D0%BD). Також відомі розробки дизельних поршневих авіаційних моторів, які використовували дизельне пальне, а в даний час (2000-і роки) - гас. [46]

З початку 1980-х років, через постійно збільшувану нестачу [нафти](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D1%84%D1%82%D0%B0), шукаються способи для заміни нафтового авіаційного пального, у тому числі розглядаються такі різновиди: [синтетичне](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B5_%D0%BF%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BE), кріогенне (у тому числі, [рідкий водень](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%96%D0%B4%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%8C)), кріогенне метанове пальне (КМТ) та інші. У 1989-90 роках, на рідкому водні та КМТ було випробувано літак [Ту-155](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83-155), у 1987-88 на сконденсованому технічному пропан-бутані (АСКТ) — вертоліт [Мі-8ТГ](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96-8). З осені 2019 року, в [Норвегії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%BE%D1%80%D0%B2%D0%B5%D0%B3%D1%96%D1%8F) авіакомпанії почали додавати в авіаційний гас, невелику частку [біопалива](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BE) задля зменшення забруднення атмосфери реактивними літаками. Згодом, кількість доданого біопалива розраховують збільшувати. [47]

Будь-який авіаційний двигун розробляється під певний вид (сорт) пального, на якому він видає потрібні показники за [потужністю](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%82%D1%83%D0%B6%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C), [прийомистістю](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%B9%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C), надійністю, довговічністю, та рекомендовані аналоги пального, на яких допускається, як правило, обмежена експлуатація, з втратою низки характеристик двигуна.

Для авіабензину основними показниками якості є:

* [детонаційна стійкість](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D1%82%D1%96%D0%B9%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) (визначає придатність бензину до застосування в двигунах з високим ступенем стиснення робочої суміші без виникнення детонаційного згоряння);
* [фракційний склад](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4) (говорить про випаровуваність бензину, що необхідно для визначення здатності до утворення робочої паливо-повітряної суміші; характеризується діапазонами температур википання (40-180(°)[С](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%96%D0%B9)) і тиску насичених парів (29-48 к[Па](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C_%28%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F%29)));
* хімічна сталість (здатність протистояти змінам хімічного складу під час зберігання, транспортування та застосування).

Основний спосіб отримання авіаційних бензинів - пряма перегонка нафти, [каталітичного крекінгу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D1%80%D0%B5%D0%BA%D1%96%D0%BD%D0%B3) або [риформінг](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%B3)у без добавок або з додаванням високоякісних компонентів, етилової рідини і різних [присадок](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%B0%D0%B4%D0%BA%D0%B8).

Класифікація авіаційних бензинів ґрунтується на їх антидетонаційних властивостей, виражених в октанових числах та в одиницях сортності. Сорти російських авіаційних бензинів маркуються, як правило, дробом: в чисельнику - октанове число або сортність на бідній суміші, в знаменнику — сортність на багатій суміші, наприклад, Б-95/130. Зустрічається маркування авіаційних бензинів і з октановим числом (наприклад, Б-70).[[45]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B5_%D0%BF%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B5#cite_note-1)

Основна галузь застосування авіаційних бензинів — пальне поршневих двигунів. Бензин Б-70 використовувався, наприклад, як пальне для турбостартерів двигунів [літаків](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D1%82%D0%B0%D0%BA) типу [Ту-16](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83-16) (РД-3М) і [Ту-22](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83-22). Тепер він в основному застосовується під час технічного обслуговування техніки як [розчинник](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BA).

## Стан навколишнього середовища ДП МА “Бориспіль”

Основні принципи екологічної політики підприємства:

1. Забезпечення оптимальної якості навколишнього середовища.
2. Постійне вдосконалення системи екологічного контролю на виробництві та в структурних підрозділах.
3. Підвищений рівень відповідальності за забруднення навколишнього середовища.

Завдання екологічної політики:

1. Розробка і систематичне поліпшення системи екологічного менеджменту.
2. Мінімізація використання небезпечних речовин і продуктів, заміна на нешкідливі речовини.
3. Проведення систематичного моніторингу екологічних аспектів і оцінки їх впливу на навколишнє середовище.
4. Впровадження сучасних технологій і модернізація існуючих процесів виробництва для скорочення питомої викиду шкідливих речовин в атмосферу, у водні об'єкти, утворення відходів.
5. Стимулювання зниження рівня шуму, спричиненого експлуатацією повітряних суден.

Вплив об'єктів цивільної авіації на навколишнє середовище характеризується рядом особливостей, пов'язаних з тим, що даний вид антропогенної діяльності стрімко розвивається, займає все більше значення в житті людства, а також виступає в ролі одного з найважливіших сполучних елементів міжнародних відносин.

Було виділено основні об'єкти забруднення елементів біосфери [45], розташовані на території аеропорту, до яких слід віднести двигуни повітряних суден (далі ПС); спецмашини; автотранспорт, що належить аеропорту і прибуває (громадський і особистий транспорт); котельні; мийка для ПС, спецмашин і автотранспорту; роботи з фарбування і газового різання металу.

### Аналіз впливу об'єктів на атмосферу

У досліджуваний період часу на балансі ДП МА "Бориспіль" складається 567 джерела забруднення атмосферного повітря, в результаті діяльності яких в атмосферу потрапляють понад 55 різних речовин, у тому числі оксиди вуглецю, оксиди азоту, бензол, тоулол, ксилол, вуглеводні, аерозолі фарби, сажа [5]. За підрахунками фахівців, найбільшу кількість продуктів згоряння потрапляє в атмосферу під час посадки, зльоту ПС і при прогріванні двигунів [6, 7]. При оцінці сумарної кількості основних забруднювачів атмосферного повітря в контрольованій зоні аеропорту в результаті його виробничої діяльності було виявлено, що на площі 4 км2 в середньому за добу в атмосферу виділяється від 1 до 1,5 т оксиду вуглецю, 300-500 кг вуглеводневих сполук і 50-80 кг оксидів азоту. Дана кількість шкідливих речовин при несприятливих метеорологічних умовах може приводити до значного перевищення гранично допустимих концентрацій перерахованих вище забруднюючих речовин в робочій зоні аеропорту.

Основною характерною особливістю функціонування повітряних суден є висота виконуваних польотів, яка становить 8-13 км і обумовлює можливий вплив викидів, утворюваних при спалюванні авіаційного палива на кліматичну систему землі. З метою скорочення викидів парникових газів до 2023 р до рівня менше 75% від обсягу 1990 р. в Україні розробляється система моніторингу, звітності та перевірки обсягу викидів парникових газів. Перший етап впровадження системи моніторингу передбачає проведення пілотних регіональних проектів, що дозволяють сформувати збалансовану методичну та нормативно-правову базу інвентаризації викидів парникових газів підприємств з обсягом викидів понад 150 тис.т СО2-еквіваленту в рік. Надалі вуглецева звітність стане обов'язковою для всіх підприємств з обсягом викидів більш 50 тис.т СО2 еквівалента в рік, а також для організацій авіаційного, залізничного транспорту і підприємств, що здійснюють морські та річкові перевезення. Проведений розрахунок емісії діоксиду вуглецю повітряними судами ДП МА "Бориспіль", який склав 0,59% від річного обсягу викидів парникових газів цивільної авіації України.

У зоні функціонування аеропорту спостерігається значне фізичне забруднення атмосфери, до якого належить звуковий, електромагнітний, тепловий вплив, а так само вплив вібрації і іонізуючого випромінювання [43]. У табл. 4.1 представлені джерела фізичного впливу цивільної авіації на навколишнє середовище і населення.

Таблиця 4.1

Джерела фізичного впливу цивільної авіації на навколишнє середовище і населення

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Авіаційний шум | Електромагнітне випромінювання | Тепловий вплив | Іонізуюче випромінювання | Вібрація |
| Двигуни літаків, допоміжні силові установки та елементи механізації крила | Радіотехнічні засоби, СВЧ-печі, радіотелефони, ЛЕП, трансформаторні станції, енергосилові установки, комп'ютери, відеомонітори | Двигуни ПС і спецавто- транспорту, котельні | Датчики рівня ємностей на ПС, пристрої з світяться циферблатами, установки для радіаційного контролю на митниці, електронно-обчислю- вальні машини | ПС |

З метою охорони атмосферного повітря від забруднення в ДП МА "Бориспіль" реалізуються такі заходи:

* установка розрахункової санітарно-захисної зони і зони санітарних розривів, в яких проводяться виміри по шуму і викидів в атмосферу забруднюючих речовин;
* виведення з експлуатації транспортних засобів із застарілими двигунами;
* заміна транспортних засобів на більш екологічні по класу палива (Євро-4,5);
* проведення регулярних перевірок на токсичність автомобілів;
* технічне переозброєння котелень.

Крім того, до 2021 року планується будівництво третьої злітно-посадкової смуги, яка покликана знизити щільність потоку повітряних суден, що спричинить за собою зниження щільності викидів і авіаційного шуму [44].

### Аналіз впливу об'єктів на гідросферу

Технологічні стічні води аеропортів в основному містять органічні розчинники - бензол і ацетон, в поверхневих стічних водах більше поширені нафтопродукти, миючі, антикригові, протиожеледні та дезинфікуючі речовини, а також продукти руйнування матеріалу шасі літаків та спецтехніки. Дощові і талі потоки можуть поглинати частину вихлопних газів котелень і забруднюючі речовини від автотранспорту і ПС, які осіли на території аеропорту. Крім того, діяльність аеропортів призводить до забруднення підземних вод нафтопродуктами, яке відбувається через витік палива при заправці, транспортуванні і зберіганні палива [41].

Водопостачання ДП МА "Бориспіль" здійснюється з 10 власних артезіанських свердловин. Поверхневі стічні води збираються у внутрішньомайданчикових водостічної-дренажну мережу і через дев'ять випусків скидаються у водні об'єкти. Перед скиданням у водні об'єкти поверхневі стічні води проходять очистку на очисних спорудах. Обсяги скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти в досліджуваному періоді часу не перевищує дозволений обсяг скидів, встановлений для ДП МА "Бориспіль". З метою підтримки водних об'єктів в стані, що відповідає вимогам законодавства України, ДП МА "Бориспіль" організовує проведення робіт з визначення показників якості стічних вод у водні об'єкти за гідрохімічними, мікробіологічними, паразитологічними показниками. В рамках досягнення цільових екологічних показників в області охорони водних об'єктів ДП МА "Бориспіль" реалізовані наступні заходи: з метою виключення витоків мазуту на грунт і в очисні споруди проводяться роботи з технічного обслуговування систем мазутного господарства; здійснюється своєчасний поточний та планово-попереджувальний ремонт технологічного обладнання очисних споруд стічних вод; проводиться планова заміна фільтруючого завантаження очисних споруд на матеріал з більшою ефективністю очищення [43].

### Аналіз впливу відходів

Як правило, діяльність аеропорту призводить до утворення значної кількості відходів. Склад твердих відходів аеропорту, а також їх обсяг і властивості, змінюються в залежності від сезонів року, географічного розташування аеропортів, пропускної спроможності і ступеня благоустрою підприємства. Усереднений морфологічний склад відходів споживання і виробництва в аеропортах представлений в табл. 4.2 [42, 43].

Таблиця 4.2

Морфологічний склад відходів споживання і виробництва в аеропортах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Найменування відходів споживання** | **Процентний вміст, %** | **Відходи виробництва** | **Процентний вміст, %** |
| Папір, картон | 60 | Лакофарбові відходи | 5 |
| Харчові відходи (непридатні для використання) | 8 | Текстиль, лакоткань | 5 |
| Пластмаси | 13 | Гума, шкірозамінник | 8 |
| Зола від котелень, шлак | 3 | Полімерні матеріали (в тому числі з металевими включеннями) | 22 |
| Дрібне сміття | 16 | Нафтопродукти, масла | 40 |
| Інші | 10 | Дерево і дерев’яні пластики | 5 |
| Інші відходи | 15 |
| **Тверді відходи споруд для очищення виробничих стоків** | **Процентний вміст, %** |
| Шлак сміття | 40 |
| Парафіновані нафтопродукти | 10 |
| Пісок | 25 |
| Інші | 25 |

У процесі дослідження було виявлено, що структура утворення відходів ДП МА "Бориспіль" наступна: 0,28% складають відходи 1-3 класів, 24,33% - відходи 4 класу і 75,39% - відходи 5 класу. Простежується динаміка збільшення обсягів утворення відходів, пов'язана з приєднанням нових об'єктів до підприємства (термінал D, комплекс очисних споруд), розширенням зон обслуговування, збільшенням злітно-посадкових операцій і щорічним значним збільшенням пасажиропотоку. При цьому обсяг утворення відходів за досліджуваний період не перевищив нормативний обсяг освіти, встановлений для підприємства, встановлена динаміка зменшення обсягів утворення відходів в 2014 р. на 10,7% в порівнянні з 2013 р. [42].

В рамках досягнення цільових екологічних показників в галузі поводження з відходами реалізуються наступні заходи:

1. накопичення відходів проводиться селективно в спеціально виділених місцях для відходів;
2. проведено обладнання майданчиків тимчасового накопичення відходів виробництва і споживання;
3. закуплені і встановлені контейнери для забезпечення роздільного збору відходів виробництва у виробничих приміщеннях [46].

## Висновки до розділу 4

Проаналізувавши вплив аеропортів на навколишнє середовище, можна сказати, що для запобігання екологічної небезпеки необхідно мінімізувати причини шкідливих наслідків діяльності ПС та аеропортів. Це можна зробити шляхом дотримання рівноваги між нанесеною шкодою внаслідок здійснення авіаційної діяльності та можливостями природного середовища у самовідновленні. Проаналізовано, що при озелененні прилеглих територій, використання еко-дружніх технологій, матеріалів і сировини стан навколишнього середовища аеропортів значно покращиться.

# РОЗДІЛ 5

# ОХОРОНА ПРАЦІ

## Організація безпеки праці під час робочої експлуатації повітряних суден

### Технічне обслуговування

Для зменшення обсягу часу, який екіпаж марнотратить на підготовку повітряних суден (ПС) до польоту, провідний обсяг підготовчих робіт до введення в робочу дію двигуна і контроль працездатності систем ПС здійснюють фахівці наземних служб до передачі його екіпажу. [47]

ТО льотної техніки під час підготовки до вильоту і в польоті реалізує екіпаж з моменту прийняття ПС перед вильотом до кінцевого місця зупинки (вимикання двигунів). Під час реалізації цих робіт з’являється небезпека у виникненні чималого числа небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які зображені на рис. 5.1.



Рис. 5.1 Фактори небезпеки

Вимоги до безпеки праці екіпажу особливо залежать від типу ПС та його конструктивних показників. Наприклад, для екіпажів ПС авіації спецзастосування одним з основних шкідливих виробничих чинників є отрутохімікати, які застосовують при виконанні авіаційно-хімічних робіт. [48]

У транспортних ПС з високо розміщеними крилами і двигунами, які встановлені в зоні хвостового оперення, вхідними та вихідними дверима, що розташовані на значній висоті порівняно землі і потребують застосування аеродромних пасажирських тралів, найчастіше проявляється дія такого небезпечного виробничого фактору, як “високо розташовані частини ПС”. [47]

### Безпека праці екіпажів повітряних суден

Під час підготовки екіпажу ПС до польоту потрібно зберігати маршруту руху відповідно до розмітки перону і проявляти при цьому обережність, щоб оминути зіткнень з автотранспортом, який рухається, та іншими ПС. Екіпажу потрібно також проявляти обачність під час руху по крутих ділянках бетонних покрівель, де розлиті ПММ, трапляється обледеніння, а також розташоване аеродромне обладнання.

Під час знаходження на зупинці і в літаку екіпажу та ПС потрібно дотримуватися вимог та порядку чинних інструкцій з техніки безпеки під час виконання ТО. Паління на зупинках та стоянках літаків забороняється. Члени екіпажу повинні зупинити завантаження літака пристроями, які заборонено переміщувати або які мають зіпсований пакунок і можуть завдати збитки пасажирам і діяти на безпеку польоту. Вмикання додатковго силового пристрою, двигунів, випробування засобів механізації, старт ПС здійснюють тільки застосовуючи зв'язок з авіатехніком за допомогою переговорного пристрою.

Порядок виконання технічних процесів необхідно окреслювати так, щоб уникнути декількох одночасно реалізації робіт, які спричиняють до високої небезпеки (наприклад, заправка і одночасна посадка і висадка пасажирів, стравлювання кисню із системи під час роботи з електрообладнанням і т. ін.). Зупинка літака обов'язково має бути устатковане штатними засобами пожежогасіння, системою запобігання пожежі (виключення утворення горючого середовища і джерел запалювання в ньому і т. ін.).

Забезпечення пасажирів під час посадки і висадки - один з обов'язків членів екіпажу, тому їм необхідно стежити за тим, щоб реалізувалась вимога, яка не дозволяє пересуватися на борту літака пасажирам під час реалізаії робіт з високою небезпекою (заправка пальним, киснем, видалення обледеніння тепловими машинами і т. ін.).

У разі нехватки трапів або автоліфтів поруч з отворами вхідних і службових дверей потрібно облаштовувати і контролювати пристрої запобіжних ременів. Членам екіпажу не дозволяється відкривати вхідні й службові двері (після посадки літака) без попереднього розміщення запобіжних ременів, щоб запобігти їхнього падіння за борт в результаті дії на двері пориву вітру, надмірного тиску тощо. Обдув літака тепловою машиною для знищення обледеніння і реалізують при безпечному закритті усіх дверей, люків, кватирок.

Перед заправкою літака пальним, посадкою пасажирів і завантаженням вантажами всі прстрої, яке знаходиться під фюзеляжем, крилом, відкритими дверима літака, необхідно прибрати. Інакше в результаті просадки літака може статися травмування людей, пошкодження літака і пристроїв (трапів, спецмашин, стрем'янок, механізмів, електрокарів, вантажних візків і т. ін.). Екіпаж літака повинен контролювати виконання цієї вимоги. [50]

Слід минати попадання на одяг і тіло рідини типу "Арктика". Насамперед небезпечно її місце з підвітряного боку від місця розпилення. Членам екіпажу під час реалізації усіх видів робіт на літаку недопустимо: використовувати несправні або покриті льодом пристрої; користуватися нестандартним інструментом; працюватия приставними драбинами, не закріпленими до конструкції літака і бетонного покриття; з зачохління і розчохління фюзеляжу, високо розміщених частин літака без страхувальних пристроїв, а також при швидкості вітру більше 7 м/с; переміщуватися по східцях стрем'янок і драбин спиною до них; бігти по проходах в салонах і трапах; вмикати кнопку “ВИСОКА НАПРУГА ПЕРЕДАВАЧА”, якщо в секторі обзору ближче 50 м знаходяться люди.

Під час галювання ПС забороняється зрушувати його з місця, переміщуючи тягачами; кут повороту має бути не більше як плюс 55°; усі члени екіпажу повинні проявляти пильність під час руху в межах допустимого обзору; використовувати гальмами коліс літака слід тільки в разі поломки буксиру вального пристрою, небезпеки стику з перешкодами за командою із землі та після зупинки; неможливе буксирування з несправною гальмівною системою. Евакуацію ПС із ЗПС можна виконувати зі швидкістю 3 км/год у супроводі авіатехніка, який є на безпечній дистанції від візка шасі та має при собі упорні колодки.

У польоті екіпажу забороняється: палити, усувати несправності пілотажно-навігаційних систем і електрообладнання з розкриттям панелей і заміною запобіжників; користуватися відкритим вогнем під час роботи з киснем; не допускати стикання кисню з замасленими (масними) предметами; при підтіканні гідросуміші в кабіні літака користуватись киснем; відкривати кран балона надувного трапа всередині кабіни літака, щоб уникнути його заповнення (заклинювання) в ньому; користуватися електронагрівальними приладами не за призначенням (підігрівання салону, сушіння предметів і т. ін.). [48]

До вимог безпеки необхідно можна вносити зміни, оновлювати їх у зв'язку з прибуванням в експлуатацію літаків нової модифікації, доробками існуючих літаків, нагромаджуваною інформацією (досвідом) профілактики травматизму екіпажів сучасних ПС.

### Надання першої допомоги членам екіпажу і пасажирам у разі порушення умов польоту

Сучасні пасажирські ПС - один з найнадійніших видів транспорту. Проте, враховуючи, що польоти більшості швидкісних літаків переміщуються на високих дистанціях, де умови для людського організму неможливі, можливі події деяких аварійних ситуацій. Останні можуть бути при частковому або повній зміні в герметизації кабіни, а також в результаті необхідної посадки ПС на ґрунт або воду.

У разі неповній зміні герметизації або повній розгерметизації кабіни висотного літака за умови, що він виконує політ на висоті більше 2500 м, пасажири і екіпаж можуть опинитися в умовах, небезпечних для життя. Відповідно до чинних настанов та інструкцій з виконання польотів екіпажу в цьому випадку належить негайно, не перевищуючи резервного часу, знизити літак до безпечної висоти. [49]

Проте окремі люди можуть важко переносити це зниження (навіть знепритомніти). У цьому випадку їм необхідно надати першу допомогу. У разі вимушеної посадки літака рекомендується виконувати такі заходи з надання першої допомоги, що зображено на рис. 5.2.



Рис. 5.2 Заходи з надання першої допомоги

Перша допомога при утопленні внаслідок вимушеної посадки літака на воду така: особа, що надає допомогу, кладе потерпілого животом вниз на зігнуте коліно своєї ноги і натискає між лопатками на спину потерпілого. Голова його при цьому звисає, і вода зі шлунка виливається. Після цього виконують штучне дихання.

## Вимірювання та нормування шуму

Існує два аспекти нормування шуму: технічний і гігієнічний.

Технічне нормування шуму передбачає обмеження рівня шуму, створюваного означеним агрегатом або механізмом. Воно відображає технічні можливості, які з розвитком науки і техніки можуть змінюватися. [50]

Гігієнічне нормування шуму визначає той граничний рівень і характеристику шуму, які ще не діють шкідливо на організм людини. Ці два поняття не можна змішувати, оскільки перше визначає можливий, а друге — необхідний ступінь ослаблення шуму в тому чи іншому випадку. Під час інсталяції гігієнічних нормативів шуму часто доводиться виходити не з оптимальних або комфортних, а з терпимих умов, тобто таких, за яких шкідлива дія шуму на людину не проявляється або проявляється мало. З погляду економіки вибирати норми з великим запасом недоцільно, оскільки вони не послужать стимулом у розвитку робіт по боротьбі із шумом, і, навпаки, надто занижені норми можуть виявитися найсильнішим гальмом у проведенні таких робіт, оскільки на практиці досягнути їх буде неможливо через відсутність ефективних засобів зниження шуму або великих економічних витрат. []

Гігієнічне нормування шуму і загальні вимоги безпеки здійснюються відповідно до стандартів і норм (таблиця 5.1). Так, зараз це Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку [47].

Таблиця 5.1

Стантарти і норми шуму

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид трудової діяльності, робоче місце | Рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах із середньогеометричними частотами, Гц | Рівні шуму, дБА та еквівалентні рівні шуму, дБАекв |
| Підприємство ДП МА “Бориспіль” |
| Робочі місця екіпажу та бортпровідників | 107 | 95 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 | 80 |

Спектри шуму поділяють на широкосмуговий з безперервним спектром шириною більше ніж одна октава та вузькосмуговий або тональний в спектрі якого є виражені дискретні тони.

Тональний характер шуму встановлюється вимірюванням випромінювання у тритинооктавних смугах частот за перевищенням рівня шуму в одній смузі над сусідніми не менше ніж на 10 дБ.

Непостійні шуми поділяються на: мінливі, рівень яких безперервно змінюється в часі; переривчасті, рівень шуму яких змінюється ступінчасте на 5 дБА і більше під час вимірювання на часовій характеристиці шумоміра "повільно" за шкалою А, при цьому довжина інтервалів, під час яких рівень залишається сталим, становить 1 с і більше; імпульсні, які складаються з одного або декількох звукових сигналів, кожен з яких довжиною менше 1 с, при цьому рівні шуму у децибелах і дБА, виміряні на часових характеристиках «імпульс» та «повільного шумоміра», відрізняються не менше ніж на 7 дБ.

Розробляючи відомчі нормативні документи, встановлюють допустимі рівні шуму для окремих видів трудової діяльності з урахуванням важкості та напруженості праці. [49]

Нормування постійних шумів провадять методом нормування за граничним спектром. У такому разі нормують рівні звукового тиску в октавних смугах із середньогеометричними частотами\* і сукупність нормативних рівнів звукового тиску для дев'яти октавних смуг називають граничним спектром. [41]

Рівень шуму, який створюється підприємствами на території житлової забудови, обмежується санітарними нормами СН-872-70. [41]

В акустиці існує також поняття звукової потужності джерела — це загальна кількість звукової енергії, яка випромінюється джерелом шуму в оточуючий простір за одиницю часу. [49]

Для вимірювання шуму використовують апаратуру: "Брюль і К'єр" (Данія), шумомір РБ 1-202 та ін. Вимірюють шум з метою визначення його рівня на робочих місцях і наступного зіставлення його з допустимими значеннями, а також для розробки і оцінки ефективності різних заходів, спрямованих на його зниження.

Технічне нормування шуму виконують відповідно до вимог системи стандартів безпеки праці та стандартів на конкретні види виробничого устаткування. До цього ж виду нормування відносяться і нормативні вимоги до шуму, який створюється ПС на місцевості. Нормовані рівні шуму в цьому випадку розглядають як одну з техніко-експлуатаційних характеристик ПС конкретного класу і типу.[50]

## Пожежна безпека в аеропортах та на повітряних суднах

На ПС для зменшення небезпеки виникнення пожежі і її поширення мають бути передбачені: конструктивні засоби, які попереджають про виникнення і поширення пожежі; системи і прилади виявлення пожежі в пожежонебезпечних зонах і сигналізації про неї екіпажу; системи пожежогасіння в пожежонебезпечних зонах; дренажі для видалення скупчення горючих рідин і їхньої пари з місць можливих скупчень їх на літаку. [49]

На ПС пожежонебезпечними зонами є відсіки двигунів, а також відсіки, де розміщені енергетичні й обігрівальні механізми, які працюють на пальному. Крім цього, пожежонебезпечними можуть бути всі зони ПС, у яких є потенційна можливість виникнення пожежі внаслідок зруйнування або пошкодження будь-яких елементів конструкції, агрегатів та вузлів, а також появи течії горючих рідин при наявності джерел запалювання (наприклад, внутрішні порожнини двигуна). [50]

Конструкційні і обробні матеріали для ПС класифікують таким чином: вогнетривкі, які витримують дію полум'я гасової або газової лампи з діаметром факела 120 мм і температурою 1100°С протягом 15 хв; важкоспалимі, при випробуваннях яких у вертикальному положенні після видалення джерела полум'я не спостерігається залишкового горіння або тління; самозатухаючі, у яких під час випробувань після видалення джерела полум'я залишкове горіння продовжується не більше 15 с. [46]

Перелічені матеріали застосовують на ПС залежно від ступеня пожежної безпеки його окремих зон. Останні, де розташовані пристрої і агрегати, температура поверхонь яких перевищує 200°С, повинні мати охолодження і відокремлюватись від інших зон ПС протипожежними перегородками або екранами, які перешкоджають поширенню пожежі в суміжні зони, а також попаданню диму і токсичних продуктів термічного розкладу (піролізу) вогнегасних і горючих речовин в кабіни екіпажу і пасажирів. [47]

Конструкційні і оздоблювальні матеріали, які застосовують, мають бути важкоспалими або самозатухаючими і мати достатню вогнестійкість для запобігання можливості поширення вогню від місця загоряння. Не можна застосовувати матеріали, які виділяють токсичні продукти під час нагрівання. На ПС передбачають захист електричних ланцюгів і агрегатів від короткого замикання, перевантаження і накопичення статичної електрики. Наприклад, для усунення можливості виникнення різниці потенціалів між основними елементами силової установки та іншими частинами ПС мають бути забезпечені електричні контакти (металізація). Забороняється застосовувати матеріали, здатні вбирати горючі рідини в місцях їхнього можливого витоку. [50]

Необхідно виключити самозапалювання горючих рідин в місцях їхнього зіткнення з конструктивними елементами ПС. Для цього в усіх випадках максимальна температура цих елементів не повинна перевищувати 200°С. [47]

Для зменшення ймовірності виникнення пожежі під час аварійної посадки передбачають аварійні системи вмикання подачі вогнегасної речовини в пожежонебезпечні відсіки. Елементи конструкції літака, на які можливе потрапляння відпрацьованих газів, виконують з вогнестійких матеріалів. Системи сигналізації і гасіння пожеж мають бути швидкодіючими, надійними і знаходитись у всіх пожежонебезпечних зонах. Викладені вище вимоги пожежної безпеки реалізуються в конструкціях систем пожежегасіння сучасних вітчизняних ПС. [49]

## Висновки до розділу 5

Отже, одним із шляхів підвищення економічної ефективності ТО ПС є вдосконалення системи контролю на всіх етапах підготовки та виконання робіт з ТО ПС за рахунок своєчасної обробки інформаційних потоків від складових системи. Виконання всіх вимог і правил дозвить зменшити кількість нещасних випадків.

# Висновки

1. Позбавлення сну є стресовим явищем, але додаткові ефекти можуть виникнути в результаті фізичної втоми та емоційного стресу. Відновлення серцевого ритму і частота поразки дихання падають, а результуючий ацидоз викликає деяке розширення обсягу плазми. Реакція частоти серцевих скорочень на субмаксимальні навантаження зменшується. Напруга м'язів має тенденцію до зниження, якщо суб'єкт не робить важких зусиль для підтримки продуктивності, а також деяке зниження ізокінетичної сили. Психомоторне виконання показує випадкові прогалини уваги. Командні події втрачають точність, а задачі, що виконуються самостійно, виконуються повільніше; психофізіологічні тести також можуть виявити більшу витрату зусиль для підтримки нормальної роботи. Спортивні годинники зазвичай погіршуються, хоча може бути важко відрізнити ефекти позбавлення сну від втоми. Також прогресує гальмування нормальних ритмів.

Взаємодія з фізичним навантаженням: помірне фізичне навантаження теоретично має сприяти синхронізації з новими, особливо якщо подразнення стимулюється в належний час протягом дня. На практиці додані вправи мало не впливають на фізіологічні реакції на позбавлення сну, тоді як деякі автори фактично бачили погіршення психомоторна дія, коли ефекти позбавлення сну посилювали активна фізична активність.

Цикли важкої фізичної активності відіграють велику роль у створенні циклсептановых ритмів. З іншого боку, тренування витривалості може придушити звичайні менструальні цикли.

1. Наявні методи дослідження фаз сну, такий як ЕЕГ, вважається стаціонарним і не підходить для мобільного обстеження. Датчики, що використовуються у смартфоні (акселерометр, гіроскоп та барометр) ефективно працюють як у повітрі, так і на землі. Існує мінімальна вірогідність їх неправильної роботи, яка може призвести до некоректних отриманих результатів - це вирішується за допомогою тестового моніторингу сну та швидкого усунення недоліків. Наразі мобільними пристроями, а саме смартфонами, користуються майже всі пілоти віком від 35 до 60 років. В дані смартфони можливо встановлення спеціального ПЗ, яке зможе обраховувати фази сну пілота в будь-якій точці світу та будь-якому положенні смартфону.
2. Метод визначення фаз сну за допомогою ПЗ є повноцінною заміною ЕЕГ під час польотів. За результатами проведених досліджень фаз сну за допомогою ПЗ встановлено, що показники сну залежать від біоритмів людини. Біоритми залежать від дати народження людини і особливо впливають на рід професійної діяльності. Фізичний біоритм людини включає в себе такі показники, як активність і виносливість, швидкість реакції, запас внутрішньої енергії. Люди, які підвержені екстремальним видам роботи (в нашому випадку пілоти), щоденно мають певні фізичні навантаження. Знання своїх фізичних біоритмів дозволяє їм визначити ступінь навантаженння під час роботи. Це допомогає максимально використовувати внутрішні ресурси з максимальною продуктивністю. Емоційний біоритм описує внутрішній стан людини. Від коливань цього циклу залежить зміна відчуттів і емоцій людини, його сприйняття навколишнього світу. Від данного біоритму залежить розвиток інтуїції та творчих здібностей. Інтелектуальний біоритм людини характеризує розумові здібності. Від того, як людина відчуває підйом або спад біоритму залежить його здатність зіставляти факти, знаходити зв’язки і робити висновки. Цей біоритм дозволяє бути передбачливим і обережним, визначати раціональність своїх дій, що незамінне в роботі пілота.
3. За допомогою ПЗ встановлено, що показники сну залежать від біоритмів людини. Біоритми залежать від дати народження людини і особливо впливають на рід професійної діяльності. Фізичний біоритм людини включає в себе такі показники, як активність і виносливість, швидкість реакції, запас внутрішньої енергії. Люди, які підвержені екстремальним видам роботи (в нашому випадку пілоти), щоденно мають певні фізичні навантаження. Знання своїх фізичних біоритмів дозволяє їм визначити ступінь навантаженння під час роботи. Це допомогає максимально використовувати внутрішні ресурси з максимальною продуктивністю. Емоційний біоритм описує внутрішній стан людини. Від коливань цього циклу залежить зміна відчуттів і емоцій людини, його сприйняття навколишнього світу. Від данного біоритму залежить розвиток інтуїції та творчих здібностей. Інтелектуальний біоритм людини характеризує розумові здібності. Від того, як людина відчуває підйом або спад біоритму залежить його здатність зіставляти факти, знаходити зв’язки і робити висновки. Цей біоритм дозволяє бути передбачливим і обережним, визначати раціональність своїх дій, що незамінне в роботі пілота.
4. Представлений алгоритм попередньої обробки аналізу даних отриманих з ПЗ, основними частинами якого є: зняття достатньої кількості даних, перевірка їх на репрезентативність, нормальність та стаціонарність. Для реалізації алгоритму використовували точкові та інтервальні методи оцінки, побудову гістограм та точкових діаграм.
5. Отримані результати дають змогу з більшою точністю оцінити стан здоров’я та висунути певні поради щодо поліпшення його стану або сну. Планові та позапланові медогляди (листопад 2019, січень 2020) не показують відхилень і будуть стабільними надалі, то можна стверджувати те, що придатний до льотної діяльності Пілот 1 буде ще приблизно 10-15 років. За результатами дослідження, швидкий сон більше ніж в 2 рази перевищував глибокий сон. Це свідчить про те, що якість сну є дуже низькою і вливає на всі аспекти життя пілота 1. Аналіз даних показав, що даний метод є ефективним у дослідженні фаз сну пілотів та при достатньому фінансуванні має чудову реалізацію, що підвищить продуктивність людей льотного складу.

# СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Матеріали ІХ міжнародної науково-практичної конференції “Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем” Том 2;
2. Збірка тез ХІІ міжнародної науково-практичної конференції “Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси”;
3. Збірка тез студентської науково-практичної конференції “Сучасні проблеми та перспективи біомедичної інженерії”.
4. Байкова И.А., Терещук Е.И. Психосоматика: учеб.-метод. пособие - Минск: БелМАПО, 2009. - 39 с.
5. Бухтияров И.В. Современное состояние и перспективы профпатологической помощи в гражданской авиации (гигиенические и клинико-экспертные вопросы).
6. Дальке Р., Руководство для сна. Как засыпать, спать, высыпаться, 2011.
7. Біоритмологія: довідник. Електронний ресурс, режим доступу до ресурсу: http://www.kakras.ru/doc/bioritm-life-cycle.html
8. Вейн А. М. Патология мозга и структура ночного сна. Материалы симпоз. «Механизмы сна». — Л. : Наука, 1971.
9. Ингерлейб М., Полный справочник анализов и исследований в медицине, Глава 5 Полисомнография, 2014 - 416с.
10. Резник Н. Л. Занятия спящего мозга / Химия и жизнь : журнал. — 2014 — № 3.
11. Ковальзон В. М. Стресс, сон и нейропептиды / Природа : журнал. — 1999. — № 5. — С. 63-70.
12. Губин Г. Д., Герловин Е. Ш. Суточные ритмы биологических процессов и их адаптивное значение в онто- и филогенезе позвоночных.— Новосибирск: Наука, 1980.
13. Кузнецов Ю., Биоритмы человека, Амрита-Русь , 2009 год - 352с.
14. Прохоренков А.М., Качала Н.М., Использование методов нечеткой логики для определения классификационных характеристик случайных процессов – M.: Вестник МГТУ, том 9, №3, 2006.- с.514-521.
15. Kristian Schlegel, Martin Füllekrug: Weltweite Ortung von Blitzen: 50 Jahre Schumann-Resonanzen. Physik in unserer Zeit 33(6), S. 256—261 (2002). Англійський переклад: 50 Years of Schumann Resonance
16. Доскин В.А. Ритмы жизни[Текст] /научно-популярная медицинская литература 2-е изд., перераб. и доп.- В.А., Доскин, Н.А. Лаврентьева - М.: Медицина, 1991 - 173 с.
17. Курта, О. Жизнь по биологическим часам [Текст] / О. Курта // Здоровье – 2007. - № 20. – с. 22-27.
18. Путилов, А.А. "Совы", "жаворонки" и другие люди: О влиянии наших внутренних часов на здоровье и характер[Текст] / А.А.Путилов. - Новосибирск: Сиб. унив. издательство, 2003. – 608 с.
19. Ходжаян, А.Б. Учение о биологических ритмах /методическая разработка для студентов 1-го курса СтГМА[Текст]/ А.Б. Ходжаян, Н.Н. Федоренко, Л.А. Краснова - Издание 2-е, дополненное. - Ставрополь. Изд.: СтГМА, 2009 - 11 с.
20. Эмме А.М. Часы живой природы [Текст]. - Москва : Сов. Россия, 1962. - 151 с.
21. Водопьянова Н. Е. Психодиагностика стресса. СПб.: Питер, 2009.
22. Китаев-Смык Л. А. Психология стресса. М., 1983, с. 57—323.
23. Марищук В. Л., Евдокимов В. И. Поведение и саморегуляция человека в условиях стресса. СПб., 2001, с. 81–101.
24. Хессет Дж. Введение в психофизиологию. М., 1981, с. 19—48; 164—174.
25. Щербатых Ю. В. Экзаменационный стресс. Воронеж, 2000, с. 18—55.
26. Баевский Р. М., Кириллов О. И., Клецкин С. З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М., 1984, с. 6–121.
27. Гринберг Дж. Управление стрессом. СПб.: Питер, 2004, с. 53—75.
28. Гремлинг С., Ауэрбах С. Практикум по управлению стрессом. СПб., 2002, с. 37—44.
29. Дюк В. Обработка данных на ПК в примерах. СПб., 1997, с. 47—59.
30. Марищук В. Л., Блудов Ю. М. и др. Методики психодиагностики в спорте. М., 1984, с. 159—160.
31. Ноздрачев А. Д., Щербатых Ю. В. Современные способы оценки функционального состояния вегетативной нервной системы // Физиология человека. 2001.№6, с. 135—141.
32. Покалев Г. М., Недугова Н. П., Фомина Г. Б., Ильичов Д. Г. Комплексная оценка реакций сердечно-сосудистой системы на эмоциональный стресс у лиц молодого возраста // Кардиология, 1985.№5, с. 112—113.
33. Судаков К. В. Индивидуальная устойчивость к стрессу. М., 1998, с. 15– 112.
34. Щербатых Ю. В., Ивлева Е. И. Психофизиологические и клинические аспекты страха, тревоги и фобий. Воронеж: Исток, 1998, с. 86–170.
35. Ax A. F. The physiological differentiation between fear and anger in humans // Psychosom. Med., 1953. Vol. 15. P. 433—442.
36. Heart rate variability. Standards of Measurement, Physiological Interpretation and Clinical Use // Circulation, 1996. V. 93.№5. P. 1043—1065.
37. Nutt D. J. The pharmacology of human anxiety // Pharmacology and Therapy, 1990. V. 47. P. 233—266.
38. Володарський Є.Т., Кошева Л.О. Статистична обробка даних, 2008 - 308с.
39. Р. Р. Семенов, А. А. Бабурин Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Красноярск ВЛИЯНИЕ АВИАЦИОННОГО ШУМА НА ЧЕЛОВЕКА АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АВИАЦИИ И КОСМОНАВТИКИ – 2014. Технические науки стр. 238-239
40. Аксёнов И. А. Транспорт и охрана окружающей среды. М. : Транспорт, 1987.
41. ГОСТ 22283-2014 Шум авиационный. ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ ШУМА НА ТЕРРИТОРИИ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ И МЕТОДЫ ЕГО ИЗМЕРЕНИЯ.
42. Топливо авиационное [Електронний ресурс] // Энциклопедия техники. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_tech/3638/%D0%A2%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BE>.
43. ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. № 5. С. 299–305. © 2017. О.С. Коробова, Д.В. Филиппова.
44. Екологічні звіти ДП МА “Бориспіль” за 2012–2014 рр.
45. Ашфорд Н., Райт П. Х. Проектирование аэропортов. Пер. с англ. – М.: Транспорт, 2005. – 328 с.
46. Николайкин Н. И., Наумова Т. В. Экологические проблемы воздействия воздушного транспорта на окружающую природную среду // Научный вестник МГТУ ГА, серия «Безопасность полетов». – 2001. – № 40. – С. 95–98.
47. Буріченко Л.А. Охорона праці в авіації / Буріченко Л.А., Гулевець В.Д.: НАУ, 2003.- 448 стр.
48. В.М. Москальова. Охорона праці. Рівне.НУВГП , 2009, 200 стр.
49. Запорожець О.І. Основи охорони праці / Запорожець О.І., Протоєрейський О.С., Франчук Г.М., Боровик І.М. : Центр учбової літератури, 2009. – 264 с
50. Наказ Міністерства інфраструктури України «Правила з підтримання льотної придатності (Part-М)» № 85 від 10.02.2012 [Електронний ресурс] / Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 28 лютого 2012 р. за № 333/20646. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0333-12/paran17#n182>