

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Приладобудівний факультет
Кафедра наукових, аналітичних та екологічних приладів і систем

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»
В.о. завідувача кафедри
д.т.н., проф. Н. М. Защепкіна
«__» _____ 2018р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка
на тему: «Інформаційно-вимірювальна система болювого порогу у стоматології
на засадах віртуальної реальності»

Виконав: студент VI курсу, групи ПН-71м
Крекотень Олександр Юрійович

_____ (підпис)

Науковий керівник доцент, к.т.н. Маркіна.О. М.

_____ (підпис)

Рецензент _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультант _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____
(підпис)

Київ - 2018 року

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Приладобудівний факультет

Кафедра наукових, аналітичних та екологічних приладів і систем

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність 152 – Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

в.о завідувача кафедри

Н. М. Защепкіна

" " _____ 2018 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Крекотня Олександра Юрійовича

1. **Тема дисертації** «Інформаційно-вимірвальна система больового порогу у стоматології на засадах віртуальної реальності», науковий керівник дисертації Маркіна Ольга Миколаївна, доцент, кандидат технічних наук. затверджені наказом по університету від « ___ » _____ 20__ р. № _____

2. **Термін подання студентом дисертації** _____

3. **Об'єкт дослідження:** стан людини під час проведення стоматологічних маніпуляцій з використанням технологій віртуальної реальності.

4. **Предмет дослідження:** стоматологічні процедури з застосуванням окулярів віртуальної реальності.

5. Перелік питань, які мають бути досліджені

5.1 Теоретичні дослідження. Аналітичний розділ:

5.1.1. Виконати аналітичний огляд приладів і систем контролю стану людини, що дозволяють контролювати його при стоматологічному втручанні. Визначити їх недоліки, переваги під час її експлуатації.

5.1.2. Дослідити способи відволікання уваги від стоматологічних процедур, за допомогою віртуальної реальності.

5.1.3. Описати принцип роботи окулярів віртуальної реальності. Навести структурну схему функціоналу окулярів віртуальної реальності.

5.1.4. Виконати аналіз характеристик окулярів віртуальної реальності що будуть використовуватися при проведенні досліджень.

5.1.5. Визначити чинники, що впливають на стан людини при стоматологічних процедурах.

5.1.6. Розробити методику щодо проведення стоматологічної процедури з застосуванням окулярів віртуальної реальності та інформаційно вимірювальною системою контролю больового порогу пацієнта при проведенні стоматологічного втручання.

5.1.3. Визначити оптимальні значення параметрів стану людини до проведення лікування зубів.

5.1.4 Визначити межі, при яких відслідковується значні зміни оптимальних параметрів стану людини при лікуванні зубів.

5.2. Експериментальні дослідження:

5.2.1. Провести експериментальні дослідження в умовах робочого стоматологічного кабінету своєї методики

5.2.2 Провести перевірку приладів та описати як калібруються вузли вимірювальної системи.

5.2.2. Провести перший цикл дослідження з анкетуванням добровольців, реальними стоматологічними маніпуляціями стоматологом, без застосування окулярів віртуальної реальності.

5.2.3. Провести аналіз отриманих даних, зробити висновки про стан пацієнтів.

5.2.4. Провести другий цикл дослідження з анкетуванням добровольців, реальними стоматологічними маніпуляціями стоматологом та застосуванням окулярів віртуальної реальності.

5.2.5. Провести аналіз отриманих даних, зробити висновки про стан пацієнтів.

5.2.6. Провести порівняння отриманих даних з двох експериментів по кожному з добровольців окремо

5.2.7. Зробити висновки про ефективність використання технологій віртуальної реальності для зменшення больового порогу при стоматологічних операціях.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу:

- 5.1. Результати порівняльного аналізу систем контролю стану людини (1 слайд);
- 5.2. Результати дослідження способів зменшення дискомфорту та больових відчуттів (1 слайд);
- 5.3. Структурна схема стоматологічної процедури з застосуванням окулярів віртуальної реальності та інформаційно вимірювальною системою контролю стану людини (1 слайд);
- 5.4. Результати аналітичного дослідження складових вузлів інформаційно-вимірювальної системи контролю стану людини та окулярів віртуальної реальності (1 слайд);
- 5.5. Результати аналізу характеристик окулярів віртуальної реальності що будуть використовуватися при проведенні досліджень (1 слайд);
- 5.6. Чинники що впливають на стан людини при проведенні стоматологічних процедур (1 слайди).

7. Орієнтовний перелік публікацій:

Співавторство у фахових виданнях України чи за кордоном.

8. Консультанти розділів дисертації

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|----------------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Стартап-проект | Бояринова К.О., к.е.н., доцент | | |
| | | | |
| | | | |

9. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів виконання магістерської дисертації | Термін виконання етапів магістерської дисертації | Примітка |
|-------|---|--|----------|
| 1 | Огляд літературних джерел | 01.03.18-01.05.18 | |
| 2 | Аналіз Методів оцінки стану людини | 01.05.18-01.06.18 | |

| | | | |
|---|--|-------------------|--|
| 3 | Аналітичний огляд засобів для проведення дослідження | 08.09.18-25.10.18 | |
| 4 | Визначення чинників що впливають на стан людини при стоматологічних процедурах | 25.09.18-25.10.18 | |
| 5 | Проведення 2х циклів дослідів | 25.10.18-29.11.18 | |
| 6 | Аналіз результатів дослідів | 29.11.18-03.12.18 | |
| 7 | Розробка стартап-проекту | 03.12.18-06.12.18 | |
| 8 | Підготовка до захисту | 06.12.18-11.12.18 | |

Студент

Крекотень О.Ю.

Науковий керівник дисертації

Маркіна О.М.

АНОТАЦІЯ

Магістерська дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів,

висновків, списку використаної літератури. Основний текст налічує 85 сторінку, включає в себе 47 таблиць і 24 рисунки. У вступі обґрунтована актуальність проблеми, сформувані мета і задачі роботи, наукова новизна та практична корисність. Приведена коротка характеристика роботи.

У першому розділі дисертації представлений аналітичний огляд існуючих методів контролю стану пацієнта та визначення рівню больових відчуттів. Досліджені способи відволікання уваги за допомогою окулярів віртуальної реальності, та проведений огляд окулярів віртуальної реальності які будемо використовувати для проведення дослідів.

У другому розділі проведені теоретичні дослідження чинників що впливають на стан пацієнта. Розроблена методика використання окулярів віртуальної реальності під час стоматологічного прийому. Визначені оптимальні показники стану пульсу, артеріального тиску та температури.

У четвертому розділі проведено два досліді з використанням окулярів віртуальної реальності та без них. Отримані результати оброблені та зроблено висновки що до використання окулярів віртуальної реальності для зменшення больових відчуттів у стоматології.

У четвертому розділі виконано опис проекту, технологічний аудит ідеї проекту, ще проведено аналіз конкурентів, розгляд сильних та слабких сторін проекту, розбір ринкових можливостей запуску даного стартап-проекту та розробка ринкової стратегії.

ABSTRACT

The master's dissertation consists of an introduction, four sections, conclusions, list of used literature. The main text counts 85 pages, including 47 tables and 24 figures. The introduction substantiates the relevance of the problem, formed the purpose and tasks of work, scientific novelty and practical utility. A brief description of the work is given.

The first section of the dissertation presents an analytical review of existing methods for controlling the patient's condition and determining the level of pain sensation.

The ways of distraction with virtual reality glasses are explored, and an overview of virtual reality glasses that we will use to conduct experiments is conducted.

In the second section, theoretical studies of the factors influencing the patient's condition are conducted.

The technique of using glasses of virtual reality during the stomatological admission is developed.

The optimal parameters of the state of pulse, blood pressure and temperature are determined.

In the fourth section, two experiments using glasses of virtual reality and without them were conducted.

The obtained results are processed and conclusions are drawn about the use of glasses of virtual reality to reduce pain in dentistry.

In the fourth section a description of the project was made, a technological audit of the project idea, an analysis of competitors, a review of the strengths and weaknesses of the project, the analysis of market opportunities for launching this startup project and the development of a market strategy.

Зміст

| | |
|--|----|
| ВСТУП..... | 11 |
| РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЗАСТОСУНКІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДУ | 13 |
| 1.1. Аналітичний огляд приладів і систем контролю стану людини. | 13 |
| 1.2. Способи відволікання уваги від стоматологічних процедур, за допомогою віртуальної реальності. | 37 |
| 1.3. Аналіз характеристик окулярів віртуальної реальності що будуть використовуватися при проведенні досліджень. | 45 |
| 1.4. Висновки до розділу | 52 |
| РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ДЛЯ АНАЛІЗУ ХОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ | 54 |
| 2.1. Визначити чинники, що впливають на стан людини при стоматологічних процедурах..... | 54 |
| 2.2. Методика проведення стоматологічної процедури з застосуванням окулярів віртуальної реальності та інформаційно вимірювальною системою контролю больового порогу пацієнта | 55 |
| 2.3. Визначення оптимальних значень параметрів стану людини до проведення лікування зубів..... | 56 |
| 2.4. Визначення меж, при яких відслідковуються значні зміни оптимальних параметрів стану людини при лікуванні зубів | 57 |
| РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В УМОВАХ РОБОЧОГО СТОМАТОЛОГІЧНОГО КАБІНЕТУ СВОЄЇ МЕТОДИКИ..... | 60 |
| 3.1. Повірка приладів та опис калібрування вузлів вимірювальної системи.... | 60 |
| 3.2. Перший цикл дослідження з анкетуванням добровольців, реальними стоматологічними маніпуляціями стоматологом, без застосування окулярів віртуальної реальності..... | 61 |

| | |
|---|-----------|
| 3.3. Аналіз отриманих даних, висновки про стан пацієнтів | 64 |
| 3.4. Другий цикл дослідження з анкетуванням добровольців, реальними стоматологічними маніпуляціями стоматологом та застосуванням окулярів віртуальної реальності..... | 65 |
| 3.5. Аналіз отриманих даних, висновки про стан пацієнтів | 67 |
| 3.6. Порівняння отриманих даних з двох експериментів..... | 68 |
| 3.7. Висновки про ефективність використання технологій віртуальної реальності для зменшення больового порогу при стоматологічних операціях. | 70 |
| 4. РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ «ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ПРОЦЕСІ СТОМАТОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕДУР»..... | 71 |
| 4.1 Опис ідеї проекту | 71 |
| 4.2 Технологічний аудит ідеї проекту | 73 |
| 4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту | 74 |
| 4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту..... | 82 |
| 4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту | 85 |
| 4.6 Висновки до розділу | 88 |
| ВИСНОВКИ..... | 90 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ: | 92 |

ВСТУП

Актуальність: на даний момент, технології віртуальної реальності невпинно розвиваються, з кожним місяцем з'являються нові моделі окулярів віртуальної реальності, нові додатки та нові способи їх використання. Один з таких сценаріїв як раз використання окулярів віртуальної реальності в стоматології. Як показують дослідження близько 70% людей мають проблеми з процесом відвідування стоматолога, це може бути боязнь болю, боязнь уколів, або унеможливлення використання анестезії, робить кожний прийом у стоматолога нестерпною мукою. Здається у кожного хто згадає або почує звуки бормашини виникнуть неприємні спогади. Існуючі методи для знімання синдрому дентофобії не дозволяють отримати результат одразу, а розуміють під собою дуже тонку та клопітливу роботу стоматолога з пацієнтом, при якій пацієнт повинен почати повністю довіряти стоматологу, щоб допустити його до своїх зубів. Методи використання окулярів віртуальної реальності у стоматології багато людей ставлять під сумніви. В даній роботі розробимо свою методику використання окулярів віртуальної реальності для зменшення рівня дискомфорту та больового синдрому, та перевіримо її дієвість.

Об'єкт дослідження: стан людини під час проведення стоматологічних маніпуляцій з використанням технологій віртуальної реальності.

Предмет дослідження: стоматологічні процедури з застосуванням окулярів віртуальної реальності.

Мета роботи: провести дослідження больового порогу для того щоб довести ефективність використання технологій віртуальної реальності у стоматології. Для вирішення поставленої мети, необхідно вирішити наступні задачі:

- Провести аналітичний огляд приладів і систем контролю показників людини;
- Дослідити існуючі способи відволікання уваги від стоматологічних процедур з використанням віртуальної реальності;
- Визначити чинники що впливають на людину під час стоматологічного

прийому;

- Розробити методику проведення стоматологічної процедури з застосуванням окулярів віртуальної реальності;
- Провести експериментальні дослідження;
- Зробити висновки про ефективність використання віртуальної реальності у стоматології для контролю рівня больового порогу.

Наукова новизна: створена методика проведення стоматологічних маніпуляцій з застосуванням окулярів віртуальної реальності. Створена інформаційно-вимірювальна система для контролю показників серцевих скорочень, артеріального тиску та температури тіла, під час проведення стоматологічних маніпуляцій.

Практична цінність: якщо буде доведена ефективність застосування окулярів віртуальної реальності у стоматології, то у подальшому цю технологію можна розвинути для використання не тільки в стоматології а і в інших медичних процедурах, де людина відчуває дискомфорт, та больові відчуття.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЗАСТОСУНКІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДУ

Створення інформаційно-вимірювальної системи для контролю стану людини необхідно для даної роботи у рамках дослідження ефективності застосування окулярів віртуальної реальності при відвідуванні стоматологічного кабінету для зменшення дискомфорту від дентофобії та больових відчуттів від проведення стоматологічних процедур. У данному розділі розглянемо системи контролю за станом людини під час медичних процедур, визначимо які з окулярів віртуальної реальності доцільніше використовувати. Не менш важливим є визначення факторів, що впливають на стан людини під час відвідування стоматологічного кабінету. Визначивши фактори впливу, ми маємо можливість розробити персональний підхід до пацієнта, за допомогою симуляції в окулярах віртуальної реальності.

1.1. Аналітичний огляд приладів і систем контролю стану людини.

Перш за все, для виконання аналітичного огляду приладів і систем контролю стану людини нам необхідно визначити основні показники організму які покажуть рівень болю та страху.

Біль — виникає внаслідок сильних подразнень нервової системи. Больові подразнення сприймаються периферійними нервовими рецепторами і передаються по нервових провідниках до головного мозку. Біль являє собою захисну реакцію організму на агресивне навколишнє середовище, однак від тривалого та інтенсивного болю сильні подразнення периферійних рецепторів, які сприймають біль, супроводжуються невинним надходженням больових імпульсів до відповідних центрів головного мозку. Внаслідок цього настає розлад їхньої діяльності, що позначається на роботі багатьох систем організму та сприяє розвитку алгофобії — страх болю.[1]

На данному етапі розвитку технічного прогресса рівень болю визначається тільки декількома методами. Перший це доволі класичний, коли лікар повинен опиратися аналізуючі суб'єктивні оцінки пацієнта: “дуже болить”, “не дуже

болить”. Такий метод не є ефективним та не може бути точним, але у кожної людини свій больовий поріг і сприймання болю йде по різному. Больові відчуття як і будь-які інші можна виміряти за допомогою томографа. Нейробіологи з Оксфорда обговорюють ще одну зону мозку, яка могла б стати добрим болевимірювачем, – верхню тім'яну частину острівцевої частки кори. У дослідженні Айрін Трейсі та її колег брали участь 17 добровольців, яким на шкіру ноги наносили крем з речовиною капсаїцином, що міститься в пекучому перці. Капсаїцин спричинював печіння на шкіру ноги, одночасно дослідники спостерігали за активністю мозку. Коли біль вщухав, до цього місця на шкірі прикладали ємність з гарячою водою, щоб «оновити» відчуття. Потім, через кілька хвилин, гарячу воду замінювали на холодну, щоб заспокоїти біль. У цілому все дослідження тривало кілька годин. При скануванні мозку використовували метод, що дозволяє оцінити його активність протягом досить тривалого часу, – так можна було порівняти зміни больових відчуттів і зіставити їх з тим, як їх описували учасники дослідження.[2]

Оскільки системи для контролю больових вражень не існують, а окрім контролю рівня болю нас цікавить рівень стресу пацієнта, доцільним буде використання засобів для виміру пульсу, артеріального тиску, температури тіла, анкетування та візуальне спостереження лікарем з подальшою оцінкою. Буде розроблена таблиця даних, в якій прорахуємо комплексну оцінку стану людини, для порівняння з контрольними результатами.

Вимірювання пульсу необхідно, оскільки під час стресу, страху та больових вражень, пульс збільшується. В медичній практиці використовують пульсоксиметри, окрім контролю пульсу в режимі реального часу, вони забезпечують контроль рівня кисню у крові, ще не є для нас важливим показником, але це самий точний тип приладів. Розглянемо декілька варіантів, пульсоксиметрів. Пульсоксиметр MD300C1 (рис. 1.1) — один з найрозповсюджених варіантів пульсоксиметрів, широко використовуються у медичних закладах та домашньому використанні, кріпиться на палець[3]. Технічні характеристики наведені у таблиці 1.2



Рис. 1.1 Пульсоксиметр MD300C1

Таблиця 1.1. Технічні характеристики Пульсоксиметра MD300C1

| | |
|---------------------------------------|---|
| Діапазон вимірювання SpO ₂ | 35-100% |
| Діапазон вимірювання ЧСС | 30-254 удари / хв |
| Відображення пульсацій | столбикова діаграма |
| Індикація розряду батареї | - |
| Електроживлення | 2 алкалінові батареї AAA 1,5 В |
| Крок вимірювання | 1% для SpO ₂ і 1 удар / хв для ЧСС |
| Точність вимірювання SpO ₂ | 80-99%, ± 2%, 70-80%, ± 3%, ≤70% |
| Точність вимірювання ЧСС | 30-235 удари / хв, ± 2% або 2 удари / хв |
| Роздрібна ціна | 695 грн |
| Можливість підключення до ПК | - |

| | |
|-------------|---|
| Особливість | - |
|-------------|---|

Пульсоксиметр БІОМЕД" ВР-10М (рис. 1.2) призначений для неінвазивного вимірювання ступеня насичення киснем гемоглобіну артеріальної крові і частоти пульсу дорослих пацієнтів і дітей в закладах охорони здоров'я[4]. Технічні характеристики наведені у таблиці 1.2



Рис. 1.2. Пульсоксиметр MD300K2

Таблиця 1.2. Пульсоксиметр БІОМЕД" ВР-10М

| | |
|---------------------------|--------------------------------|
| Діапазон вимірювання SpO2 | 70-100% |
| Діапазон вимірювання ЧСС | 30-254 удари / хв |
| Відображення пульсацій | 1.3 ", OLED |
| Індикація розряду батареї | + |
| Електроживлення | 2 алкалінові батареї AAA 1,5 В |

| | |
|------------------------------|---|
| Крок вимірювання | 1% для SpO2 і 1 удар / хв для ЧСС |
| Точність вимірювання SpO2 | 80-99%, $\pm 2\%$, 70-80%, $\pm 3\%$, $\leq 70\%$ |
| Точність вимірювання ЧСС | 30-235 удари / хв, $\pm 2\%$ або 2 удари / хв |
| Роздрібна ціна | 944 грн |
| Можливість підключення до ПК | - |
| Особливість | Ручне встановлення допустимих границь, система сповіщення |

Кишеньковий пульсоксиметр MD300K2 (рис. 1) призначений для безперервного контролю, вибіркової перевірки насичення кисню, визначення частоти пульсу дорослої людини, підлітка, дитини або немовляти в медичних установах [5]. Технічні характеристики наведені у таблиці 1.3



Рис. 1.3. Пульсоксиметр MD300K2

Таблиця 1.3. Пульсоксиметр MD300K2

| | |
|---------------------------------------|---|
| Діапазон вимірювання SpO ₂ | 70-100% |
| Діапазон вимірювання ЧСС | 30-250 удари / хв |
| Відображення пульсацій | Екран 2.4 ", OLED, волновадіаграмма |
| Індикація розряду батареї | + |
| Електроживлення | 3 алкалінові батареї AAA 1,5 В |
| Крок вимірювання | 1% для SpO ₂ і 1 удар / хв для ЧСС |
| Точність вимірювання SpO ₂ | 80-99%, ± 2%, 70-80%, ± 3%, ≤70% |
| Точність вимірювання ЧСС | 30-235 удари / хв, ± 2% або 2 удари / хв |
| Роздрібна ціна | 7200 грн |
| Можливість підключення до ПК | - |
| Особливість | Обновлення показників кожні 4 секунди, зберігання значень |

Пульсоксиметр CMS 50B (рис. 1.4) - Доступний пульсоксиметр для контролю пульсу і ступеня насичення киснем крові в амбулаторних умовах. Ідеальне рішення для контролю за пацієнтом вдома і в лікувальному закладі, в умовах екстреної медицини, для самоконтролю стану здоров'я і контролю ефективності та безпеки спортивних тренувань [6]. Технічні характеристики наведені у таблиці 1.4



Рис. 1.4. Пульсоксиметр CMS 50B

Таблиця 1.4. Пульсоксиметр CMS 50B

| | |
|---------------------------------------|---|
| Діапазон вимірювання SpO ₂ | 70-100% |
| Діапазон вимірювання ЧСС | 30-250 удари / хв |
| Відображення пульсацій | Монохромний Екран 1.1 "LED |
| Індикація розряду батареї | + |
| Електроживлення | 2 алкалінові батареї AAA 1,5 В |
| Крок вимірювання | 1% для SpO ₂ і 1 удар / хв для ЧСС |
| Точність вимірювання SpO ₂ | 80-99%, ± 2%, 70-80%, ± 3%, ≤70% |
| Точність вимірювання ЧСС | 30-235 удари / хв, ± 2% або 2 удари / хв |
| Роздрібна ціна | 672 грн |
| Можливість підключення до ПК | - |
| Особливість | - |

Для вибору оптимального пульсоксиметра, проведемо порівняльний

аналіз технічних характеристик наведених у таблицях вище, порівняння можна спостерігати в таблиці 1.5

Таблиця 1.5 Порівняння технічних характеристик пульсоксиметрів

| | MD300C1 | БІОМЕД" ВР-10М | MD300K2 | CMS 50B |
|---------------------------------------|---|---|---|---|
| Діапазон вимірювання SpO ₂ | 35-100% | 70-100% | 70-100% | 70-100% |
| Діапазон вимірювання ЧСС | 30-254 удари / хв | 30-254 удари / хв | 30-250 удари / хв | 30-250 удари / хв |
| Відображення пульсацій | столбиковая діаграма | 1.3 ", OLED | Екран 2.4 ", OLED, волновадіагра мма | Монохромний Екран 1.1 "LED |
| Індикація розряду батареї | - | + | + | + |
| Електроживлення дві алкалінові | 2 алкалінові батареї AAA 1,5 В | 2 алкалінові батареї AAA 1,5 В | 3 алкалінові батареї AAA 1,5 В | 2 алкалінові батареї AAA 1,5 В |
| Крок вимірювання | 1% для SpO ₂ і 1 удар / хв для ЧСС | 1% для SpO ₂ і 1 удар / хв для ЧСС | 1% для SpO ₂ і 1 удар / хв для ЧСС | 1% для SpO ₂ і 1 удар / хв для ЧСС |
| Точність вимірювання SpO ₂ | 80-99%, ± 2%, 70-80%, ± 3%, ≤70% | 80-99%, ± 2%, 70-80%, ± 3%, ≤70% | 80-99%, ± 2%, 70-80%, ± 3%, ≤70% | 80-99%, ± 2%, 70-80%, ± 3%, ≤70% |
| Точність | 30-235 удари | 30-235 удари / | 30-235 удари / | 30-235 |

| | | | | |
|---------------------------------|--|--|--|---|
| вимірювання ЧСС | / хв, $\pm 2\%$ або 2 удари / хв | хв, $\pm 2\%$ або 2 удари / хв | хв, $\pm 2\%$ або 2 удари / хв | удари / хв, \pm 2% або 2 удари / хв |
| Роздрібна ціна | 695 грн | 944 грн | 7200 грн | 672 грн |
| Можливість підключення до ПК | - | - | + | - |
| Особливість | - | Ручне встановлення допустимих границь, система сповіщення | Обновлення показників кожні 4 секунди, зберігання значень | - |

З огляду на порівняння технічних характеристик, у всіх приладів практично однакові технічні характеристики — діапазони моніторингу похибки вимірювання. Рациональне буде використання пульсоксиметра MD300K2, його перевагою є можливість оновлення показників кожні 4 секунди та можливість легкого експорту в електронний формат.

Як відомо, у людини під час стресу артеріальний тиск підвищується, тому його контроль є важливим параметром контролю. Розглянемо декілька варіантів медичних монетрів, які найбільше зустрічаються у медичній практиці.

Тонометр автоматичний OMRON M7 Intelli IT (рис. 1.6), виробництва Японії - апарат для визначення аритмії і вимірювання артеріального тиску. Поверхня манжети повністю покрита датчиками тиску, що забезпечує точність результатів, так як вимір проводиться по всьому обхвату плеча, «сліпі зони» відсутні. Intellisense - технологія інтелектуального керування забезпечує подвійний вимір - в момент нагнітання і момент відведення повітря. Це забезпечує абсолютну точність, незалежно від наявності або відсутності аритмії. Прилад видає усереднені показники 3-х вимірів за останні 10 хвилин.

Пам'ять тонометра зберігає дані про 100 останніх вимірах, вона розділена на 2 осередки (по числу користувачів). Можливість фіксування часу і дати дозволяє порівняти результати при проведенні ряду вимірювань. Додаток OMRON CONNECT дозволяє підключити прилад до мобільного пристрою, куди перекидати і зберігати результати вимірювань. Цю програму можна завантажити для Android і iOS [7]. Подробні технічні характеристики наведені у твблиці 1.6



Рис. 1.5. Тонometr автоматичний OMRON M7 Intelli IT

Таблиця 1.6. Технічні характеристики OMRON M7 Intelli IT

| | |
|--------------------|-----------------------|
| Тип | автоматичний на плече |
| Пам'ять вимірювань | До 100 |

| | |
|--|---|
| Живлення | 4 батарейки ААА або адаптер |
| Діапазон вимірювання тиску, мм ртст | 0-299 |
| Точність вимірювання тиску | ± 2 |
| Діапазон вимірювання пульсу, ударів в хв | 40-180 |
| Точність вимірювання пульсу | ± 2 |
| Роздрібна ціна, грн | 3315 |
| Додаткові функції | Дата і час, Індивідуальне нагнітання повітря в манжету, Усереднення результатів АТ, Пам'ять для 2-х користувачів, Індикатор руху при вимірюванні, Підключення до ПК, Датчик правильної фіксації манжети |

Малогабаритний автоматичний тонометр ВР-1303 ТМ Longevita (рис. 1.6) зручний і практичний при вимірюванні артеріального тиску. Прилад оснащений додатковими функціями - визначення пульсу, показники дати і часу, збереження в пам'яті останніх даних вимірювання. Відмінні риси тонометра автоматичного ВР-1303 ТМ Longevita - універсальна манжета розміром (22-40 см). Програма зберігає свідчення останніх 120 вимірювань. Тонometri марки Longevita відносяться до високоточної апаратури, похибка вимірювання артеріального тиску становить не більше 3 мм рт / ст. [8]. Подробні технічні характеристики наведені у таблиці 1.7



Рис. 1.6. Тонometr BP-1303 ТМ Longevita

Таблиця 1.7 Технічні характеристики BP-1303 ТМ Longevita

| | |
|--|-----------------------------|
| Тип | автоматичний на плече |
| Пам'ять вимірювань | До 120 |
| Живлення | 4 батарейки ААА або адаптер |
| Діапазон вимірювання тиску, мм ртст | 0-300 |
| Точність вимірювання тиску | ± 3 |
| Діапазон вимірювання пульсу, ударів в хв | 30-180 |

| | |
|-----------------------------|--|
| Точність вимірювання пульсу | ± 2 |
| Роздрібна ціна, грн | 682 |
| Додаткові функції | Дата і час, Пам'ять, Індикатор заряду , автовідключення |

OMRON RS6 (рис. 1.7) являє собою прилад для автоматичного вимірювання артеріального тиску з манжетою на зап'ясті. Робота приладу побудована на осцилометричній методі. Тонometr OMRON RS6 має функцію «індикація аритмії». Технологія інтелектуального вимірювання Intellisense забезпечує точний результат навіть при порушеннях ритму серця. Датчик правильного положення зап'ястя дозволить виключити найпоширенішу помилку при використанні тонометрів на зап'ясті, а саме невідповідність розташованого приладу рівню серця. Індикатор правильної фіксації манжети виключає неправильне накладення манжети на зап'ястя. Функція усереднення 3-х вимірів за 10 хвилин дозволить спростити прорахунок середнього виміру. Пам'ять на 60 вимірювань з реєстрацією часу і дати [9]. Подробні технічні характеристики наведені у таблиці 1.8



Рис. 1.7. Тонometr OMRON RS6

Таблиця 1.8. Технічні характеристики OMRON RS6

| | |
|--|--------------------------|
| Тип | автоматичний на зап'ястя |
| Пам'ять вимірювань | До 60 |
| Живлення | 2 батарейки ААА |
| Діапазон вимірювання тиску, мм ртст | 0-299 |
| Точність вимірювання тиску | ± 3 |
| Діапазон вимірювання пульсу, ударів в хв | 40-180 |
| Точність вимірювання пульсу | ± 2 |
| Роздрібна ціна, грн | 2697 |

| | |
|-------------------|---|
| Додаткові функції | Визначення аритмії, Індивідуальне нагнітання повітря в манжету, Усереднення результатів АТ, Пам'ять, Індикатор руху при вимірюванні, Індикатор заряду батарей, Датчик правильної фіксації манжети |
|-------------------|---|

Тонometr на зап'ястя «GammaActivenew» - портативний прилад, який з високою точністю за лічені секунди визначає рівень артеріального тиску, пульс і вчасно повідомляє про порушення в роботі серця. Прилад виготовлений за технологією швидкого і комфортного вимірювання артеріального тиску і пульсу. Особливістю даної моделі є мала вага, компактність і простота у використанні.

Прилад має унікальну функцію - автоматичне визначення рівня нагнітання зап'ястної манжети повітрям. Відсутність «людського фактора» робить роботу приладу максимально точною. Для вимірювання тиску досить зафіксувати манжету на зап'ясті і натиснути одну кнопку. Інноваційна технологія визначення порушень серцевого ритму. При нерегулярному серцебитті і небезпеки аритмії прилад повідомляє оповіщенням на екрані [10].
 Подробні технічні характеристики наведені у таблиці 1.9



Рис. 1.8. Тонометр Gamma Active new

Таблиця 1.9. Технічні характеристики GammaActivenew

| | |
|--|--------------------------|
| Тип | автоматичний на зап'ястя |
| Пам'ять вимірювань | До 30 |
| Живлення | 2 батарейки ААА |
| Діапазон вимірювання тиску, мм ртст | 0-280 |
| Точність вимірювання тиску | ± 4 |
| Діапазон вимірювання пульсу, ударів в хв | 40-199 |

| | |
|-----------------------------|---|
| Точність вимірювання пульсу | ± 2 |
| Роздрібна ціна, грн | 736 |
| Додаткові функції | Визначення аритмії, Дата і час, Індивідуальне нагнітання повітря в манжету, Пам'ять |

Для того щоб порівняти технічні характеристики тонометрів, та обрати оптимальний, зведемо наведені вище технічні характеристики та особливості в таблицю 1.10

Таблиця 1.10. Порівняння тонометрів

| | OMRON M7 Intelli IT | BP-1303 TM Longevita | OMRON RS6 | GammaActive new |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Тип | на плече | на плече | на зап'ястя | на зап'ястя |
| Пам'ять вимірювань | До 100 | До 120 | До 60 | До 30 |
| Живлення | 4 батарейки AAA | 4 батарейки AAA | 2 батарейки AAA | 2 батарейки AAA |
| Діапазон вимірювання тиску | 0-299 мм ртст | 0-300 мм ртст | 0-299 мм ртст | 0-280 мм ртст |
| Точність вимірювання тиску | ± 2 | ± 3 | ± 3 | ± 4 |
| Діапазон вимірювання пульсу | 40-180 ударів в хв | 30-180 ударів в хв | 40-180 ударів в хв | 40-199 ударів в хв |
| Точність | ± 2 ударів в хв | ± 2 ударів в хв | ± 2 ударів в | ± 2 ударів в хв |

| | | | | |
|------------------------|--|--|---|---|
| вимірювання пульсу | | | хв | |
| Роздрібна ціна, грн | 3315 | 682 | 2697 | 736 |
| Додаткові функції | Індивідуальне нагнітання повітря в манжету, Усереднення результатів АТ, Пам'ять для 2-х користувачів, Індикатор руху при вимірюванні, Підключення до ПК, Датчик правильної фіксації манжети | Пам'ять, Індикатор заряду , автовідключен ня | Визначення аритмії, Індивідуаль не нагнітання повітря в манжету, Усередненн я результатів АТ, Пам'ять, Індикатор руху при вимірюванні, Індикатор заряду батареї, Датчик правильної фіксації манжети | Визначення аритмії, Індивідуальне нагнітання повітря в манжету, Пам'ять |

Як ми бачимо в таблиці, за характеристиками, функціоналом та похибками, тонометри майже нічим не відрізняються. Оскільки ми плануємо дослід з певною кількістю людей, нам важливий функціонал тонометра який

допоможе зменшити вірогідність похибки при неправильному закріпленні приладу на тілі. OMRON RS6 — тонометр який має декілька допоміжних датчиків положення та руху при вимірюванні, та сигналізує про неточний вимір. Пам'ять на 60 вимірів дозволить експортувати всі значення від різних пацієнтіводночасно, за допомогою смартфона, не прибігаючи до стандартних методів. А кріплення на зап'ястя не буде заважати проведенню стоматологічних процедур.

Останнім приладом який буде використаний у системі по контролю стану пацієнта буде термометр. Оскільки відомо, що при стресі у людини температура тіла збільшується, але стрес який буде відчувати людина буде короткотривалим, необхідний термометр з максимальною точністю та мінімальним кроком вимірювання. Розглянемо декілька варіантів медичних термометрів.

Термометр OMRON GentleTemp 720 (рис. 1.9) - це над швидкий, точний інфрачервоний термометр. Використовує високоточну технологію і включає в себе вимірювання температури протягом 1 секунди, вибір шкали вимірювання за Цельсієм / за Фаренгейтом і визначення температури в кімнаті перед вимиканням. Термометр сприймає інфрачервоне випромінювання від шкіри в точці вимірювання і підраховує значення еквівалента орального вимірювання, використовуючи унікальний алгоритм на основі даних про фактичну температуру тіла [11]. Технічні характеристики наведені у таблиці 1.11



Рис. 1.9. Термометр OMRON Gentle Temp 720

Таблиця 1.11. Технічні характеристики OMRON GentleTemp 720

| | |
|-------------------------|---------------------------|
| Спосіб вимірювання | Інфочервоний |
| Діапазон вимірювання, С | 34.0° - 42.2° |
| Точність вимірювання, С | ± 0.13° |
| Пам`ять | 25 вимірів |
| Швидкість вимірювання | 1 секунда кожні 15 секунд |
| Зона вимірювання | Лоб |
| Живлення | 2 АА батарейки |
| Роздрібна вартість, грн | 1468 |
| Система індикації | 1” монохромний дисплей |

Безконтактний медичний інфрачервоний термометр MEDISANA FTN(рис. 1.10), дозволяє проводити швидке, точне і безконтактне вимірювання температури тіла на лобі на відстані 5 см. Швидкість виміру - одна - 2 секунди. Даний термометр використовують для масового виміру температури в лікарнях, школах і колективах завдяки абсолютній гігієнічності безконтактного методу вимірювання. Зміна фонового кольору дисплея з зеленого на яскраво червоний і поява звукового сигналу при виявленні високої температури. Пам'ять на останні 30 вимірів часу [12]. Технічні характеристики наведені у таблиці 1.12



Рис. 1.10. Термометр MEDISANA FTN

Таблиця 1.12 Технічні характеристики MEDISANA FTN

| | |
|-------------------------|---------------|
| Спосіб вимірювання | Інфрачервоний |
| Діапазон вимірювання, С | 34.0° - 42.2° |

| | |
|-------------------------|--|
| Точність вимірювання, С | $\pm 0.11^{\circ} - 0.3^{\circ}$ |
| Пам`ять | 30 вимірів |
| Швидкість вимірювання | 1 секунда кожні 10 секунд |
| Зона вимірювання | Лоб |
| Живлення | 2 ААА батрейки |
| Роздрібна вартість, грн | 1740 |
| Система індикації | 2.3” монохромний дисплей, з підсвіткою |

Термометр LONGEVITA MT- 4320 (рис. 1.11) - універсальний пристрій з гнучким наконечником. Підходить для визначення температури аксілярної, оральної, ректальної способами. Корпус термометра виготовлений з високоякісного пластику, гнучкий наконечник - з гуми. Пристрій водостійкий, передбачає можливе намочання. Діапазон вимірювання – $32^{\circ} \text{C} - 42,9^{\circ} \text{C}$. Ви можете бути впевненими в точності показників, оскільки похибка результату становить всього $0, 1^{\circ} \text{C}$. Прилад оснащений функцією збереження останнього результату, що дозволяє порівняти цифри і визначитися з лікуванням.

Термометр LONGEVITA MT- 4320 ефективно застосовувати в домашніх умовах, медичних лікувальних установах, профілактичних і реабілітаційних закладах. Мінімальний час вимірювання в 30 секунд [13]. Подробні технічні характеристики наведені у таблиці 1.13



Рис. 1.11. Термометр LONGEVITA MT- 4320

Таблиця 1.12. Технічні характеристики LONGEVITA MT- 4320

| | |
|-------------------------|--|
| Спосіб вимірювання | Акслярний, ректальний, Оральний |
| Діапазон вимірювання, С | 34.0° - 42.9° |
| Точність вимірювання, С | ± 0.1° |
| Пам`ять | 1 вимір |
| Швидкість вимірювання | 30 секунд |
| Зона вимірювання | Пахви, анальний отвір, підязикова зона |
| Живлення | 1 елемент живлення DC06 (типа LR41) |
| Роздрібна вартість, грн | 125 |
| Система індикації | монохромний дисплей |

Якщо звести технічні характеристики вищеперерахованих термометрів,

отримаємо таблицю 1.13, з наступними результатами.

Таблиця 1.13. Порівняння різних видів термометрів

| | OMRON GentleTemp 720 | MEDISANA FTN | LONGEVITA MT- 4320 |
|----------------------------|------------------------------|--|--|
| Спосіб вимірювання | Інфочервоний | Інфочервоний | Аксілярний, ректальний, Оральний |
| Діапазон вимірювання, С | 34.0° - 42.2° | 34.0° - 42.2° | 34.0° - 42.9° |
| Точність вимірювання, С | ± 0.13° | ± 0.11° - 0.3° | ± 0.1° |
| Пам`ять | 25 вимірів | 30 вимірів | 1 вимір |
| Швидкість вимірювання | 1 секунда кожні 15 секунд | 1 секунда кожні 5 секунд | 30 секунд |
| Зона вимірювання | Лоб | Лоб | Пахви, анальний отвір, підязикова зона |
| Живлення | 2 АА батрейки | 2 ААА батрейки | 1 елемент живлення DC06 (типа LR41) |
| Роздрібна вартість, грн | 1468 | 1740 | 125 |
| Система індекації | 1” монохромний дисплей | 2.3” монохромний дисплей, з підсвіткою | монохромний дисплей |

При порівнянні одразу відпадає термометр типу LONGEVITA MT- 4320, оскільки нам важлива швидкість вимірювань, також не слід забувати про

гігієнічні норми при проведенні дослідження, тому орієнтуємось на інфочервоні термометри. MEDISANA FTN в плані наукового використання фаворит, оскільки точність вимірів доволі висока, зберігання 30 результатів вимірів дозволить відслідкувати зміну температури тіла більш розгорнуто.

Визначившись з набором приладів можна переходити до наступного етапу.

1.2. Способи відволікання уваги від стоматологічних процедур, за допомогою віртуальної реальності.

У стоматологічній практиці існує дуже велика проблема — дентофобія. Найчастіше вона викликана тим, що людина патологічно боїться болю, відчуває дискомфорт, отримує стрес. Ціль проекту — довести що використання технології віртуальної реальності дозволяє зменшити негативний вплив на пацієнта, зменшивши негативні відчуття.

Основний елемент та ефект від віртуальної реальності полягає в тому, що користувача умовно переносить у інший всесвіт з ефектом присутності, тобто можна крутити головою в різні сторони, фізично переміщуватися по кімнаті та фактично у віртуальній реальності. Але перед нами постає проблема, якщо під час стоматологічного прийому пацієнт буде у всі сторони крутити головою, лікування навряд чи можна буде вважати успішним. На даний момент нам треба дослідити способи відволікання уваги, варіанти практичного використання ми розглянемо нижче.

Існує декілька варіантів для відволікання уваги, це реальні зйомки за допомогою камер з кутом огляду 360, графічні композиції, та додатки або ігри з взаємодією з оточуючим “віртуальним” середовищем, за допомогою контролера. Розглянемо всі варіанти, переваги та недоліки кожного з них.



Рис. 1.12. Знімок екрану з додатку Bait!

Вже зараз існують тисячі різноманітних додатків для окулярів віртуальної реальності, їх використання в основному зав'язано на взаємодії з оточуючим віртуальним світом за допомогою контролерів. Розглянемо наприклад такий додаток як Bait! (рис. 1.12).

Цей додаток являє собою аркадний симулятор рибалки, що може дуже сподобатись дітям, або людям які любляють рибачити. Гарно та якісно пророблене оточення, звуковий супровід, надають непередавані відчуття присутності та захвату. Але виникає проблема, він потребує активної взаємодії від користувача, тобто повороти голови, активні дії з контролером, це не дуже підходить під наші задачі.

У технологій віртуальної реальності великий потенціал, майже кожний день, з'являються додатки які просто вражають уяву. Вже навіть є спеціально розроблені додатки для медитації та заспокоєння, де основна ціль, просто спостерігати за навколишнім оточенням або сюрреалістичними пейзажами під заспокійливу музику. Саме на таких додатках ми і будемо зосереджувати увагу. Розглянемо декілька з них.

NatureTreks VR — додаток розроблений компанією Greenergames. Самі

розробники дають такий опис: “Повністю перебудований, досвід NatureRocks VR тепер потрапляє на автономні пристрої.

Дослідити тропічні пляжі, підводні океани і навіть полетіти до зірок. Відкрити для себе 20 різних тварин. Створити погоду, контролювати ніч або формувати свій власний світ. Розробники пропонують поринути в "NatureTreks VR" і втекти у світ релаксації. Ось що вони пропонують в власному додатку:

- Відкрийте для себе 20 різних тварин, включаючи слонів, жирафів, китів, дельфінів та багато іншого
- Відкрийте систему вільного пересування
- Використовуйте "creatororbs" для створення та формування вашого власного світу
- Контролюйте погоду і час доби
- Дослідіть 9 захоплюючих кольорових тематичних середовищ
- Кожне оточення було ретельно продумане, щоб впливати на певні емоційні стани
- Активуйте аудіо-візуалізацію, щоб створити сильний емоційний вплив
- Використовуйте "медитацію Лотос", щоб допомогти контролювати своє дихання
- Вимкніть музику та випробуйте світ, наповнений заспокійливими, заспокійливими звуками природи” [14]

Тобто у цьому додатку ми знаходимось у ролі творців і самі створюємо оточення яке буде найбільш дієвим. З скриншотами додатку можна ознайомитись на рисунках 1.13-1.16



Рис. 1.13. Додаток Nature Treks VR



Рис. 1.14. Додаток Nature Treks VR



Рис. 1.15. Додаток Nature Treks VR



Рис. 1.16. Додаток Nature Treks VR

Наступним додатком на який слід звернути увагу, є GuidedMeditation VR, розробкою якого займається студія CubicleNinjas, яка спеціалізується на комплексних рішеннях для відпочинку та розслаблення. Ось що пишуть самі

розробники про свій продукт:

“Медитація зроблена простою!

Принесіть спокій, радість і спокій у вашому повсякденному житті за допомогою GuidedMeditation VR.

- Навколишнє середовище — більше 100 середовищ, кожне з яких має унікальний дизайн, для уникнення повторів кожний день.

- Час — 16+ годин медитації в Дзені, люблячи почуття материнства, депресії або сну.

- Налаштування — бажаєте медитувати на свій розсуд? Полюбляєте музику? Без музики? Налаштуйте свої медитації, щоб бути ідеальними, тільки для вас.

- Протативність — використовуйте у себе вдома, в роботі, у сім'ї, в лікарні, поки ви думаєте про відпочинок в екзотичних місцях по всьому всесвіту.

- 100% БЕЗКОШТОВНО — В програмі не має покупок. Немає оголошень. Не хвилюйся.

Турбуйтеся про те, щоб повернутися до спокійним і міцним. Знайдіть своє щасливе місце.” [15]

Щоб мати уявлення про те що пропонує додаток GuidedMeditation VR, нижче представлені скріншоти інтерфейсу(рис. 1.17-1.20)



Рис. 1.17. Додаток Guided Meditation VR



Рис. 1.18. Додаток Guided Meditation VR



Рис. 1.19. Додаток Guided Meditation VR



Рис. 1.20. Додаток Guided Meditation VR

Обидва додатки привабливі, гарно промальовані, з високим функціоналом, але використовувати будемо тільки GuidedMeditation VR. Тому що в ньому

інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, присутня калібровка лінії горизонту, крутіння головою можна уникнути, оскільки інтерфейс адаптивний и по бажанню завжди з'являється перед очима користувача. Отже, далі працюємо з цим додатком, з підготовчого етапу залишається тільки обрати окуляри віртуальної реальності які ми будемо використовувати.

1.3. Аналіз характеристик окулярів віртуальної реальності щобудуть використовуватися при проведенні досліджень.

На даний момент існує приблизно 20 різних моделей окулярів віртуальної реальності. Умовно їх можна поділити на 3 частини:

- Провідні, з такими представниками як OculusRift, HTC Vive, Microsoft MR, найбільше розповсюджені окуляри, максимальна якість зображення, максимальний спектр можливостей, необхідне підключення до персонального комп'ютера, у приміщенні повинні бути встановлені сторонні датчики;
- Портативні, представники OculusGo, LenovoMirageSolo. Функціонал уменшений у порівнянні з провідними, але залишилась ергономічність та якість дисплеїв. Всі обчислювальні потужності знаходяться вже у шоломі і не потребують додаткових підключень;
- Мобільні, представники GoogleCardboard, VRbox. Найпопулярніші і найбільш бюджетні рішення, для роботи необхідних будь-який смартфон з спеціальним програмним забезпеченням. Велика кількість додатків різного рівня якості через відсутність модерації. Слід відмітити такі проекти як SamsungGearVR та GoogleDaydream, ці корпорації розробили окуляри віртуальної реальності виключно для своїх смартфонів, оптимізували роботу, модерують програмне забезпечення.

Розглянемо самі популярні рішення від кожного типу окулярів та оберемо тип окулярів які максимально будуть задовольняти наші потреби.

Перший варіант це окуляри віртуальної реальності HTC Vive (рис. 1.21). Найпопулярніші окуляри на ринку, основною їх перевагою є велика зона відслідковування, 6 рівнів свободи – людина може переміщуватись фізично у

просторі, з передаванням її моделі у віртуальному просторі маніпулювати об'єктами за допомогою контролерів, які в свою чергу теж повністю відслідковуються у просторі. Максимальна зона відстеження становить 5x5 метрів. Спектр використання дуже великий, кількість програмних засобів становить декілька десятків тисяч. Однак потребується постій підключення до ПК, що дуже сильно зменшує портативність та збільшує вартість



Рис. 1.21. Окуляри віртуальної реальності HTC Vive

Технічні характеристики окулярів віртуальної реальності HTC Vivenаведені у таблиці 1.14

Таблиця 1.14 Характеристики HTC Vive

| | |
|-------------------------------|---|
| Роздільна здатність дисплею | 2160x2160 пікселів |
| Максимальна частота оновлення | 90 Гц |
| Кут огляду одного екрану | 110° |
| Датчики | Акселерометр, Гіроскоп, лазерний датчик приближення |
| Максимальна затримка | 20 мс |

| | |
|------------------------|---|
| Охват поля зору | 360° |
| Безпроводні інтерфейси | Bluetooth |
| Провідні інтерфейси | HDMI Type-D, USB Type-A |
| Вбудовані навушники | немає |
| Особливості | Фронтальна камера; 32 вбудованих датчика; Лінзи Френеля; Лазерний сенсор позиціонування; Відстеження руху голови користувача з точністю до 0,1 градуса; Багатофункціональний трекпад; Подвійні перемикачі; Дві станції, які відстежують положення в просторі на 360 градусів; DisplayPort |
| Ціна | 24490 грн |
| Вага | 555 г |

Наступним з оглянутих пристроїв будуть окуляри OculusGo (рис. 1.22), розробка дочірньої компанії Facebook. Ці окуляри відносяться до категорії портативних, головною перевагою їх є те що вони автономні, тобто не потребують постійного підключення до комп'ютера. Також нема необхідності встановлювати додаткові датчики для відслідковування. Останній параметр хоч і є плюсом, але накладають певні обмеження, шолом підтримує тільки 3 рівня свободи –відстежування положення голови у просторі, напрямку зору, та напрямку пульта керування, буз змоги переміщуватись у просторі.



Рис. 1.22. Окуляри віртуальної реальності OculusGo

Для більш детального розуміння, технічні характеристики окулярів віртуальної реальності OculusGo наведені у таблиці 1.15

Таблиця 1.15 Характеристики OculusGo

| | |
|-------------------------------|---|
| Роздільна здатність дисплею | 2560x1440 пікселів |
| Максимальна частота оновлення | 60 Гц |
| Кут огляду одного екрану | 100° |
| Датчики | Акселерометр, Гіроскоп, лазерний датчик приближення |
| Максимальна затримка | 10 мс |
| Охват поля зору | 360° |
| Безпроводні інтерфейси | Bluetooth, Wi-Fi |
| Провідні інтерфейси | 3,5 мм аудіовихід, Micro USB |
| Вбудовані навушники | Є |
| Особливості | Регулювання міжзіничної відстані; |

| | |
|------|--|
| | Вбудований об'ємний звук; Процесор Snapdragon 821; Оперативна пам'ять 3 Гб; Операційна система Android 7.1 |
| Ціна | 7490 грн |
| Вага | 468 г |

Останній тип окулярів віртуальної реальності який ми розглянемо є мобільні. Тут важко відокремити якусь окрему модель, оскільки всі вони максимально схожу одна з одною, мають однаковий принцип дії, та не мають суттєвих переваг перед представленими вище. Для розуміння і точного визначення розглянемо найкращого представника даної категорії – SamsungGearVR. Ці окуляри створені компанією Samsung виключно для флагманської лінії S-серії та серії Note. Підтримки сторонні смартфонів немає. Для більшого розуміння технічних специфікацій можна ознайомитись з таблицею 1.16



Рис.2. 23. Окуляри віртуальної реальності SamsungGearVR

Таблиця 1.16 Характеристики SamsungGearVR

| | |
|-----------------------------|----------------------------|
| Роздільна здатність дисплею | В залежності від смартфона |
|-----------------------------|----------------------------|

| | |
|-------------------------------|---|
| Максимальна частота оновлення | В залежності від смартфона |
| Кут огляду одного екрану | 96° |
| Датчики | Акселерометр, Гіроскоп, лазерний датчик приближення |
| Максимальна затримка | В залежності від смартфона |
| Охват поля зору | 360° |
| Безпроводні інтерфейси | В залежності від смартфона |
| Провідні інтерфейси | Micro USB |
| Вбудовані навушники | Немає |
| Особливості | Відстеження положення голови; Висока швидкість відгуку; Діапазон межзрачкові відстані: 54 - 70 мм; Інтерфейс: сенсорна панель, кнопка Back, кнопка гучності, коліщатко настройки фокусу |
| Ціна | 2300 грн + вартість смартфона |
| Вага | 318 г + смартфон |

Для того, щоб провести комплексний аналіз, та обрати найбільш зручніший для даного дослідження варіант окулярів віртуальної реальності, всі технічні параметри перенесемо в єдину таблицю 1.17, для комплексної оцінки.

Таблиця 1.17. Порівняння характеристик окулярів віртуальної реальності

| | HTC Vive | OculusGo | SamsungGearVR |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|
| Роздільна здатність дисплею | 2160x2160 пікселів | 2560x1440 пікселів | В залежності від смартфона |
| Максимальна частота оновлення | 90 Гц | 60 Гц | В залежності від смартфона |

| | | | |
|--------------------------|--|--|--|
| Кут огляду одного екрану | 110° | 100° | 96° |
| Датчики | Акселерометр, Гіроскоп, лазерний датчик приближення | Акселерометр, Гіроскоп, лазерний датчик приближення | Акселерометр, Гіроскоп, лазерний датчик приближення |
| Максимальна затримка | 20 мс | 10 мс | В залежності від смартфона |
| Охват поля зору | 360° | 360° | 360° |
| Безпроводні інтерфейси | Bluetooth | Bluetooth, Wi-Fi | В залежності від смартфона |
| Провідні інтерфейси | HDMI Type-D, USB Type-A | 3,5 мм аудіовихід, Micro USB | Micro USB |
| Вбудовані навушники | немає | Є | Немає |
| Особливості | Фронтальна камера; 32 вбудованих датчика; Лінзи Френеля; Лазерний сенсор позиціонування; Відстеження руху голови користувача з точністю до 0,1 градуса; Багатофункціональний трекпад; Подвійні | Регулювання міжзіночної відстані; Вбудований об'ємний звук; Процесор Snapdragon 821; Оперативна пам'ять 3 Гб; Операційна система Android 7.1 | Відстеження положення голови; Висока швидкість відгуку; Діапазон межзрачкові відстані: 54 - 70 мм; Інтерфейс: сенсорна панель, кнопка Back, кнопка гучності, коліщатко настройки |

| | | | |
|------|--|----------|-------------------------------|
| | перемикачі; Дві станції, які відстежують положення в просторі на 360 градусів; DisplayPort | | фокусу |
| Ціна | 24490 грн | 7490 грн | 2300 грн + вартість смартфона |
| Вага | 555 г | 468 г | 318 г + смартфон |

Як ми бачимо в таблиці, по всім параметрам як і технічним так і відповідності нашому проекту лідирує OculusGo. Для проведення циклу досліджень обираємо саме ці окуляри, оскільки вони протативні, мають велику роздільну здатність дисплею, та у порівнянні невелику вартість. Окуляри не потребують додаткових підключень до комп'ютера. Програмне забезпечення обране вище повністю сумісне з цими окулярами.

1.4. Висновки до розділу

У даному розділі ми провели аналітичний огляд та обрали все необхідне обладнання для проведення дослідів. У нас є необхідність контролювати стан людини за наступними параметрами: пульс, артеріальний тиск та температуру тіла. Ці показники допоможуть у визначенні рівню болі, страху та дискомфорту.

Контролювати рівень пульсу будемо за допомогою пульсоксиметра MD300K2, його перевагою є можливість оновлення показників кожні 4 секунди та можливість легкого експорту в електронний формат.

Для контролю артеріального тиску використаємо OMRON RS6 — тонометр який має декілька допоміжних датчиків положення та руху при вимірюванні, та сигналізує про неточній вимір. Пам'ять на 60 вимірів дозволить експортувати

всі значення від різних пацієнтів одночасно, за допомогою смартфона, не прибігаючи до стандартних методів.

MEDISANA FTN буде відповідати за вимірювання температури тіла. Цей інфрачервоний термометр в плані наукового використання фаворит, оскільки точність вимірів доволі висока, зберігання 30 результатів вимірів дозволить відслідкувати зміну температури тіла більш розгорнуто.

Демонструвати будемо GuidedMeditation VR, максимально красивий додаток, з великим функціоналом. Окуляри які будемо використовувати – OculusGo, вони поєднують у собі велику роздільну здатність, якість видачі зображення та протативність, що є дуже важливим у рамках даного експерименту.

Отже підготовчий етап завершено, можна переходити до створення послідовності дій для аналізу даних, та самого експерименту.

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ДЛЯ АНАЛІЗУ ХОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Визначити чинники, що впливають на стан людини при стоматологічних процедурах.

Візит до стоматолога, згідно з значними опитуваннями, для багатьох є колосальним стресом. Особливо це торкається тих людей, які застали пори, коли анестезія в стоматології застосовувалася ледве у виняткових випадках, приміром при видаленні зуба. Подібна проблема елементарно ускладнюється: звичайна боязнь стоматологічного втручання вміє переростати в справжню фобію.

Дентофобія або, як її ще нарікають, стоматофобія або одонтофобія - це панічний незборимий страх перед стоматологом. Як же фобію розпізнати від звичайної боязні. Одна справа непокоїтися перед походом до лікаря, і зовсім інше - впадати в паніку, хоч від думки про стоматологічне лікування.

Відтягування до останнього моменту відвідування стоматолога, не дивлячись хоч на гострий зубний біль, також може бути ознакою дентофобії. Уже в стоматологічному кріслі, пацієнт страждає подібним нездужанням, через панічний страх не в змозі контактувати з лікарем, а від кожних дій стоматолога у пацієнта підвищується тиск і частішає серцебиття. Більш того, такий пацієнт може вільно втратити свідомість.

Але боротись з дентофобією за допомогою відмов від відвідування стоматолога ні в котрому разі не можна. Якщо вчасно не побувати у лікаря, то ясна запалюються до пародонтиту, карієс перетворюється в пульпіт, а сильно зруйновані зуби залишається тільки видалити. Відсутність належного і своєчасного лікування вчиняє руйнівну дію і на здоров'я всього організму в цілому: інфекція в порожнині рота викликає розвиток ревматизму, захворювань травного тракту, бронхіальної астми запалення ендокринних залоз та інших захворювань - адже все в нашому організмі взаємопов'язане [16].

Звичайний страх бормащини завжди можна відрізнити від такої серйозної

проблеми, як дентофобія. Якщо людина йде на контакт з лікарем, то, швидше за все, вона просто боїться. В даному випадку завдання знайти до пацієнта підхід, підібрати потрібні слова, в нашому випадку на допомогу прийдуть технології віртуальної реальності. Коли людина осмислює, що боятися нема чого, вона розслаблюється і навіть може заснути на прийомі. Це відбувається лише тому, що він знайшов порозуміння з доктором, довірився йому. Пацієнт, що страждає дентофобію, неконтактний, він може втратити свідомість тільки при виді шприца, в процесі лікування він починає заважати доктору руками або ногами, різко піднімається тиск у нього з'являється задишка. У подібних ситуаціях стає очевидно, що людина дійсно не в змозі контролювати свій страх, а це вже серйозна психологічна проблема.

Дентофобію можна умовно розділити на вроджену (дуже рідко), і придбану.

У першому випадку мова йде про людей, які з дитинства бояться різних медичних процедур. Уколи, прийом ліків, обстеження та аналізи увергають їх в шоківий стан.

Уявна фобія - коли поява страху обумовлено зовнішніми причинами. Так, наприклад, у людини, яка не лікувалася раніше у стоматолога, може виникнути дентофобія після побаченого у фільмі сюжету, де хворому свердлять або видаляють зуби. На нього може також справити сильне враження розповідь одного, який з перебільшенням описує «жахи» стоматологічного відділення.

Придбана фобія - це особистий негативний досвід. Пацієнт згадує численні хворобливі маніпуляції без анестезії, швидке випадання поставленої пломби тощо. В результаті у людини з'являється стійкий страх перед стоматологічним лікуванням [17].

2.2. Методика проведення стоматологічної процедури з застосуванням окулярів віртуальної реальності та інформаційно вимірювальною системою контролю больового порогу пацієнта

На даний момент, існує всього декілька міжнародних кампаній що займаються розробками та дослідженнями в сфері використання окулярів

віртуальної реальності в стоматології або медицині у цілому. Що цікаве принципи роботи та підходи у всіх компаній абсолютно різні. Слід зазначити, що представлений далі метод, є унікальним і не базується на жодному з існуючих аналогів, надалі буд проводиться його модернізація та перевірка ефективності.

Як наведено вище, для проведення дослідів було обрано окуляри віртуальної реальності Oculus Gota додаток GuidedMeditation VR. Це оптимальний вибір для проведення дослідів, оскільки що окуляри що додаток, мають зрозумілий інтерфейс, просте керування та максимальні зручність.

Для контролю стону пацієнта ми маємо набір з термотера, пульсоксиметра та тонометра. Зміна всіх цих показників дає зрозуміти зміну стану пацієнта.

Для проведення дослідів було обрано 15 волонтерів, оглянутих стоматологом з однаковими захворюваннями – карієс, одною умовою, повинно бути ураження більше ніж одного зуба, для проведення декількох циклів досліджень. Стадії карієса у обраних волонтерів були визначені як поверхневий та середній карієс. Лікування поверхневого та середнього карієсу включає в себе препарування (видалення уражених тканин), з подальшим пломбуванням. Завершальним етапом в лікуванні карієсу є полірування пломби і відновлення правильного прикусу[18].

Сам процес експерименту поділений на 2 частини. Перша – контрольний вимір, без застосування окулярів віртуальної реальності. Будемо використовувати данні отримані в першій частині експерименту для подальшої оцінки зміни стану пацієнта.

У другій частині будемо використовувати окуляри віртуальної реальності та фіксувати параметри які будуть змінюватись під час експерименту. Окуляри будемо застосовувати під час всієї стоматологічної процедури, з можливістю повної свободи дій та вільним вибором оточення та звукового супроводу.

2.3. Визначення оптимальних значень параметрів стану людини до

проведення лікування зубів

Відібрана група волонтерів становить 15 осіб, серед них 10 чоловіків, 5 жінок, всі віком від 18 до 55 років. Серед них немає людей з яскраво вираженими ознаками дентофобії, але згідно умов експерименту у всіх є неприємні відчуття від стоматологічних маніпуляцій. Звернемося до медичної літератури, для визначення оптимальних параметрів рівня температури тіла, пульсу та артеріального тиску.

Оптимальна температура тіла для зрілого віку для чоловіків знаходиться у діапазоні 36-37,4°C, для кожного цей параметр різний, у жінок температура тіла зазвичай на 0,5°C вища[19].

Норми артеріального тиску більш чуттєві до віку та статі, оптимальні показники наведені у таблиці 2.1 [20].

Таблиця 2.1. Норми артеріального тиску

| Вік (років) | Чоловіки | Жінки |
|-------------|----------|--------|
| 20 | 123/76 | 116/72 |
| До 30 | 126/79 | 120/75 |
| 30-40 | 129/81 | 127/80 |
| 40-50 | 135/83 | 137/84 |
| 50-60 | 142/85 | 144/85 |

Норми пульсу для різного віку та статі наведені у таблиці 2.2 [21]

Таблиця 2.2. Норми артеріального тиску

| Вік (років) | Чоловіки | Жінки |
|-------------|----------|-------|
| 20 | 70 | 75 |
| До 30 | 75 | 75 |
| 30-40 | 70 | 80 |
| 40-50 | 75 | 85 |
| 50-60 | 80 | 80 |

Дослід для кожного з волонтерів розпочнеться тільки після того, як параметри стану організму будуть відповідати нормам, для чистоти проведення досліді.

Важливими параметрами які будуть впливати на фінальну оцінку результатів, є оцінка від 1 до 10 своїх відчуттів кожним з учасників експерименту. Також свою експертну оцінку стану пацієнта буде давати стоматолог, по шкалі від 1 до 10.

2.4 Визначення меж, при яких відслідковуються значні зміни

оптимальних параметрів стану людини при лікуванні зубів

Для кожної людини поняття болю параметр персональний. При контролі показників пульсу, артеріального тиску та температури будемо фіксувати та відмічати той період вимірювання показників коли пацієнт подасть умовний знак що відчуває біль, рівень болю теж винесений в окремий параметр в підведенні результатів досліджень.

Хоча біль неприємна, вона є одним з головних компонентів захисної системи організму. Це найважливіший сигнал про пошкодження тканини і розвитку патологічного процесу, постійно діючий регулятор гомеостатических реакцій, включаючи їх вищі поведінкові форми. Однак це не означає, що біль має тільки захисні властивості. При певних умовах, зігравши свою інформаційну роль, біль сама стає частиною патологічного процесу, нерідко більш небезпечного, ніж викликало її пошкодження.

Згідно з однією гіпотезою, біль не є специфічним фізичним відчуттям, і не існує спеціальних рецепторів, що сприймають тільки болюче подразнення. Поява почуття болю може викликатися роздратуванням будь-яких типів рецепторів, якщо сила роздратування досить велика[22].

Відповідно до іншої точки зору, існують спеціальні больові рецептори, які характеризуються високим порогом сприйняття. Вони збуджуються тільки стимулами ушкоджує інтенсивності. Всі больові рецептори не мають спеціалізованих закінчень. Вони присутні у вигляді вільних нервових закінчень. Існують механічні, термічні і хімічні больові рецептори. Вони розташовані в шкірі і у внутрішніх поверхнях, таких як окістя або суглобові поверхні. Глибоко розташовані внутрішні поверхні слабо пов'язані з больовими рецепторами, і тому відчуття хронічної, ниючий біль передаються, якщо тільки органічне ушкодження виникло безпосередньо в цій ділянці тіла.

Вважається, що больові рецептори не підлаштовуються під зовнішні стимули. Однак, в деяких випадках, активізація больових волокон стає надто сильною, як якщо б больові стимули продовжували відновлюватися, що

призводить до стану, який називається підвищеною больовою чутливістю (гіпералгезія). Насправді зустрічаються люди з різним порогом больової чутливості. І це може залежати від емоційних і суб'єктивних особливостей психіки людини [23].

Ноцицептивні нерви містять первинні волокна малого діаметра, що мають сенсорні закінчення в різних органах і тканинах. Їх сенсорні закінчення нагадують невеликі гіллясті кущі.

Два основні класи ноцицепторів, А δ - і С-волоконні, пропускають відповідно швидкі і повільні больові відчуття. Клас А δ -мієлінізованих волокон (покрытих тонким мієліновим покриттям) проводить сигнали зі швидкістю від 5 до 30 м / с і служить для пропускання сигналів швидкого болю. Цей тип болю відчувається за одну десяту частки секунди з моменту виникнення больового стимулу. Повільна біль, сигнали якої проходять через більш повільні, немієлінізовані («оголені») С-волокна, зі швидкістю від 0,5 до 2 м / с, - це ниючий, пульсуючий, пекучий біль. Хімічна біль (будь то отруєння через їжу, повітря, воду, накопичення в організмі залишків алкоголю, наркотиків, медичних препаратів або радіаційне зараження і т. Д.) - це приклад повільного болю. [24]

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В УМОВАХ РОБОЧОГО СТОМАТОЛОГІЧНОГО КАБІНЕТУ СВОЄЇ МЕТОДИКИ

3.1 Повірка приладів та опис калібрування вузлів вимірювальної системи

Для проведення дослідів нам необхідно довести що прилади для контролю ритму серцевих скорочень, рівня артеріального тиску та температури які ми використовуємо показують точні значення, похибка знаходиться в межах допустимої. Для перевірки будемо використовувати анестезіологічний монітор пацієнта Неасо G9L(рис.3.1). Цей монітор використовують під час проведення хірургічних операцій для контролю стану пацієнта. Основною його задачею є встановлення контролю над глибиною наркозу. Контроль рівня наркозу встановлюється не без участі високоточних та високонадійних датчиків контролю рівня пульсу, артеріального тиску та температури тіла. Точність вимірювання температури тіла становить 0,05 °С. Вимірювання частоти серцевих скорочень відбувається у діапазоні 14-380 ударів на хвилину, з точністю – 1 удар на хвилину. Точність вимірювання систолічного та діастолічного тиску становить – 1 мм. рт. ст. [25].



Рис. 3.1 Монітор пацієнта Неасо G9L

Проведемо 3 виміри показників стану людини одночасно з монітором стану пацієнта та нашими обраними для експерименту приладами. Вимірювання будемо здійснювати з різницею 10 хвилин у часі. Результати можна спостерігати у таблиці 3.1

Таблиця 3.1. Повірка обраних приладів

| | Обрані прилади | | | Heaco G9L | | |
|---|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------|-------------------|-----------------|
| | Пульс MD300K2, Ударів на хв. | Тиск OMRON RS6, мм. рт. ст. | Температура MEDISANA FTN, °C | Пульс, Уд.на хв. | Тиск, мм. рт. ст. | Температура, °C |
| 1 | 76 | 115/95 | 36,4 | 75 | 115/96 | 36,4 |
| 2 | 75 | 118/93 | 36,4 | 74 | 118/93 | 36,4 |
| 3 | 78 | 117/94 | 36,5 | 78 | 116/95 | 36,5 |

Як ми бачимо з таблиці, показники обраних для проведення експерименту медичних інструментів показують точні значення, відповідні приладу обраному для повірки вимірювання. Наявні розходження попадають у межі можливої похибки точності вимірювань та не несуть загрози правильності отримуваних результатів.

3.2. Перший цикл дослідження з анкетуванням добровольців, реальними стоматологічними маніпуляціями стоматологом, без застосування окулярів віртуальної реальності

Для проведення досліджу було відібрано 15 волонтерів різного віку, різної статі. Стоматологічна операція яка буде проведена буде для обох експериментів одна – ліквідування карієсу початкового та середнього рівня, тривалість одного періоду експерименту 15 хвилин, всі маніпуляції проводитиме один и той самий стоматолог. Вимірювання показників буде проводитись кожні 3 хвилини експерименту, для більше широкої оцінки волонтер оцінює своє самопочуття по 10-ти бальній шкалі впродовж всього експерименту. Опираючись на досвід, стоматолог аналізуючи невербальний стан пацієнта, дає свою оцінку його стану.

Оскільки поняття болю для кожної людини поняття персональне, волонтери будуть давати умовний знак, коли будуть відчувати біль. У таблиці оцінка стану буде помічена.

Результати першого дослідження відображені у таблиці 3.2

Таблиця 3.2. Результати першого дослід

| Волонтер | Вік | Стать | Норми | | Значення до дослід | | Дослід | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----|-------|------------------|-----------|--------------------|-------------------|------------------------|-----------------|-------------------|---------------|-------------|-----------------|------------------------|-------------------|---------------|-------------|-----------------|------------------------|-------------------|---------------|-------------|-----------------|------------------------|-------------------|---------------|-------------|------|---|---|----|--------|------|---|---|
| | | | | | | | 0-3 хв. | | | | 3-6 хв | | | | 6-9 хв. | | | | 9-12 хв. | | | | 12-15 хв. | | | | | | | | | | | |
| | | | Пульс, уд. на хв | Арт. Тиск | Температура, °С | Пульс, уд. на хв. | Арт. Тиск, мм. рт. ст. | Температура, °С | Пульс, уд. на хв. | Оцінка лікаря | Самопочуття | Температура, °С | Арт. Тиск, мм. рт. ст. | Пульс, уд. на хв. | Оцінка лікаря | Самопочуття | Температура, °С | Арт. Тиск, мм. рт. ст. | Пульс, уд. на хв. | Оцінка лікаря | Самопочуття | Температура, °С | Арт. Тиск, мм. рт. ст. | Пульс, уд. на хв. | Оцінка лікаря | Самопочуття | | | | | | | | |
| 1 | 18 | Ч | 70 | 123/76 | - | 71 | 122/75 | 36,5 | 10 | 71 | 123/76 | 36,6 | 9 | 10 | 76 | 124/78 | 36,6 | 8 | 9 | 95 | 128/79 | 36,8 | 4 | 6 | 85 | 128/78 | 36,8 | 6 | 7 | 87 | 127/77 | 36,8 | 7 | 9 |
| 2 | 21 | Ч | 75 | 123/76 | - | 74 | 120/70 | 36,6 | 9 | 78 | 124/72 | 36,7 | 9 | 10 | 83 | 125/72 | 36,8 | 7 | 8 | 88 | 127/73 | 36,9 | 3 | 5 | 86 | 126/72 | 36,9 | 5 | 7 | 85 | 125/71 | 36,8 | 6 | 7 |
| 3 | 25 | Ч | 75 | 123/76 | - | 77 | 124/78 | 36,7 | 10 | 79 | 127/79 | 36,7 | 9 | 10 | 87 | 130/80 | 36,8 | 7 | 9 | 97 | 131/81 | 36,9 | 4 | 6 | 92 | 131/82 | 36,9 | 7 | 8 | 89 | 128/80 | 36,8 | 7 | 8 |
| 4 | 31 | Ч | 75 | 126/79 | - | 78 | 125/79 | 36,4 | 9 | 77 | 128/80 | 36,7 | 8 | 10 | 88 | 131/80 | 36,8 | 6 | 8 | 94 | 133/81 | 36,9 | 5 | 7 | 89 | 132/82 | 36,8 | 6 | 7 | 87 | 131/79 | 36,9 | 7 | 9 |
| 5 | 55 | Ч | 80 | 142/85 | - | 79 | 140/80 | 36,7 | 10 | 79 | 145/81 | 36,7 | 8 | 10 | 94 | 147/82 | 36,8 | 8 | 9 | 112 | 150/83 | 37,0 | 3 | 5 | 102 | 152/84 | 36,8 | 7 | 9 | 99 | 151/83 | 36,9 | 6 | 8 |
| 6 | 19 | Ч | 70 | 123/76 | - | 68 | 121/75 | 36,6 | 10 | 75 | 125/76 | 36,7 | 9 | 10 | 80 | 126/77 | 36,8 | 7 | 9 | 91 | 127/78 | 36,8 | 5 | 6 | 85 | 127/79 | 36,9 | 6 | 7 | 83 | 126/78 | 36,8 | 8 | 8 |
| 7 | 23 | Ж | 75 | 116/72 | - | 73 | 116/71 | 36,7 | 10 | 74 | 125/72 | 36,8 | 10 | 10 | 81 | 128/73 | 36,9 | 7 | 8 | 98 | 130/75 | 37,2 | 3 | 5 | 94 | 131/74 | 36,9 | 5 | 8 | 89 | 130/74 | 36,9 | 8 | 9 |
| 8 | 24 | Ж | 75 | 116/72 | - | 75 | 113/69 | 36,4 | 9 | 77 | 119/70 | 36,8 | 9 | 10 | 82 | 122/71 | 36,9 | 8 | 9 | 100 | 125/72 | 37,1 | 4 | 6 | 97 | 126/73 | 36,9 | 6 | 8 | 93 | 126/72 | 36,8 | 6 | 8 |
| 9 | 25 | Ж | 75 | 116/72 | - | 77 | 119/71 | 36,4 | 9 | 79 | 123/72 | 36,6 | 9 | 9 | 86 | 127/73 | 36,8 | 6 | 8 | 95 | 129/74 | 36,9 | 5 | 5 | 93 | 129/75 | 36,8 | 5 | 7 | 8 | 128/74 | 36,8 | 7 | 7 |
| 10 | 22 | Ч | 75 | 123/76 | - | 74 | 122/75 | 36,7 | 10 | 75 | 126/77 | 36,7 | 9 | 10 | 80 | 129/78 | 36,8 | 6 | 8 | 89 | 133/79 | 36,9 | 4 | 3 | 90 | 132/80 | 36,9 | 7 | 9 | 87 | 132/79 | 36,9 | 8 | 8 |
| 11 | 18 | Ж | 70 | 116/72 | - | 67 | 115/71 | 36,6 | 9 | 72 | 129/72 | 36,6 | 10 | 10 | 82 | 132/73 | 36,8 | 7 | 9 | 98 | 135/74 | 36,9 | 3 | 5 | 96 | 136/75 | 36,8 | 6 | 8 | 93 | 136/74 | 36,9 | 8 | 9 |
| 12 | 45 | Ч | 75 | 135/83 | - | 71 | 132/81 | 36,7 | 10 | 73 | 136/82 | 36,8 | 9 | 10 | 84 | 137/83 | 36,7 | 8 | 9 | 101 | 139/84 | 36,8 | 4 | 6 | 99 | 140/85 | 36,8 | 5 | 7 | 95 | 139/84 | 36,9 | 7 | 8 |
| 13 | 20 | Ч | 70 | 123/76 | - | 72 | 120/78 | 36,4 | 9 | 75 | 122/79 | 36,6 | 10 | 9 | 86 | 125/80 | 36,8 | 6 | 7 | 103 | 126/81 | 36,9 | 5 | 7 | 97 | 125/82 | 36,9 | 6 | 8 | 93 | 124/80 | 36,9 | 6 | 7 |
| 14 | 32 | Ж | 80 | 120/76 | - | 79 | 121/78 | 36,6 | 10 | 82 | 124/79 | 36,7 | 9 | 9 | 91 | 126/80 | 36,7 | 7 | 9 | 105 | 129/81 | 36,8 | 4 | 6 | 96 | 129/80 | 36,9 | 7 | 9 | 92 | 127/79 | 36,8 | 7 | 8 |
| 15 | 21 | Ж | 75 | 116/72 | - | 75 | 115/72 | 36,4 | 10 | 77 | 120/73 | 36,6 | 10 | 10 | 86 | 122/74 | 36,8 | 8 | 8 | 99 | 130/75 | 36,8 | 3 | 6 | 97 | 131/76 | 36,9 | 5 | 7 | 94 | 129/75 | 36,9 | 8 | 9 |

3.3. Аналіз отриманих даних, висновки про стан пацієнтів

Як показують дослідження, найбільші зміни у стані пацієнтів відслідковуються під час 3-го виміру. Пов'язано це скоріш за все з тим, що як раз в цей час стоматолог застосовував бормашину, яка викликала у пацієнтів найбільший дискомфорт та больові відчуття. Аналізувати будемо данні отримані під час цього періоду вимірювань. Данні порівняння наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3. Порівняння значень до дослідження та під час

| | Значення до дослідження | | | | Дослідження | | | | |
|----|--------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------|------------------|
| | Пультс, уд. на хв. | Арт. Тиск, мм. рт. ст. | Темпера тура, °С | Самопо чуття | Пультс, уд. на хв. | Арт. Тиск, мм. рт. ст. | Темпера тура, °С | Самопо чуття | Оцінка лікаря |
| 1 | 71 | 122/75 | 36,5 | 10 | 95 | 128/79 | 36,8 | 4 | 6 |
| 2 | 74 | 120/70 | 36,6 | 9 | 88 | 127/73 | 36,9 | 3 | 5 |
| 3 | 77 | 124/78 | 36,7 | 10 | 97 | 131/81 | 36,9 | 4 | 6 |
| 4 | 78 | 125/79 | 36,4 | 9 | 94 | 133/81 | 36,9 | 5 | 7 |
| 5 | 79 | 140/80 | 36,7 | 10 | 112 | 150/83 | 37,0 | 3 | 5 |
| 6 | 68 | 121/75 | 36,6 | 10 | 91 | 127/78 | 36,8 | 5 | 6 |
| 7 | 73 | 116/71 | 36,7 | 10 | 98 | 130/75 | 37,2 | 3 | 5 |
| 8 | 75 | 113/69 | 36,4 | 9 | 100 | 125/72 | 37,1 | 4 | 6 |
| 9 | 77 | 119/71 | 36,4 | 9 | 95 | 129/74 | 36,9 | 5 | 5 |
| 10 | 74 | 122/75 | 36,7 | 10 | 89 | 133/79 | 36,9 | 4 | 3 |
| 11 | 67 | 115/71 | 36,6 | 9 | 98 | 135/74 | 36,9 | 3 | 5 |
| 12 | 71 | 132/81 | 36,7 | 10 | 101 | 139/84 | 36,8 | 4 | 6 |
| 13 | 72 | 120/78 | 36,4 | 9 | 103 | 126/81 | 36,9 | 5 | 7 |
| 14 | 79 | 121/78 | 36,6 | 10 | 105 | 129/81 | 36,8 | 4 | 6 |
| 15 | 75 | 115/72 | 36,4 | 10 | 99 | 130/75 | 36,8 | 3 | 6 |

Визначимо що значення пульсу в середньому до дослідження становив 74 удари на хвилину, під час проведення дослідження середній пульс вже складав 98 ударів на хвилину. Середні значення тиску до дослідження – 121/74 мм. рт. ст., під час дослідження – 131/83 мм. рт. ст.. Температурні значення становлять 36,5 °С до

досліді, та 36,9 °C після досліді. Значення самопочуття до досліді становить 9,6 у середньому, під час проведення досліді самопочуття 3,9 .

Як ми можемо бачити під час порівняння досліді при усереднених показниках пульс збільшився на 24 удари на хвилину, артеріальний тиск на 10 мм. рт. ст. систолічного та 9 мм. рт. ст. діастолічного. Температура зросла на 0,4 °C, показники самопочуття зменшились на 5,7 балів.

3.4. Другий цикл дослідження з анкетуванням добровольців, реальними стоматологічними маніпуляціями стоматологом та застосуванням окулярів віртуальної реальності

Для проведення другого циклу дослідження всі вхідні данні залишимо незмінними. Волонтер весь час прийому буде одягнутий в окуляри віртуальної реальності(рис. 3.1) з включеним контентом для релаксації, який обирає сам і керує симуляцією сам.

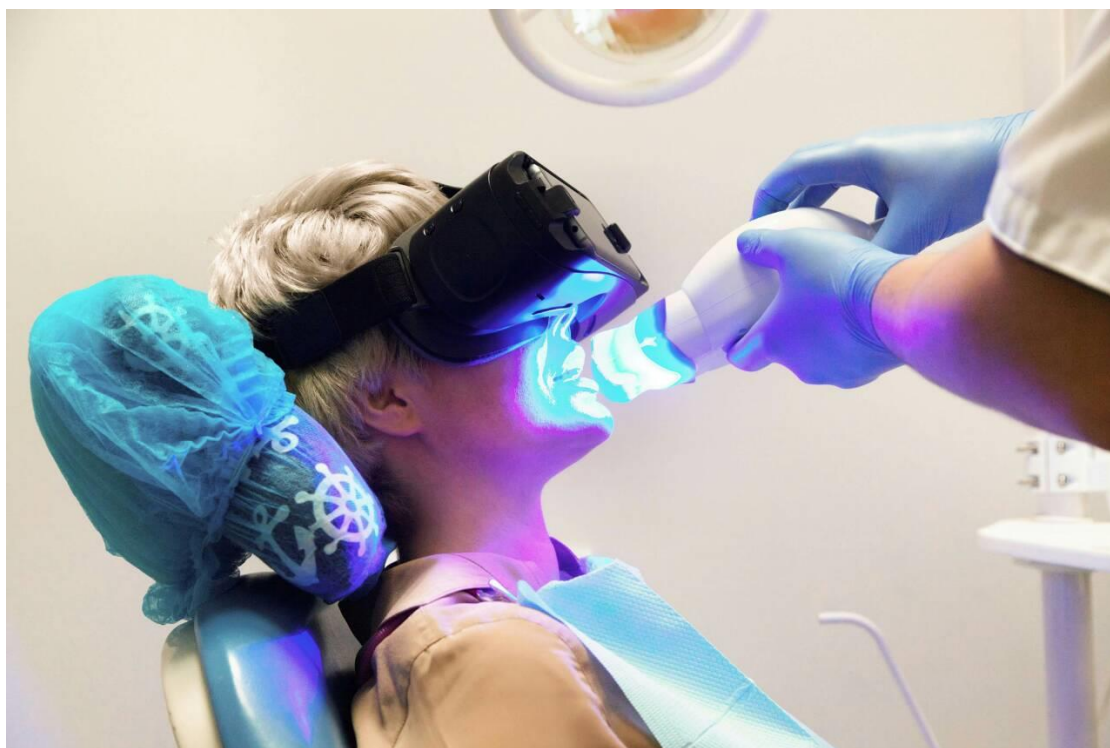


Рисунок3.1. Процес стоматологічного лікування з застосуванням VR

Показники пацієнтів з використанням окулярів віртуальної реальності наведені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4. Результати другого досліду

| Волонтер | Вік | Стать | Норми | | Значення до досліду | | Дослід | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----|-------|------------------|-----------|---------------------|-------------|-------------------|------------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------|-----------------|------------------------|-------------------|---------------|-------------|-----------------|------------------------|-------------------|---------------|-------------|-----------------|------------------------|-------------------|---------------|-------------|-----------------|------------------------|-------------------|---------------|-------------|-----------------|------------------------|
| | | | | | | | 0-3 хв. | | | | 3-6 хв. | | | | 6-9 хв. | | | | 9-12 хв. | | | | 12-15 хв. | | | | | | | | | | | |
| | | | Пульс, уд. на хв | Арт. Тиск | Температура, °С | Самопочуття | Пульс, уд. на хв. | Арт. Тиск, мм. рт. ст. | Температура, °С | Самопочуття | Оцінка лікаря | Самопочуття | Температура, °С | Арт. Тиск, мм. рт. ст. | Пульс, уд. на хв. | Оцінка лікаря | Самопочуття | Температура, °С | Арт. Тиск, мм. рт. ст. | Пульс, уд. на хв. | Оцінка лікаря | Самопочуття | Температура, °С | Арт. Тиск, мм. рт. ст. | Пульс, уд. на хв. | Оцінка лікаря | Самопочуття | Температура, °С | Арт. Тиск, мм. рт. ст. | Пульс, уд. на хв. | Оцінка лікаря | Самопочуття | Температура, °С | Арт. Тиск, мм. рт. ст. |
| 1 | 18 | Ч | 70 | 123/76 | - | 72 | 121/75 | 36,6 | 10 | 72 | 122/76 | 36,6 | 9 | 10 | 73 | 122/77 | 36,7 | 8 | 9 | 84 | 122/78 | 36,8 | 6 | 7 | 79 | 122/78 | 36,8 | 8 | 9 | 72 | 122/76 | 36,6 | 9 | 10 |
| 2 | 21 | Ч | 75 | 123/76 | - | 75 | 121/71 | 36,5 | 9 | 76 | 124/72 | 36,7 | 9 | 10 | 78 | 125/72 | 36,8 | 7 | 8 | 89 | 125/73 | 36,9 | 6 | 5 | 83 | 125/73 | 36,9 | 7 | 8 | 76 | 124/72 | 36,7 | 9 | 10 |
| 3 | 25 | Ч | 75 | 123/76 | - | 75 | 125/77 | 36,8 | 10 | 77 | 127/79 | 36,7 | 9 | 10 | 79 | 130/80 | 36,8 | 7 | 9 | 91 | 130/81 | 36,9 | 5 | 6 | 88 | 130/81 | 36,9 | 7 | 9 | 77 | 127/79 | 36,7 | 9 | 10 |
| 4 | 31 | Ч | 75 | 126/79 | - | 79 | 124/78 | 36,4 | 9 | 79 | 128/80 | 36,7 | 8 | 10 | 83 | 131/80 | 36,8 | 6 | 8 | 90 | 130/81 | 36,9 | 7 | 7 | 86 | 130/81 | 36,9 | 6 | 8 | 79 | 128/80 | 36,7 | 8 | 10 |
| 5 | 55 | Ч | 80 | 142/85 | - | 78 | 142/81 | 36,6 | 10 | 81 | 145/81 | 36,7 | 8 | 10 | 79 | 147/82 | 36,8 | 8 | 9 | 86 | 146/83 | 37,0 | 6 | 5 | 84 | 146/83 | 37,0 | 8 | 9 | 81 | 145/81 | 36,7 | 8 | 10 |
| 6 | 19 | Ч | 70 | 123/76 | - | 66 | 120/74 | 36,6 | 10 | 66 | 125/76 | 36,7 | 9 | 10 | 72 | 126/77 | 36,8 | 7 | 9 | 80 | 126/78 | 36,8 | 6 | 6 | 79 | 126/78 | 36,8 | 7 | 9 | 66 | 125/76 | 36,7 | 9 | 10 |
| 7 | 23 | Ж | 75 | 116/72 | - | 71 | 115/71 | 36,7 | 10 | 74 | 125/72 | 36,8 | 10 | 10 | 75 | 128/73 | 36,9 | 7 | 8 | 79 | 129/75 | 37,2 | 7 | 5 | 75 | 129/75 | 37,2 | 7 | 8 | 74 | 125/72 | 36,8 | 10 | 10 |
| 8 | 24 | Ж | 75 | 116/72 | - | 73 | 114/68 | 36,5 | 9 | 77 | 119/70 | 36,8 | 9 | 10 | 79 | 122/71 | 36,9 | 8 | 9 | 82 | 123/72 | 37,1 | 6 | 6 | 79 | 123/72 | 37,1 | 8 | 9 | 77 | 119/70 | 36,8 | 9 | 10 |
| 9 | 25 | Ж | 75 | 116/72 | - | 77 | 120/72 | 36,5 | 9 | 79 | 123/72 | 36,6 | 9 | 9 | 81 | 127/73 | 36,8 | 6 | 8 | 84 | 125/74 | 36,9 | 6 | 5 | 80 | 125/74 | 36,9 | 6 | 8 | 79 | 123/72 | 36,6 | 9 | 9 |
| 10 | 22 | Ч | 75 | 123/76 | - | 75 | 123/74 | 36,6 | 10 | 75 | 126/77 | 36,7 | 9 | 10 | 78 | 129/78 | 36,8 | 6 | 8 | 83 | 128/79 | 36,9 | 7 | 3 | 77 | 128/79 | 36,9 | 6 | 8 | 75 | 126/77 | 36,7 | 9 | 10 |
| 11 | 18 | Ж | 70 | 116/72 | - | 68 | 114/70 | 36,4 | 9 | 72 | 129/72 | 36,6 | 10 | 10 | 73 | 132/73 | 36,8 | 7 | 9 | 79 | 131/74 | 36,9 | 6 | 5 | 74 | 131/74 | 36,9 | 7 | 9 | 72 | 129/72 | 36,6 | 10 | 10 |
| 12 | 45 | Ч | 75 | 135/83 | - | 71 | 131/80 | 36,8 | 10 | 73 | 136/82 | 36,8 | 9 | 10 | 75 | 137/83 | 36,7 | 8 | 9 | 80 | 135/85 | 36,8 | 5 | 6 | 77 | 135/85 | 36,8 | 8 | 9 | 73 | 136/82 | 36,8 | 9 | 10 |
| 13 | 20 | Ч | 70 | 123/76 | - | 72 | 119/77 | 36,6 | 9 | 75 | 122/79 | 36,6 | 10 | 9 | 78 | 125/80 | 36,8 | 6 | 7 | 78 | 125/80 | 36,9 | 6 | 7 | 76 | 125/80 | 36,9 | 6 | 7 | 75 | 122/79 | 36,6 | 10 | 9 |
| 14 | 32 | Ж | 80 | 120/76 | - | 78 | 121/78 | 36,6 | 10 | 82 | 124/79 | 36,7 | 9 | 9 | 83 | 126/80 | 36,7 | 7 | 9 | 84 | 127/81 | 36,8 | 7 | 6 | 80 | 127/81 | 36,8 | 7 | 9 | 82 | 124/79 | 36,7 | 9 | 9 |
| 15 | 21 | Ж | 75 | 116/72 | - | 75 | 114/71 | 36,5 | 10 | 77 | 120/73 | 36,6 | 10 | 10 | 80 | 122/74 | 36,8 | 8 | 8 | 85 | 128/74 | 36,8 | 6 | 6 | 84 | 128/74 | 36,8 | 8 | 8 | 77 | 120/73 | 36,6 | 10 | 10 |

3.5. Аналіз отриманих даних, висновки про стан пацієнтів

Як показують результати другого досліду, з використанням окулярів віртуальної реальності. Поліпшення показників можна відслідковувати вже в таблиці. Періодом з найбільшими показниками залишився 3, під час використання бормащини. Порівняємо показники перед другим дослідом та 3 періодом виміру(табл. 3.5).

Таблиця 3.5. Порівняння значень до досліду та під час

| | Значення до досліду | | | | Дослід | | | | |
|----|-------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------|------------------|
| | Пульс, уд. на хв. | Арт. Тиск, мм. рт. ст. | Темпера тура, °С | Самопо чуття | Пульс, уд. на хв. | Арт. Тиск, мм. рт. ст. | Темпера тура, °С | Самопо чуття | Оцінка лікаря |
| 1 | 72 | 121/75 | 36,6 | 10 | 84 | 122/78 | 36,8 | 6 | 7 |
| 2 | 75 | 121/71 | 36,5 | 9 | 89 | 125/73 | 36,9 | 6 | 5 |
| 3 | 75 | 125/77 | 36,8 | 10 | 91 | 130/81 | 36,9 | 5 | 6 |
| 4 | 79 | 124/78 | 36,4 | 9 | 90 | 130/81 | 36,9 | 7 | 7 |
| 5 | 78 | 142/81 | 36,6 | 10 | 86 | 146/83 | 37,0 | 6 | 5 |
| 6 | 66 | 120/74 | 36,6 | 10 | 80 | 126/78 | 36,8 | 6 | 6 |
| 7 | 71 | 115/71 | 36,7 | 10 | 79 | 129/75 | 37,2 | 7 | 5 |
| 8 | 73 | 114/68 | 36,5 | 9 | 82 | 123/72 | 37,1 | 6 | 6 |
| 9 | 77 | 120/72 | 36,5 | 9 | 84 | 125/74 | 36,9 | 6 | 5 |
| 10 | 75 | 123/74 | 36,6 | 10 | 83 | 128/79 | 36,9 | 7 | 3 |
| 11 | 68 | 114/70 | 36,4 | 9 | 79 | 131/74 | 36,9 | 6 | 5 |
| 12 | 71 | 131/80 | 36,8 | 10 | 80 | 135/85 | 36,8 | 5 | 6 |
| 13 | 72 | 119/77 | 36,6 | 9 | 78 | 125/80 | 36,9 | 6 | 7 |
| 14 | 78 | 121/78 | 36,6 | 10 | 84 | 127/81 | 36,8 | 7 | 6 |
| 15 | 75 | 114/71 | 36,5 | 10 | 85 | 128/74 | 36,8 | 6 | 6 |

Обрахуємо що значення пульсу в середньому до досліду становив 73 удари на хвилину, під час проведення досліду середній пульс вже складав 84 ударів на хвилину. Середні значення тиску до досліду – 122/74 мм. рт. ст., під час досліду – 128/77 мм. рт. ст.. Температурні значення становлять 36,6 °С до досліду, та 36,8°С після досліду. Значення самопочуття до досліду становить 9,7 у середньому, під час проведення досліду самопочуття - 6,1 .

Як ми можемо бачити під час порівняння дослідів при усереднених показниках пульс збільшився на 24 удари на хвилину, артеріальний тиск на 10 мм. рт. ст. систолічного та 9 мм. рт. ст. діастолічного. Температура зросла на 0,2 °С, показники самопочуття зменшилися на 3,6 балів.

3.6. Порівняння отриманих даних з двох експериментів

Отримані під час двох дослідів, з використанням окулярів віртуальної реальності та без, результати були приведені до середніх значень по всім пацієнтам та занесені до таблиці 3.6.

Таблиця 3.6. Порівняння результатів двох дослідів

| | До дослідів | | | | Під час дослідів | | | |
|----------|-------------------|------------------------|-----------------|-------------|-------------------|------------------------|-----------------|-------------|
| | Пульс, уд. на хв. | Арт. Тиск, мм. рт. ст. | Температура, °С | Самопочуття | Пульс, уд. на хв. | Арт. Тиск, мм. рт. ст. | Температура, °С | Самопочуття |
| Дослід 1 | 74 | 121/74 | 36,5 | 9,6 | 98 | 131/83 | 36,9 | 3,9 |
| Дослід 2 | 73 | 122/74 | 36,6 | 9,7 | 84 | 128/77 | 36,8 | 6,1 |

Як ми бачимо, під час проведення другого дослідів з застосуванням окулярів віртуальної реальності показники стану людини не досягли значень першого дослідів. Якщо аналізувати кожен параметр окремо, можна констатувати:

1) Частота серцевих скорочень – зменшилась на 14 ударів на хвилину, що у порівнянні з станом спокою 24 удари на хвилину для першого дослідів, збільшення пульсу на 11 ударів на хвилину доводить що використання окулярів віртуальної реальності впливає на сприймання людиною оточуючої ситуації та допомагає зменшити вплив болю та страху під час стоматологічних операцій.

2) Рівень артеріального тиску – у порівнянні з першим дослідом, де рівень артеріального тиску збільшився під час проведення дослідів на 10 мм. рт.

ст. для систолічного тиску та 9 мм. рт. ст. для діастолічного тиску, рівень артеріального тиску під час другого досліду збільшився лише на 6 мм. рт. ст. для систолічного тиску на на 3 мм. рт. ст для діастолічного тиску. Ми бачимо поліпшення показників артеріального тиску на 4 та 6 мм. рт. ст. відповідно. Що показує зменшення негативних відчуттів.

3) Температура тіла – в першому досліді збільшилась на 0,4 °С у другому досліді збільшилась на 0,2 °С. Різниця між показниками в досліді 0,2 °С. Відслідковувати стан людини за допомогою дуже проблемного, точність вимірювати не дозволяє проводити точний аналіз, адже при таких умовах, ми маємо поліпшення показників.

4) Оцінка самопочуття – волонтери оцінили своє самопочуття в середньому на 9,6 балів з 10 для першого досліді та 9,7 балів з 10 для другого, для першого досліді ці показники зменшились на 5,7 балів до рівня 3,9 балів. Для другого досліді показник становить 6,1 балів, різниця з початковим складає 3,6 балів. В загалом покращення власного самопочуття з використанням окулярів віртуальної реальності складає 2,2 бали з 10

5) Оцінка лікаря – дуже важко точно виміряти за допомогою спостереженням за пацієнтом його стан та чим викликані зростання тиску та пульсу, стоматологічними операціями чи незручним кріслом. Але загалом спираючись на свій досвід, лікуючий стоматолог прокоментував що при застосуванні окулярів віртуальної реальності, є певні обмеження для зорового контакту з пацієнтом та незручність деяких маніпуляцій, загалом пацієнти ведуть себе стабільно, покращується настрій, швидкість зворотної реакції на зовнішні чинники, але при цьому чутливість до больових відчуттів зменшується у порівнянні з досліді де окуляри віртуальної реальності не використовувались.

3.7. Висновки про ефективність використання технологій віртуальної реальності для зменшення больового порогу при стоматологічних операціях.

Як показали 2 дослідження, з застосуванням окулярів віртуальної реальності та без, показники пульсу, артеріального тиску, та температура тіла збільшились. В експерименті в якому окуляри віртуальної реальності не використовувались, показники ритму серцевих скорочень під час стоматологічної процедури, в середньому по всім волонтерам, становив 98 удари на хвилину. Під час другого дослідження середній показник ритму серцевих скорочень в максимальному періоді був на рівні 84 ударів на хвилину. Ефективність використання окулярів віртуальної реальності під час стоматологічних операцій згідно показникам ритму серцевих скорочень доведена зменшенням на 14 ударів серця на хвилину. Аналогічна ситуація з рівнем артеріального тиску та температурою, показники збільшувались, але з застосуванням окулярів віртуальної реальності показники не досягали такого рівня як без неї.

Почуття болі та дискомфорту це суб'єктивні поняття та на кожного вони впливають по різному, оцінка власного самопочуття від волонтерів впродовж всього експерименту, дала змогу зрозуміти, що при використанні окулярів віртуальної реальності під час стоматологічного прийому, людина відчуває менший рівень дискомфорту, больові відчуття переносяться організмом легше, ніж без нього, викликане елементарним і перевіреним відволіканням уваги.

4. РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ «ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ПРОЦЕСІ СТОМАТОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕДУР»

4.1 Опис ідеї проекту

Розглянувши в попередніх розділах вплив синдрому дентофобії та больових відчуттів під час стоматологічних процедур з зниженням їх рівня при використанні віртуальної реальності. В цьому розділі буде проведено аналіз стартап проекту «Застосування технологій віртуальної реальності в процесі стоматологічних процедур»

Ідея проекту полягає у тому що використання технологій віртуальної реальності при стоматологічних процедурах, дозволяє зменшити рівень дискомфорту та больових відчуттів, що уточнено наведено в табл. 4.1

У таблиці 4.1 зображено зміст ідеї та можливі базові потенційні ринки, в межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів.

Таблиця 4.1. Опис ідеї стартап проекту

| Зміст ідеї | Напрямки застосування | Вигоди для користувача |
|------------|--|--|
| | Знімання больового синдрому під час стоматологічних операцій | Зменшення больових відчуттів для пацієнта |
| | Зменшення рівня стресу під час стоматологічних операцій | Зменшення переживань, стабілізація пульсу та тиску |
| | Зменшення синдрому дентофобії | Зменшення страху перед відвідуванням стоматолога |

Отже, пропонується новий спосіб використання технологій віртуальної реальності під час стоматологічного прийому. Завдяки даній розробці зменшується рівень стресу, больових відчуттів та зменшення рівня страху, під час відвідування стоматолога.

Далі проводимо аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів:

– визначаємо перелік техніко-економічних властивостей та характеристик ідеї;

– визначаємо попереднє коло конкурентів (проектів-конкурентів) або товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку, та проводимо збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку;

– проводимо порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначено показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) кращі значення (S, сильні) (табл. 4.1).

Таблиця 4.2. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

| № П/ П | Техніко-економічні характеристики ідеї | (потенційні) товари/концепції конкурентів | | | | W (слабка сторона) | N (нейтральна сторона) | S (сильна сторона) |
|--------------|--|---|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
| | | Мій проект | Sensoora ma LABS | VRhub | MeditationGuarded | | | |
| 1. | Вартість програмного забезпечення | 4000 грн за 1 ліцензію | 5000 грн за 1 ліцензію | 15000 грн за 1 ліцензію | 25000 грн за 1 ліцензію | + | | |
| 2. | Вартість окулярів віртуальної реальності | 7490 грн | 25000 грн | 12000 грн | 8000 грн | + | | |
| 3. | Вартість додаткового обладнання | 10000 грн | Нема | Нема | Нема | + | | |

| | | | | | | | | |
|----|---------------------------------|------------------|---------------------|------|---------------------|---|---|--|
| 4. | Онлайн майданчик для реалізації | Интернет-Магазин | Відсутній | Нема | Нема | + | | |
| 5. | Клієнтська база | Є | Нема | Нема | Нема | + | | |
| 6. | Власна команда розробників | Нема | Команда розробників | Нема | Команда розробників | | + | |
| 7. | Торгова марка | VR-Store | Sensorma | Нема | Нема | + | | |

Проаналізувавши основні параметри власного проекту по основним параметрам з головними конкурентами, ми бачимо що майже всі конкуренти поступаються по всім основним напрямкам. Головною відмінністю є відсутність у проекту власної команди розробників програмного забезпечення, проте цей параметр не є критичним.

4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу проводимо аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею створення проекту.

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз складових які вказані в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3. Технологічна здійсненність ідеї проекту

| № п/п | Ідея проекту. | Технології її реалізації | Наявність технологій | Доступність технологій |
|-------|--|---|----------------------|---------------------------|
| 1. | Проведення стоматологічних процедур з використанням окулярів | Окуляри віртуальної реальності з стандартним програмним | Технологія наявна | Доступна для використання |

| | | | |
|--|---|---|---|
| віртуальної реальності с програмним забезпеченням для релаксації | забезпеченням | | |
| | Окуляри віртуальної реальності з стороннім програмним забезпеченням | Технологія наявна | Доступна для використання |
| | Окуляри віртуальної реальності з власним програмним забезпеченням | Технологія окулярів віртуальної реальності наявна, програмне забезпечення потребує розробки | Технологія окулярів віртуальної реальності доступна для використання і власної розробки |
| Обрана технологія реалізації ідеї проекту: окуляри віртуальної реальності з власним програмним забезпеченням | | | |

Проаналізувавши таблицю можна зробити висновок що наш проект що незважаючи на доступність стандартного і стороннього програмного забезпечення, ми будемо використовувати власні розробки, оскільки існуючі аналоги не дозволяють реалізувати на повну ідеї проекту, та його подальший розвиток.

4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначимо ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкові загрози, які можуть перешкодити його реалізації.

Це дозволяє використовувати сильні сторони проекту у його реалізації та зменшити негативний вплив від слабких моментів.

Спочатку проведемо аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (таблиця 4.4).

Таблиця 4.. Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

| № | Показники стану ринку (найменування) | Характеристика |
|-----|--------------------------------------|----------------|
| п/п | | |

| | | |
|---|--|----------------|
| 1 | Кількість головних гравців, од | 4 |
| 2 | Загальний обсяг продаж, грн/ум.од | 4000 |
| 3 | Динаміка ринку (якісна оцінка) | Зростає |
| 4 | Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень) | Обмежень немає |
| 5 | Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації | Немає |
| 6 | Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), % | 40% |

Рентабельність галузі становить 40%, обмежень для входу немає, не потребуються специфічні вимоги для стандартизації та специфікації. Динаміка ринку зростає, що на фоні невеликої конкуренції на даний момент, є великою перевагою.

Надалі визначаємо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл. 4.5).

Таблиця 4.1. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

| № п/п | Потреба, що формує ринок | Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку) | Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів | Вимоги споживачів до товару |
|-------|--|--|---|--|
| 1 | Зменшення болювих відчуттів під час стоматологічного прийому | Стоматологічні кабінети, клініки | Безпечність використання, відсутність небезпеки для здоров'я | Простота експлуатації, простий інтерфейс ПЗ, надійність роботи |

Основна цільова аудиторія розробки – стоматологічні кабінети, під час прийому в який, згідно досліджень 70% людей відчувають дискомфорт. Дискомфорт частіше пов'язаний з трогом болю від стоматологічних маніпуляцій, неприйнятті необхідності в даних процедурах.

При застосуванні даної технології існують певні загрози. (таблиця 4.6). Велика кількість людей не зрозуміє суть роботи технології, та поставить під сумнів дослідження які проводились. Не менше важливим фактором є нерозуміння людей суті роботи окулярів віртуальної реальності.

Таблиця 4.2. Фактори загроз

| № п/п | Фактор | Зміст загрози | Можлива реакція компанії |
|-------|-------------|--|---|
| 1. | Нерозуміння | Людина може не розуміти суті розробки, якщо її мета буде важкою для розуміння | Використати всі можливі засоби для спрощування для розуміння результатів досліджень |
| 2. | Страх | Багато людей думають що використання окулярів віртуальної реальності шкідливе для очей, оскільки екрани знаходяться дуже близько до очей | Проводити роз'яснювальну роботу, наводити приклади досліджень у цій сфері. Надавати сертифікати відповідності та якості |

| | | | |
|----|-------------------------|--|--|
| 3. | Неприймання | Можуть думати що результати досліджень сфабриковані та не мають під собою наукового обґрунтування | Результати досліджень зробити максимально прозорими та зрозумілими. Створити матеріали з відгуками людей які спробували розробку на собі |
| 4. | Додаткові витрати | Використання технологій віртуальної реальності понесе за собою додаткові грошові витрати для пацієнта | Зробити ціну на обладнання та програмні засоби мінімальними, для того щоб не перекладати ціну за комплект на пацієнта |
| 5. | Складність використання | Багато людей не хоче знайомитись з новими технологіями, через їх складність у розумінні і використанні | Зробити інтерфейс користувача максимально простим та зрозумілим у використанні |

Загрози існують, але вони не є критичними, та при правильній реакції не понесуть за собою велику кількість негативних наслідків.

Але поряд із колом загроз існують і певні можливості (таблиця 4.7).

Таблиця 4.3. Фактори можливостей

| № п/п | Фактор | Зміст можливості | Можлива реакція компанії |
|-------|---------------|---|---|
| 1. | Популяризація | Популяризація технологій віртуальної реальності | Розширення асортименту, збільшення кількості обладнання |
| 2. | Потенціал | Розширюються межі використання технології | Використання даних з проєкта для його розвитку в інших напрямках. |
| 3. | Розвиток | Можливість подальшого збору інформації, та її обробка | Завдяки зібраним даним, розробляти нові сценарії використання |
| 4. | Розширення | Ефект «Радіо» збільшення кількості зацікавлених | Збільшення кількості обладнання на продаж |

Всі можливості, які виникатимуть будуть використані лише на користь

проекту на його подальший розвиток.

Проведемо аналіз пропозиції, визначимо загальні риси конкуренції ринку

Таблиця 4.4. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

| | | |
|--------------------------------------|---|--|
| Особливості конкурентного середовища | В чому проявляється дана характеристика | Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною) |
| Олігополія | Нерозвиненість технології | Збільшення досліджень в даній галузі, для розширення спектру використання |
| Міжнаціональна | Створення подібних проєктів в США, Німеччині. Нідерландах | Для конкурентоспроможності необхідно тримати вартість готового продукту нижче закордонних аналогів |
| Внутріньогалузева конкуренція | Гравці ринку – невелика кількість компаній, котрій профільно займаються технологіями віртуальної реальності | Невелика конкуренція |
| Товарно-видова конкуренція | Використання різних прикладів використання віртуальної реальності | Можливість коригувати вартість готового продукту, за допомогою вибору оптимальних пристроїв |
| Цінова конкурентна перевага | Розробка базується на програмній частині та способах її використання | Є можливість коригувати ціну без шкоди для прибутку |
| Не марочна інтенсивність | Відсутність явних ознак бренду на готовій продукції | Створення власного бренду, використання його в маркетингових цілях |

Проаналізувавши головні конкурентні ознаки ринку ми визначаємо, що ринок не сильно наповнений розробками в даній сфері, конкуренти існують і в інших країнах, але їх готовий продукт має більшу вартість викликану дороговизною розробки програмного забезпечення. Нашою перевагою є цінова

політика, можливість створення і використання власного бренду.

Після аналізу конкуренції проведемо більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі.

Таблиця 4.5. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

| Складові аналізу | Прямі конкуренти в галузі | Потенційні конкуренти | Постачальники | Клієнти | Товари-замінники |
|------------------|---|--|---|---|---------------------------------------|
| | Sensorama Lab, VRhub, Meditation Guarted | <i>Великий асортимент товарів у конкурентів.</i> | <i>Значення розміру поставок, Диференціація витрат</i> | <i>Розмір закупівель, торгівельні знаки</i> | <i>Ціна, марки конкурентів.</i> |
| Висновки: | Інтенсивність конкуренції прийнятна. Більшість фірм отримують цілком помірний прибуток. | Присутні можливості входу в ринки за рахунок нової технології та інвестицій. | Існує залежність від постачальників як якості продукції, так можливих сфер використання. Також ціна кінцевої продукції залежить від вартості розробки | Диктують. Вимоги до ціни і якості продукту | Невелика кількість товарів-замінників |

Відповідно до наведеного вище аналізу головними ознаками, які діють на конкуренцію в галузі є постачальники та споживачі. Більшого значення набуває конкуренція між існуючими компаніями.

В межах структурного підходу до аналізу конкуренції визначаємо тип конкуренції – олігополістична конкуренція.

Після всіх аналізів визначається та обґрунтовується весь перелік факторів конкурентоспроможності. Поки проект не впроваджується до використання, це важко зробити точно, можна дати лише комплексну попередню оцінку конкурентоспроможності.

Таблиця 4.6. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

| № п/п | Фактор конкурентоспроможності | Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим) |
|-------|-------------------------------|---|
| 1 | Надійність | Більша стабільність роботи додатку, ніж у конкурентів |
| 2 | Довговічність | Більший термін технічної підтримки як ПЗ, так і окулярів віртуальної реальності |
| 3 | Час роботи | Завдяки більш стабільній роботі додатку, подовжений термін автономної роботи окулярів |
| 4. | Якість | Вищеперераховані фактори покращують якість продукту |
| 5. | Ціновий | Відсутність власної команди розробників дозволяє незначно зменшити ціну на фінальний продукт |
| 6. | Новизна | Нові підходи до використання віртуальної реальності дозволяють стати конкурентоспроможними |

Таблиця 4.7. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «DUST_METER»

| № п/п | Фактор конкурентоспроможності | Бали 1-20 | Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з METER_Kompany | | | | | | |
|-------|-------------------------------|-----------|--|----|----|---|----|----|----|
| | | | -3 | -2 | -1 | 0 | +1 | +2 | +3 |
| 1. | Надійність | 14 | | | | | | + | |
| 2. | Довговічність | 16 | | | | | | + | |
| 3. | Час роботи | 17 | | | | | + | | |
| 4. | Якість | 15 | | | | | + | | |
| 5. | Ціна | 12 | | | | + | | | |
| 6. | Новизна | 16 | | | | | + | | |

З таблиць 4.10 та 4.11 бачимо, що фактори конкурентоспроможності є суттєвими та мають великий позитивний внесок при впровадженні використання окулярів віртуальної реальності у стоматології. Основною та головною перевагою є висока якість продукту, технічний супровід на кваліфікована технічна підтримка на протязі всього терміну його використання даної технології.

Таблиця 4.8. SWOT- аналіз стартап-проекту

| | |
|---|---|
| <p>Сильні сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> Надійність Довговічність Час роботи Якість Ціна Новизна Технічна підтримка Онлайн майданчик для реалізації | <p>Слабкі сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> Вартість розробки програмного забезпечення Вартість додаткового обладнання Необхідність постійних досліджень в даній сфері Необхідність проведення масштабних рекламних компаній для доказування дієвості технології |
| <p>Можливості:</p> <ul style="list-style-type: none"> Популяризація технологій віртуальної реальності Розширюються межі використання данної технології Можливість подальшого збору інформації, та її обробка Ефект «Радіо» збільшення кількості зацікавлених в данних розробках | <p>Загрози:</p> <ul style="list-style-type: none"> Людина може не розуміти суті розробки, якщо її мета буде важкою для розуміння Багато людей думають що використання окулярів віртуальної реальності шкідливе для очей, оскільки екрани знаходяться дуже близько до очей Можуть думати що результати досліджень сфабриковані та не мають під собою наукового обґрунтування Використання технологій віртуальної реальності понесе за собою додаткові грошові витрати для пацієнта Багато людей не хоче знайомитись з новими технологіями, через їх складність у розумінні і використанні |

В таблиці 4.12 проводимо перелік сильних та слабких сторін проекту. А також аналіз ринкових загроз та ринкових можливостей який складається на основі факторів загроз і можливостей яких визначали раніше. Ринкові загрози та можливості на відміну від факторів ще не є реалізованими на ринку та мають

певну ймовірність здійснення.

Таблиця 4.9. Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

| № п/п | Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки | Ймовірність отримання ресурсів | Строки реалізації |
|-------|---|--------------------------------|-------------------|
| 1 | Стратегія нейтралізації ринкових загроз сильними сторонами стартапу | Висока | 1,5 роки |
| 2 | Стратегія компенсації слабких сторін стартапу наявними ринковими можливостями | Висока | 1 рік |
| 3 | Стратегія виходу з ринку | Низька | |

Проведемо аналіз розроблених альтернатив ринкового впровадження, з визначених обираємо ту яка має найбільшу ймовірність отримання ресурсів, а також є найшвидшою в реалізації. Отже обираємо стратегію компенсації слабких сторін стартапу наявними ринковими можливостями.

4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів.

Таблиця 4.10. Вибір цільових груп потенційних споживачів

| № п/п | Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів | Готовність споживачів сприйняти продукт | Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту) | Інтенсивність конкуренції в сегменті | Простота входу у сегмент |
|-------|--|---|---|--------------------------------------|--------------------------|
| 1 | Державні лікарні | Готові | Високий попит | Не висока | Просто |
| 2 | Приватні стоматологічні кабінети | Готові | Високий попит | Не висока | Просто |
| 3 | Приватні осо- | Не готові | Низький по- | Не висока | Складна |

| | | | | | |
|---|----|--|-----|--|--|
| | би | | пит | | |
| Які цільові групи обрано: під час аналізу потенційних груп споживачів було прийнято рішення що компанія буде працювати із державними лікарнями та приватними стоматологічними кабінетами. | | | | | |

За результатами аналізу потенційних груп споживачів ми обрали цільові групи для впровадження технологій зменшення стресу та больових відчуттів під час стоматологічного прийому. Основною групою споживачів обрано державні лікарні та приватні стоматологічні кабінети, оскільки готовність прийняти продукт висока, інтенсивність конкуренції слабка.

Для роботи в обраному сегменті ринку необхідно сформувавши базову стратегію розвитку.

Таблиця 4.11. Визначення базової стратегії розвитку

| № п/п | Обрана альтернатива розвитку проекту | Стратегія охоплення ринку | Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи | Базова стратегія розвитку* |
|-------|--|--|---|----------------------------|
| | Підсилення сильних сторін стартапу за рахунок ринкових можливостей | Передбачає надання товару важливого з точки зору споживача властивостей, які роблять товар відмінним від товарів конкурентів | Краща надійність і довговічність Краща якість Ціна така, як і у конкурентів | Стратегія диференціації |

За базову стратегію розвитку було взято стратегію диференціації, що надає товару важливих з точки зору споживача відмінних властивостей та якостей які роблять товар відмінним від конкурентів.

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (табл. 4.16).

Таблиця 4.12. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

| № | Чи є проект «пер- | Чи буде ком- | Чи буде компанія | Стратегія |
|---|-------------------|--------------|------------------|-----------|
|---|-------------------|--------------|------------------|-----------|

| | | | | |
|-----|-------------------------|---|--|--------------------------------------|
| п/п | шопрохідцем» на ринку? | панія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів? | копіювати основні характеристики товару конкурента, і які? | конкурентної поведінки* |
| 1 | Проект «першопрохідець» | Компанія буде шукати нових споживачів | Не буде копіювати основні характеристики у конкурента | Стратегія зайняття конкурентної ніші |

За базову стратегію конкурентної поведінки визначили стратегією зайняття конкурентної ніші, компанія в якості цільового ринку обирає один або декілька ринкових сегментів малого розміру. Головне завдання компанії при цьому – це постійна турбота про підтримку і розвиток своєї конкурентної переваги, формування лояльності і прихильності споживачів, підтримка вхідних бар'єрів.

На основі вимог споживачів з обраного сегменту до постачальника і продукту, а також в залежності від стратегії розвитку та стратегії конкурентної поведінки розробляємо стратегію позиціонування яка визначається у формування ринкової позиції, за яким споживачі мають ідентифікувати проект

Таблиця 4.13. Визначення стратегії позиціонування

| № п/п | Вимоги до товару цільової аудиторії | Базова стратегія розвитку | Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту | Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових) |
|-------|---|---------------------------|--|---|
| 1 | Вдосконалення продукту враховуючи побажання споживачів, та подальші дослідження | Стратегія диференціації | Висока якість продукту. Формування лояльності і прихильності споживачів, підтримка вхідних бар'єрів, зменшення ціни на продукт | Якість. Ціна. Зворотній зв'язок із виробником. Технічна підтримка. Надійність |

Результатом даного підрозділу є система рішень щодо ринкової поведінки

компанії, вона визначає в якому напрямі буде працювати компанія на ринку у подальшому її житті.

4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Під час розроблення маркетингової програми першим кроком є розробка маркетингової концепції товару, який отримає споживач. У таблиці 4.18 підсумовуємо результати аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 4.14. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

| № п/п | Потреба | Вигода, яку пропонує товар | Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити) |
|-------|--|--|--|
| 1 | Зменшення больових відчуттів та страху перед відвідуванням стоматолога | Зменшення больових відчуттів та зменшення дискомфорту за допомогою технологій віртуальної реальності | Технологія основана на великому циклі досліджень Використання якісного програмного забезпечення високого рівня Розуміння суті віртуальної реальності Можливість ставити мінімальну вартість Використання додаткових аксесуарів |

За рахунок ключових переваг товару і стратегії диференціації, що передбачає надання товару важливих з точки зору споживача відмінних властивостей за такою ж ціною як і у конкурентів буде розроблено маркетингову програму стартап-проекту.

Таблиця 4.15. Опис трьох рівнів моделі товару

| Рівні товару | Сутність та складові | | |
|---------------------------------|--|------|-------------------|
| I. Товар за задумом | Комплекс для зменшення больових відчуттів та стресу за допомогою використання віртуальної реальності | | |
| II. Товар у реальному виконанні | Властивості/характеристики | М/Нм | Вр/Тх /Тл/Е/Ор |
| | 1. Довговічність (немає строку давності) | М | Тх |
| | 2. Безпечність використання | Нм | Тл |
| | 3. Ціна | Нм | Е |
| | 4. Технологічність на обос- | М | Тл |

| | | | |
|--|---|---|----|
| | нованість 5. Відповідність призначенню | М | Тл |
| | Якість: відповідає нормам ДСТУ2499:2017 | | |
| | Пакування: програмне забезпечення записане окуляри віртуальної реальності | | |
| | Марка: VR-Dental | | |
| III. Товар із підкріпленням | Розповсюдженням реклами | | |
| | Акція, яка передбачає придбати кілька товарів за зниженою ціною | | |
| За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: Захист інтелектуальної власності, патент на винахід. | | | |

В таблиці 4.19 ми створюємо три - рівневу модель нашого товару, що включає задум товару та його вигоди, основні характеристики готового товару, спосіб його пакування та захисту від копіювання та плагіату.

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватися при встановленні ціни на потенційний товар, це передбачає аналіз цін товарів конкурентів, та доходів споживачів продукту (табл. 4.20).

Таблиця 4.16. Визначення меж встановлення ціни

| № п/п | Рівень цін на товари-замінники | Рівень цін на товари-аналоги | Рівень доходів цільової групи споживачів | Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу |
|-------|--------------------------------|------------------------------|--|---|
| 1 | 10000 грн | 10000 грн | Середній | 10000-2000 грн |

В таблиці проаналізовано ринкові ціни на товари аналоги та замінники, а також середній рівень доходів споживачів. За отриманими даними буду встановлена верхня та нижня межа на нашу розробку.

Таблиця 4.17. Формування системи збуту

| № п/п | Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів | Функції збуту, які має виконувати постачальник товару | Глибина каналу збуту | Оптимальна система збуту |
|-------|---|---|----------------------|---|
| 1 | Звична купівля з деякими змінами, або мо- | Доставка товару покупцю, | Канал нульового | Власна система збуту. Виробник безпосередньо про- |

| | | | | |
|--|---|------------------------------------|-------|---|
| | дифікована закупівля. Вона передбачає придбання дещо змінених товарів (послуг), або зміну ціни на товар (послугу), або зміну кількості постачання). | його встановлення та налаштування. | рівня | дає товар клієнту і використовує три способи прямого продажу : Торгівля через магазини Посилкова торгівля Торгівля в роздріб |
|--|---|------------------------------------|-------|---|

Спираючись на специфіку закупівельної поведінки цільових клієнтів було обрано власну систему збуту, коли виробник безпосередньо продає товар клієнту через торгівлю в магазинах, посилками чи в роздріб. Також глибиною каналу збуту було обрано канал нульового рівня, тому що компанія хоче мати тісні контакти із споживачами на обмеженому цільовому каналі.

Таблиця 4.18. Концепція маркетингових комунікацій

| <i>№ п/ п</i> | <i>Специфіка поведінки цільових клієнтів</i> | <i>Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти</i> | <i>Ключові позиції, обрані для позиціонування</i> | <i>Завдання рекламного повідомлення</i> | <i>Концепція рекламного звернення</i> |
|-----------------------|--|--|---|--|--|
| 1 | Перегляд інформаційних ресурсів із потрібним якісним товаром за доступною ціною. | Інтернет ресурси, виставки, наукові публікації, рекламні статті. | Послідовність у реалізації обраної позиції. Доступність та об'єктивність інформації про фірму та товар. Послідовність при прийнятті рішень. | Інформаційне завдання про новий товар, та формування знань про марку та виробника. | Зменшення дискомфорту при проведенні стоматологічних маніпуляцій |

Висока надійність, стабільність та ефективність роботи програмних

засобів є головною концепцією товару, за рахунок яких він є конкурентоспроможним на ринку.

Спираючись на специфіку закупівельної поведінки цільових клієнтів було обрано власну систему збуту, коли виробник безпосередньо продає товар клієнту.

Ціноутворення відбувається на основі аналізу товарів – аналогів і відбувається під час фінансово-економічного аналізу проекту з залученням експертів.

За ринкову поведінку буде прийнята стратегія зайняття конкурентної ніші, коли компанія в якості цільового ринку вибирає один або декілька ринкових сегментів малого розміру. Головне завдання компанії при цьому – це постійна турбота про підтримку і розвиток своєї конкурентної переваги, формування лояльності і прихильності споживачів, підтримка вхідних бар'єрів.

4.6 Висновки до розділу

Узагальнюючи проведений аналіз стартап проекту можна зробити висновок що ринкова комерціалізація проекту опирається на наявний попит, динаміку ринку та рентабельність роботи на ринку. Клієнти на даному ринку зазвичай займаються звичною купівлею з деякими змінами, яка передбачає придбання дещо змінених товарів, або зміну ціни на товар, саме на це і розрахований даний стартап, так як за рахунок розробленої програми відбудеться покращення характеристик інструменту, він матиме кращі властивості при роботі порівняно із товарами конкурентів.

Спираючись на специфіку закупівельної поведінки цільових клієнтів і розробивши власну систему збуту є хороші перспективи впровадження даного продукту на ринок. Бар'єром входження на ринок є велика кількість товарів-аналогів, але порівняно із ними дана програма по новим дослідженням зменшує рівень стресу та рівень больових відчуттів під час стоматологічних операцій завдяки використанню технологій віртуальної реальності, за рахунок чого він може стати конкурентоспроможним на ринку.

Впровадження на ринок розроблена на основі стратегії зайняття конкурентної ніші, коли компанія в якості цільового ринку вибирає один або декілька ринкових сегментів малого розміру.

Отже, подальша імплементація продукту є доцільною за рахунок сильних сторін продукту і наявного попиту на ринку.

ВИСНОВКИ

В даній магістерській дисертації було проведено створення інформаційно-вимірjuвальної системи для дослідження больового порогу у стоматології при застосуванні технологій віртуальної реальності. Проведено аналітичний огляд засобів і способів контролювання рівня больових відчуттів, обрано прилади якими фіксували. під час проведення експериментів, рівень серцевих скорочень, рівень артеріального тиску та температуру тіла. До проведення дослідів, повірку приладів виконали на анестезіологічного моніторі пацієнта високого класу. Не менш важливим був аналітичний огляд окулярів віртуальної реальності та додатку за допомогою якого впливали на стан пацієнта під час досліду.

В теоретичній частині розробили методикy проведення дослідження, було відібрано 15 волонтерів, у котрих були однакові проблеми з зубами – карієс початкової та середньої стадії. Головним аспектом було те, щоб у них уражених зубів було більше одного, для проведення 2х дослідів. Також розробили методикy використання окулярів віртуальної реальності під час стоматологічного прийому, та визначили, що важливим аспектом є психологічно робота з пацієнтом для його заспокоєння та стабілізації стану.

Експеримент було поділено на 2 частини, з використанням окулярів віртуальної реальності, та без. Стоматологічні маніпуляції проводив кваліфікований стоматолог, час який займала одна людина на лікування 15 хвилин, експерименти з застосуванням віртуальної реальності та без проводились в різні дні, для уникнення звикання до стоматолога та маніпуляцій. Достовірність отриманих даних гарантувало те, що волонтер не допускався до експерименти поки показники рівня серцевих скорочень, артеріального тиску та температури тіла, приблизно не відповідали встановленим нормам.

Отримані данні були занесені до таблиць та оброблені. Згідно показників стану організму, оцінки власного самопочуття, відгука стоматолога який проводив стоматологічний прийом, покращення стану пацієнта чітко відслідковується під час використання окулярів віртуальної реальності.

Показники ритму серцевих скорочень та рівня артеріального тиску з використанням окулярів віртуальної реальності у порівнянні з експериментом де вони не використовувались, ми отримали зменшення критичного рівня приблизно на 30%. Персональний відгук кожного пацієнта та об'єктивна оцінка стоматолога говорить про покращення стану організму у рамках експерименту, саме з використанням окулярів віртуальної реальності.

Отже можна прийти до висновку що розроблена система контролю рівня больового порогу дієва та може давати точні результати. Використання окулярів віртуальної реальності під час стоматологічного прийому ефективно, що відкриває можливості для використання даної технології у інших медичних і не тільки медичних цілях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D0%BB%D1%8C>
2. <http://professional-event.com/ua/novosti/item/80-yak-vimiryati-bil>
3. <https://epikriz.com.ua/pulsoksimetr-md300c1.html>
4. <https://epikriz.com.ua/pulsoksimetr-md300c1.html>
5. <https://epikriz.com.ua/pulsoksimetr-md300k2-2-datchika---vzroslyj-i-neonatalnyj.html>
6. <https://epikriz.com.ua/pulsoksimetr-cms-50b.html>
7. https://med-magazin.ua/item_n959.htm
8. https://med-magazin.ua/item_n2727.htm#b-show-all
9. https://med-magazin.ua/item_n8233.htm
10. https://med-magazin.ua/item_n11624.htm
11. https://med-magazin.ua/item_n8110.htm
12. https://med-magazin.ua/item_n1772.htm
13. https://med-magazin.ua/item_n2735.htm
14. <https://www.oculus.com/experiences/go/1723271804396968>
15. <https://www.oculus.com/experiences/go/929143807179080>
16. <http://mavit.in.ua/uk/informatsiya-2/poradi/dentofobiya-yak-poboroti-strah-pered-stomatologom/>
17. <http://dentectum.com.ua/stati/dentofobiya-ili-kak-ne-boyatsya-stomatologa>
18. <http://stom1.tomsk.ru/patient/prophylaxis/tooth-and-his-treatment/>
19. https://medaboutme.ru/zdorove/spravochnik/slovar-medicinskih-terminov/temperatura/?utm_source=copypaste&utm_medium=referral&utm_campaign=copypaste
20. https://www.delfi.lv/zhurnal/zdorovje/47572471_davlenie-cheloveka-vozrastnye-pokazateli-kak-pravilno-ego-izmeryat-i-prichiny-otklonenij-ot-normy
21. <http://puls-msk.ru/puls-cheloveka/>
22. <https://medicomo.ru/home-treatment/painful-sensations-and-muscle-pain-pain-what-is-it/>

23. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Боль>

24. <http://znaimo.com.ua/Біль>

25. <http://heaco.kiev.ua/monitoryi-pacziента->

heaco?gclid=Cj0KCQiAgMPgBRDDARIsAOh3uyJvW0yOOeewTRwuZysqaOCvXDHf0jtdxJs_x
9cWUEg-W31r49tWU8EaAh9cEALw_wcB

