



СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ „СВЕТИ КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“
ФИЛОСОФСКИ ФАКУЛТЕТ
КАТЕДРА „БИБЛИОТЕКОЗНАНИЕ, НАУЧНА ИНФОРМАЦИЯ И КУЛТУРНА
ПОЛИТИКА“

Никола Стефанов Николов

**МОЗЪЧНИТЕ УСТРОЙСТВА КАТО
ИНФОРМАЦИОННО-ОБСЛУЖВАЩИ РАЗПРЕДЕЛИТЕЛИ**

АВТОРЕФЕРАТ

на

ДИСЕРТАЦИОНЕН ТРУД

за присъждане на образователната и научна степен „доктор“
Област на висше образование 3. Социални, стопански и правни науки
Професионално направление 3.5. Обществени комуникации и информационни науки
(Информационно-търсещи системи)

Докторантска програма: Информационно-търсещи системи

Научен ръководител: проф. дфн Оля Борисова Харизанова

София, 2020

Дисертацията е разработена в Софийски университет „Св. Климент Охридски“, Философски факултет, Катедра „Библиотекознание, научна информация и културна политика“. Авторът на дисертацията е докторант в същата катедра.

Дисертационният труд е насочен към защита на катедрен съвет на Катедра „Библиотекознание, научна информация и културна политика“ на 17.12.2020 г. и решение на Факултетния съвет на Философски факултет от 12.01.2021 г. (Протокол № 8).

Научно жури

1. доц. д-р Елица Иванова Лозанова-Белчева
2. проф. дфн Оля Борисова Харизанова
3. проф. д-р Елена Юлиевна Павловска
4. проф. дфн, д-р мед. Христо Георгиев Мутафов
5. доц. д-р Красимира Минкова Иванова

Резервни членве на научото жури

1. проф. дфн Иванка Тодорова Мавродиева-Георгиева
2. доц. дн Бистра Георгиева Димитрова

Защитата ще се състои на 2021 г. от часа в зала на адрес

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се на интернет страницата на СУ „Св. Климент Охридски“: <https://www.uni-sofia.bg/>.

СЪДЪРЖАНИЕ

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	4
Актуалност на темата.....	4
Източници на изследването по темата на дисертационния труд.....	4
Обект, предмет, цел и задачи на изследването	5
Основен научен проблем	5
Основен практически проблем	6
Изследователска теза	6
Изследователска хипотеза	7
Изследователски подход и методи на изследване	7
Ограничения и допускания.....	8
II. СТРУКТУРА И СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	11
Структура на дисертационния труд	11
Съдържание на дисертационния труд.....	13
III. СПРАВКА ЗА ПРИНОСИТЕ В ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	33
Научни-теоретични приноси	33
Научно-приложни приноси	33
IV. ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	34

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

АКТУАЛНОСТ НА ТЕМАТА

През последното десетилетие микро- и нано-материалите са в основата на иновативни технологични решения за медицински нужди. Прилагат се в изпълнение на новата концепция за медицина, а така също за реализиране на медицински процеси, подпомогнати от биометрия и телематика. Напредъкът на информационните и комуникационните технологии (ИКТ) допринася както за увеличаване броя на медицинските услуги, така и за повишаване на тяхното качество. Чрез използването на нови материали, устройства и мрежова свързаност за третиране на различни медицински състояния се постига повишаване на качеството на извършваните терапии.

В дисертацията се разглежда възможността устройство, свързано с мозъка на човек да се превърне в разпределител, изпращащ и получаващ информация за състоянието на пациента. По същество това е нов подход за мониторинг и терапия, основаващ се на мрежовата свързаност между имплантираното устройство и сървър чрез инфраструктурата на интернет. Така се осигурява събирането и обработването на данни от устройството, а така също задаването на параметри за функциониране на организма на човек. Методите от този тип засилват своя смисъл чрез постоянния контрол и мониторинг, която тази мрежовата свързаност осъществява.

ИЗТОЧНИЦИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

За основа на изследването са използвани статии от научни и научно-популярни списания, доклади от конференции, учебни пособия, които описват различните етапи в развитието на технологиите и достижения в различните аспекти на темата. Освен научна литература са разгледани популярни източници като уеб сайтове, блогове, форуми, вестници. Проведени са две емпирични проучвания: (а) анкетиране на студенти от Философски факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“ и (б) интервюиране на служители от голяма застрахователна компания у нас. Получените данни са обработени и анализирани за целите на дисертационния труд. И в двата случая въпросниците са пряко свързани с проблематиката за използване на мозъчни устройства.

ОБЕКТ, ПРЕДМЕТ, ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Обект на настоящото изследване са мозъчните устройства и приложението им за медицински цели, които са разгледани през призмата на технически средства, необходими за тяхната реализация.

Предмет на изследване са функционалните възможности на взаимодействието между мозъчните устройства и медицинските импланти чрез мрежова свързаност и реалното влияние на тези устройства върху здравето благополучие на човека, което се изразява в осъществяването на разпределителни функции на информационни потоци от страна на техническите мозъчни приспособления.

Целта на дисертационния труд е да отговори на въпроса дали мозъчните устройства биха имали приложение и в какво би се реализирало то, когато става дума за информационен обмен в човешка биологична среда или между нея и външна компютърна система.

Задачите на изследването са следните:

1. Да се представят създадени вече възможности за медицински импланти и да се опише тяхната функционалност и възможност за мрежова свързаност, като се представят и възможните рискове при тяхната имплантация.
2. Да се идентифицират устройства, които попадат в категорията „медицински мозъчен имплант/устройство“ и да се опишат техните основни характеристики.
3. Да се идентифицират и опишат информационните процеси, които поддържа дадено медицинско мозъчно устройство.
4. Да се направи анализ на медицинските мозъчни устройства като информационно-обслужващи разпределители и да се проучи процеса на информационно взаимодействие между медицинското мозъчно устройство и човешкия организъм.
5. Да се анализират медицинските ползи и евентуални вреди от използването на медицински мозъчни устройства.

ОСНОВЕН НАУЧЕН ПРОБЛЕМ

Основният научен проблем за дисертационната разработка е да се изгради теоретичен модел на иновативен метод за събиране и разпределяне на жизнено-важна информация чрез мозъчен имплант (устройство).

ОСНОВЕН ПРАКТИЧЕСКИ ПРОБЛЕМ

Да се устави чрез практически примери от вече внедрени подобни технологии възможността за изграждане на технологична методика за сигурен пренос на данни между мозъчен имплант и външно управляващо устройство.

ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКА ТЕЗА

Значим дял от сектора на здравните грижи по света функционира по начин, който има нужда от модернизация и нов модел на технологично и дигитално осигуряване. Телемедицината, чрез своята възможност да обвърже медицина, телекомуникации и информационни технологии, може да допринесе за това развитие. Обслужване на отдалечени обекти с цел диагностика, лечение или консултация, е иновация за това един пациент да бъде медицински обгрижен независимо от времето и мястото, където се намира. Мрежата на Интернет на нещата (IoT) се явява възможен инструмент за реализиране на такъв вид свързаност.

Имплантационната медицина от дълго време намира решения за много патологични състояния, които ефективно лекува с помощта на микро- и нано-устройства. В този ред на мисли, свързването на тези устройства в IoT архитектура позволява да се направи огромна крачка напред по отношение на бързина и прецизност в терапевтичните и консултативните методи за лечение и превенция.

Въпреки наличието на вече създадени технологични решения за медико-обслужваща свързаност, има нужда и от нов вид медико-технически продукти за контрол на преноса на жизненоважните данни и информационни потоци, които биха се осъществявали на основата на телемедицинските процеси и процедури.

Основният фокус върху възможно решение на този прблем е т. нар. *мозъчни устройства*. Те са познати на науката като *медицински помощници*, които са в състояние да участват в лечението на различни психически и неврологични заболявания. Ролята обаче, в която се използват до момента, е по-скоро на статичен терапевтичен инструмент, което ограничава тяхната потенциална по-широка функционалност.

Новите хоризонти на биотехнологичните решения, подпомагащи развитието на медицинското обслужване, включват мозъчните устройства като активен помощник в преноса на данни и информация. От друга страна, те са необходими за изграждането на

ефективна медицинска инфраструктура, контролираща и подпомагаща здравния статус на нуждаещите се граждани.

ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКА ХИПОТЕЗА

Настоящата дисертационна разработка се основава на разбирането, че е възможно изграждането на мозъчно устройство, което чрез взаимодействието си с мозъка на човек да се превърне във функционален информационен разпределител, извършващ събиране, анализиране и насочване на медико-информационни данни. Тези данни могат да са в основата на нов вид здравни грижи, насочени към дистанционни мониторингови и терапевтични решения. Аргумент за подобна теза са все по-популярните изследвания, показващи, че мозъка на човек може да бъде не просто свързан към дадена машина, но и транслиран по такъв начин, че неговата активност да стане разбираема за специализирана компютърна техника. В този случай би станало възможно разбирането на функциите му, от една страна, а от друга да се достигне до възможност да се въздейства върху неговите процеси.

Хипотезата на настоящия дисертационен труд се състои в следното: възможно е техническо мозъчно устройство да бъде използвано като разпределител на информационни потоци от данни между пациент и болнично заведение.

ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ ПОДХОД И МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

За изпълнение на целта и задачите на изследването първо беше разработен проект, определящ стратегията на научното търсене. Проектът обхваща създаването на методологически, процедурни и организационни предпоставки за реализиране на изследването и отразява неговата логика. Първоначално бяха осъществени три дейности: (1) разработване на концепция на изследването, (2) избор на изследователски методи, (3) организация на изследването.

Разработването на концепция на изследването породи необходимост от идентифициране и формулиране на проблем, описание на неговата същност, търсенето на решение и открояване на условия за неговото решаване.

Работата по дисертационния труд продължи с планиране на изследването. В резултат беше специфициран, а след това и изпълнен изследователски план, включващ следните основни етапи: (1) подготовка за проучване на обекта, (2) подготовка за проучване на

предмета, (3) реализиране на проучванията и (4) реализиране на изследването чрез прилагане на адекватна методология.

В дисертационния труд е използван най-вече системен подход, като задълбочено се разглежда същността на имплантите с целеви въпроси относно тяхната употреба – какво, защо, къде и как. Системният подход е приложен при разглеждането на тяхната разновидност, специфика и обща класификация (според предназначението или според функциите, които изпълняват).

При проучването на идентифицираните импланти е използван и SWOT анализ. S (Strenghts) – Силни страни, W (Weaknesses) – Слаби страни, O (Opportunities) – Възможности, T (Threats) – Заплахи.

В съответствие с поставените задачи са използвани следните *изследователски методи*:

1. Проучване на научна, научно-популярна и популярна литература.
2. Сравнителен анализ на получените резултати от проведени проучвания на различни информационни източници.
3. Събиране, обработка и систематизиране на емпирични данни (количествени, качествени) за онагледяване на резултати от проучвания и наблюдения за различни видове мозъчни устройства.
4. Операционализация на понятия (свеждане на теоретични понятия до емпирични, които могат да се изследват).
5. Прилагане на дескриптивен метод (наблюдение, идентификация, диференциация и типологизация).
6. Прогнозиране, свързано с ползите и вредите, които биха възникнали при бъдещо комерсиализиране на технологиите свързани с мозъчните устройства.

ОГРАНИЧЕНИЯ И ДОПУСКАНИЯ

Проблематиката на дисертационния труд е пряко свързана с т. нар. Интернет на нещата. Светът на IoT се явява информационна и комуникационна инфраструктура, която създава възможност мозъчните устройства да реализират функцията си на информационно-обслужващи разпределители на медицинска информация.

Интернет на нещата е сравнително нов термин, който обединява в обща инфраструктура мрежова свързаност и изчислителна способност на сензори и продукти от

реалния свят. Свързаните устройства имат възможността да създават, приемат и изпращат данни с минимална човешка намеса.

Идеята за свързване на компютри, сензорни и мрежови устройства за наблюдение и контрол на технически средства съществува от десетилетия. Сливането на няколко от основните технологични пазарни тенденции приближи IoT до приложение в ежедневието и производствените процеси на основата на:

1. Разпространение на IP-базирани мрежи.
2. Изчислителни финансови и икономически структури.
3. Миниатюризация.
4. Развитие в анализа на данни, както и този на облачните услуги.

Приложенията в мрежата на Интернет на нещата разполагат с разнообразни технически комуникационни модели:

1. Устройство към устройство.
2. Устройство към облак.
3. Устройство към шлюз (gateway).
4. Споделяне на данни.

За настоящия дисертационен труд ограничение, свързано с IoT е насочеността на дискутираните въпроси и структури единствено свързани с медицината и в частност медицинските устройства, поставени по или в тялото на човека.

Медицинската тематика, както знаем, може да се превърне в строго специфична дисциплина на сложна терминология и детайлност за човешкия организъм, които да затруднят ясното разбиране на взаимовръзките в един интердисциплинарен труд, какъвто по същество е настоящия. По тази причина в дисертацията медицинската и технологичната сфера са въведени и разглеждани прецизно и обстойно, дотолкова, доколкото същността и функциите на предлаганите решения да бъдат разбрани.

Освен медицинската проблематика, ограничение в дисертационния труд е свързано с описаните методики, които обаче се нуждаят от лабораторно-експериментални верификации за своята функционалност. Допускането, че тези модели биха работили на практика се прави единствено на база запознаването със официални литературни източници, които съобщават и описват подобни възможни методики, повечето, от които са вече реализирани и са оформени като медико-терапевтични предложения.

Съдържанието на дисертационния труд свързва понятието за „имплант“ с това на „устройство“ в много моменти. Когато става дума за „мозъчно устройство“, то би трябвало да се възприеме, както като мозъчен имплант, така и като ЕЕГ-устройство. Спецификата на точния термин ще бъде определяна спрямо ситуацията, в която той се използва.

II. СТРУКТУРА И СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

СТРУКТУРА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Текстът на дисертацията е структуриран както следва: увод, три глави, заключение, използвана литература и приложения. По-долу е представена структурата на основното съдържание на труда.

Глава първа (Същност и разновидности на медицинските импланти) е подразделена на следните подтеми:

- Основни видове медицински импланти;
- Кохлеарни импланти;
- Очни импланти. Видове визуални протези (бионични очи);
- Стомашни импланти;
- Сърдечни импланти;
- Подкожни импланти;
- Същност на мозъчните импланти (устройства). Мозъчни вълни. Видове мозъчни вълни;
- Характеристики, видове и начин на работа на мозъчните импланти (устройства);
- Създаване на мозъчно-компютърния интерфейс - Brain computer interface (BCI);
- Същност и видове на BCI устройства;
- Същност на електроенцефалографията;
- Други подходи в BCI технологията;
- Общи приложения на BCI технологията;
- Биосъвместимост на елементите;
- Захранване на медицинските устройства.

Глава втора (Влияние на мозъчните устройства върху идентичността и свободната воля на пациентите) е подразделена на следните подтеми:

- Личностна идентичност;
- Идеите на Джон Сърл за отношението душа – тяло;
- Психология на будизма и идеите на Дейвид Хюм;
- Идеи на Джон Лок за идентичността;
- Теория на Даниел Денет за личностната идентичност;

- Невропсихологическа дискусия относно личностната идентичност;
- Свободна воля;
- Същност на свободната воля;
- Индетерминистични теории;
- Детерминистични теории;
- Научни експерименти, доказващи липсата на свободна воля;
- Важността на вярата в наличието на свободна воля;
- Мозъчните импланти и (практическата) свободна воля
- Мозъчно-техническите средства (импланти) като инструмент срещу психични и неврологични разстройства;
- Обсесивно-компулсивно разстройство (ОКР);
- Депресия;
- Болест на Алцхаймер;
- Шизофрения;
- Зависимости;
- Болест на Паркинсон;
- Амиотрофичната латерална склероза.

Глава трета (Ролята на мозъчните устройства като разпределители на информация)

е подразделена на следните подтеми:

„Интернет на нещата“;

Какво представлява „нещото“;

Разграничение на концепцията „Интернет на нещата“ от други подобни концепции;

– Концепцията „Интернет на нещата“;

Концепцията „Интернет на всичко“;

Видове мрежи, познати до момента;

Интернет на нещата в здравеопазването;

Комуникация между устройствата;

Мрежа на медицинските импланти;

Нанотехнологии в „Интернет на нещата“;

Изисквания за архитектура: екосистема на нанотехнологичните медицински устройства;

Интернет на нанотехнологиите: приложение в здравеопазването;

„Интернет на нещата“ за персонализиране на здравните грижи (обобщение);

Сигурност на предаваната информацията;
Потенциални кибернетични заплахи и уязвимости на медицински устройства;
Мотивация и начини за атака;
Менажиране на риска;
Видове потенциални нападатели и тяхната мотивация за атака;
Методи за атака;
Стандартни стратегии за защита от атаки;
Мозъчните устройства като разпределители и осигурители на информация;
Мрежова обезпеченост на сигнала;
Защита на предавания сигнал;
Нововъзникващи VCI технологии.

Към основния текст са налични шест приложения.

Текстът на дисертационния труд е **онагледен** с 1 брой диаграми, 46 броя изображения и 3 броя таблици. Използваната литература обхваща 9 броя заглавия на български език, 99 броя на английски език и 1 на руски език.

СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

В **първа глава** на дисертационния труд се поставя акцент върху модерните възможности за имплантиране на различен тип устройства (импланти) в човешкото тяло. Всеки един от тези импланти изпълнява специфична, но жизненоважна роля в състоянието на пациента по два начина. Първият е в това, да заменя или подпомага работата на определен орган по предварително зададен медицински параметър и вторият – във възможността на това устройство да влезе в мрежова (интернет) връзка с лекуващия лекар или лечебно заведение. Това допринася за постоянния контрол и своевременна реакция от страна на лечебното заведение, към което е свързан имплантът, при необходимост за повлияване върху здравословното състояние на нуждаещото се лице.

Именно тези две основни задачи са поставени в първа глава: да се представят създадени вече възможности за медицински импланти, от една страна, и да се опише тяхната функционалност и възможност за мрежова свързаност, от друга. Да се идентифицират устройства, които попадат в категорията „медицински мозъчен имплант/устройство“ и да се опишат техните основни характеристики. В допълнение, във втората част на тази първа глава се обръща внимание и на част от третата дисертационна задача, а именно – да се

анализират медицинските ползи и евентуални вреди от използването на медицинските мозъчни устройства.

Разглеждането започва с идеята, че имплантите могат да бъдат разположени в различни зони на човешкото тяло. Първото изображение, на което се обръща внимание в изследователската работа, илюстрира възможностите за имплантиране на различни устройства, обслужващи третиране на определени органи, които имат за цел да подобрят функционалността на увредени биологични структури. Всеки един от тези импланти, както вече беше споменато, е пригоден за безжично свързване с други устройства, което го прави част от медицинска мрежа, чиято ефективност е в основата на идеята за развита функционална здравна грижа, грижеща се за състоянието на пациентите през всяка една минута от денонощието. Това непрекъснато технологично наблюдение осигурява спокойствие и сигурност и е в основата на концепцията за телемедицина.



Изображение 1. Медицински мрежови устройства.

Като първи имплантационен елемент се разглежда **кохлеарният имплант**. Кохлеарните импланти могат изключително много да помогнат при ситуации, в които е налице увреждане или загуба на слуха, като за да се разбере начинът, по който функционира

имплантът, се преминава през подробно запознаване със структурата и функциите на човешкото ухо, а оттам и какви са най-често срещаните причини за проблеми и увреждания. В края на тази част, след като са установени най-честите структурни нарушения, се предлага имплантационно решение, което да подобри загубените функции. Също така се обръща внимание и на различния принцип на действие, който използва кохлеарния имплант спрямо стандартния слухов апарат, като се прави сравнение в тяхната функционалност.

В продължението си темата се насочва към преглед на възможностите за имплантиране на т.нар. **бионични очи** – изкуствени елементи, които успешно заместват засегнати очни структури. Ретинален имплант, Епиретинов имплант, Субретинален имплант, Трансретинова стимулация, Имплант на оптичния нерв, Имплант на кортекса са някои от възможностите, които най-често биват използвани като имплантационни решения за такъв вид проблеми. Също така в тази подтема се обръща внимание и на определен модел бионично око – Argus, като се идентифицират неговите характеристики спрямо останали пазарни предложения. Основният принцип на действие при бионичните очи е поставянето на микрокамера, която се свързва с електрод директно към мозъчната структура, като по този начин да заменя нарушената част на очния нерв.

Сърдечният имплант (пейсмейкър) също е един от основните имплантационни елементи, който бива разглеждан в тази първа глава. Акцент върху неговата работа се поставя спрямо това, че той не функционира непрекъснато, а само в моментите, в които датчикът засече нужда от корекция на сърдечната функция. Мрежовата свързаност на подобен тип устройство с болнично заведение гарантира способността да се алармира своевременно за новопоявили се проблеми със сърдечната дейност. По този начин се подпомага предотвратяването на животозастрашаващи състояния, в които пациентът може да изпадне. От друга страна, спестява нуждата пациентът да посещава физически своя доктор или клиника през определен период от време. Предимствата от такъв вид дистанционна грижа са следните:

- помага на доктора да засече изменения в сърдечния ритъм или друг вид проблеми в неговата дейност по-бързо и надеждно;
- намалява осезаемо нуждата от хоспитализация на пациента;
- подобрява качеството на живот на пациента;
- осигурява чувство за сигурност и спокойствие на пациента.

Стомашни импланти. Нарушенията на стомашната дисмоторика, включително гастропареза, причиняващи хронична симптоматика, е основен гастромедицински проблем при пациенти от цял свят. Първото по рода си преносимо безжично устройство притежава функция за наблюдение на състоянието и работата на стомаха, позволявайки на лекарите да измерват и разбират по-добре активността на т.нар. *бавни вълни* протичащи в стомашния тракт. Електрическата активност се измерва с помощта на електроди, хирургично имплантирани в мембраната на стомаха; електроди, поставени през хранопровода; или електроди, разположени върху кожата на предната коремна стена. Записването на получената информация се нарича *електрогастрографията*. Този метод позволява да се открият промени в електрическия ритъм на стомаха, включително тахигастрия или брадигастрия. Електрогастрографията може да помогне за установяване на зависимост между нарушена бавна вълнова активност и патогенезата на гадене, повръщане и други симптоматични процеси. Системата може да помогне, също така, в това да се разбере по-добре ефекта от електрическата стимулация върху стомашните контракции и да изследва различни хипотези за стомашната активност. Техническата част се състои от преносим модул, който може безжично да предава данни към фонов приемник, свързан към компютър, който да извежда и съхранява данните за последващ медицински анализ.

Подкожни импланти. В последните години се наблюдава тенденция в медицината да се използват импланти, които да доставят необходими дози от даден медикамент за дълги периоди от време като алтернатива на класическите до този момент начини за прием на лекарства. Този така наречен пасивен начин за приемане на дадени лекарствени вещества вече е показал невероятни резултати, що се отнася до контрацепцията.

Norplant е пример за такъв имплант, който е с размерите на клечка за кибрит и обикновено се поставя под кожата на една от ръцете на жената. Чрез отделяне на синтетичния хормон прогестин се осъществява уплътняване на слузта на шийката на матката, което спира сперматозоидите да стигнат до яйчниците.

Друга популярна употреба на този вид импланти са случаите на използването им при остеопороза. Имплантираният чип, който е свързан мрежово с лечебно заведение, освен че изпраща определено ниво на хормони, контролиращи заболяването, ежедневно „се консултира“ с медицинско лице, като предоставя възможност за мониторинг и корекция при необходимост от такава. Методът е припознат като *pharmacy-on-a-chip* (лекарства върху чип).

Последният вид имплантационен елемент, разглеждан в тази глава, е **МОЗЪЧНИЯТ имплант**. При този вид устройства е характерно това, че могат да бъдат поставяни както вътречерепно, така и отвън, в зависимост от терапевтичната нужда. Невронните импланти са технически системи, които се използват главно за стимулиране на части и структури на нервната система с помощта на имплантирана електрическа верига или записване на електрическата активност на нервните клетки. В резултат на това, устройството подобрява сетивата, физическото движение и паметта. За да се възстанови когнитивната функция, нервният имплант трябва да събере данни от определена област на мозъка, да обработи тази информация правилно, след което да предаде получения сигнал в друга мозъчна област, заобикаляйки увредената структура. Този процес изисква разбиране на това, как различните мозъчни региони общуват помежду си и как тази комуникация се променя, докато преминава през мозъчните клетки под формата на електрохимични импулси. Разглеждат се три вида мозъчни устройства (импланти): BCI – мозъчно-компютърен интерфейс, който най-общо казано представлява възможност за свързване на мозъка с външна компютърна система, и двата му подтипа – DBS (дълбока мозъчна стимулация) и NPs (невропротези). BCI бива разглеждан като метод, който има три различни вида на употреба – инвазивен, полуинвазивен и неинвазивен, което разкрива дали интервенцията е вътречерепна или отвън. Проследяват се плюсовете и минусите на всяка една от тези процедури спрямо ефективността при третирането на мозъчни структури. За пример – инвазивните методи, доставящи електрически импулси дълбоко в мозъчната кора, са с най-ефективен резултат, повлияващ определеното медицинско състояние.

Първа глава завършва с две подтеми, които са с особена важност, що се отнася до работата на мрежово-свързани импланти. Едната от тях е биосъвместимостта на имплантираните устройства, като тук се взема предвид биологичната реакция при контакта на тъканта с „чуждо тяло“ и стандартите за безопасност, които се ползват при извършване на имплантация.

Втората подтема е свързана с методите на електрозареждане на имплантираните устройства и какви са начините и възможностите за изграждане на устройства с по-дълъг живот на употреба.

Във **втора глава** се разглежда социалната значимост на медицинските импланти и, в частност, мозъчните устройства (в това число и импланти). Акцент е поставен върху идеята, че когато се обсъжда новата „наномедицина“, би било ограничено тя да бъде

свеждана единствено до територията на едностранчивото техническо обяснение. Съществено е да се обърне внимание и на персоналната и социална значимост на толкова важни медицински открития. Това означава да се разбере не само как тези устройства извършват своята работа, но и как променят психологически и емоционално човека, който се е оказал в ситуация на необходимост от тяхната употреба – пациента.

Голяма част от тази глава е насочена именно към това да обясни природата на човешкото съзнание и същност, за да може по-реалистично да се разбере ролята на мозъчните устройства като разпределители на информация и каква реална промяна те могат да внесат в ежедневието и способностите на нуждаещия се. Синтезирано се представя характерът на развиващите се технологични иновации в медицинската индустрия и в частност – в мозъчно-ориентираните терапии и подходи, като се загатва отношение между тях и морето от теории, свързани с разбирането на личностната идентичност и свободната воля.

В първата част на главата е посветена на понятието за *личностна идентичност*, преминавайки през различни гледни точки, отразяващи отделни перспективи в разбирането на това, което можем да определим като същност на личността. Разглеждането на теории за личностната идентичност на философи като Джон Лок, Бъркли, Дейвид Хюм и др. още в началото на главата поставя сериозни въпроси относно това, как трябва да бъде приемана и определяна идеята за наличие на личност у човека. Продължава се с интересни мисловни експерименти, в лицето на информационния философ Даниел Денет, който се стреми да изясни субстанциалната същност на индивидуалността на човека.

В края на първата част на главата се разглежда реален невропсихологически експеримент, при който се анализира състоянието на пациенти, болни от Паркинсон, претърпели имплантационна терапия. Двама от най-известните аналитични философи – Нейджъл и Парфит – са включени в тази „дискусия“, като чрез своите философски и невронаучни теории те се опитват да достигнат до истинни резултати спрямо същността и промяната на личността при подобни интервенции, като се опитват да верифицират своите твърдения чрез наблюдение на последвалото физиологично и ментално състояние у пациентите.

Втората част на тази глава е посветена на преглед на вариациите, които биват теоретично възможни при възприемане на идеята за наличие на свободна воля, а оттам и на свободен избор. След анализ на най-значимите теории по въпроса се дава път на

размишления относно важността и значимостта на подобен тип дискусия, като се извеждат изводи по тематиката с помощта на научни данни и факти. Отново се вземат предвид множество философски и психологически концепции, които са в основата на хуманитарно-научния спор *доколко е свободна личността в това да избира*. Проследяват се различните идеи на двете основни концепции по въпроса – детерминистични и интердетерминистични теории, даващи широк поглед върху същността на понятието за *свободна воля*.

Философско-психологическата част на главата завършва с илюстрирането на два реални експеримента, доказващи фактологическата липса на свободна воля. Това от своя страна е последвано от въвеждане на понятието за „практическа свободна воля“, която бива прононсирана като състояние на свободен избор с най-голяма значимост в действителното битие.

В третата част на глава втора е посветена на същността на технологиите в днешно време и какви са постиженията в тази област по отношение на повлияване на функционирането на човешкия мозък. Разгледани са различни иновации и как те функционират при отделните патологични състояния от психичен и неврологичен характер.

Коментирани са отново различните възможности за имплантационна интервенция и мозъчно-стимулационни методи. Всеки един от посочените в първа глава подходи в третирането на засегнати мозъчни участъци се разглежда през призмата на различни медицински състояния, които изискват сериозна терапевтична помощ – Алцхаймер, Паркинсон, депресии, Шизофрения, видове зависимости и др.

Идеята за употреба на мозъчни устройства за първи път се свързва с реализацията им като информационни разпределители. Това се случва чрез илюстрация, че на телесно ниво, тези апарати могат да служат за разпределяне и насочване на невро-информационни сигнали, чрез което да повлияват на физиологичното състояние на пациентите. Така тези устройства, в това число и импланти, влизат в ролята на инструмент, подпомагащ насочването на информационни частици, което насочване реално осъществява възстановителен ефект спрямо увредената мозъчна функция.

Основните задачи на втора глава са свързани с това, да се продължи анализа от края на първа глава спрямо медицинските ползи и евентуални вреди/заплахи от използването на мозъчни устройства, като смея да твърдя, че ясно е демонстрирана явната полза от употребата на подобни технически средства.

В глава втора е предложен и сравнителен анализ относно работата на различните мозъчни устройства, демонстриран при реални медицински състояния, като се дефинира тяхната информационно-обслужваща роля в процеса на третиране на увредени мозъчни структури.

Това мозъчно-технологично взаимодействие става неизбежен повод за въвличане и първи стъпки в осмислянето на петата основна задача на дисертационния труд, а именно – да се проучи процесът на информационно взаимодействие между медицинското мозъчно устройство и човешкия организъм, имайки се предвид, че всяка невро-стимулираща интервенция, която осъществява даден ефект върху физиологичното състояние на пациента, неминуемо се случва през информационно взаимодействие.

В **трета глава** е предложена социо-философската дискуссия на основата на медицински примери относно използването на технологични решения. Аргументирани са технически решения, потвърждаващи хипотезата за информационно-разпределителната същност на мозъчните устройства. След като в първа глава са разгледани възможностите на различни медицински устройства, функциониращи в човешкото тяло, а така също как някои от тях (например мозъчните) могат да допринесат за здравето и свободата на пациента чрез контролирано информационно насочване, в трета глава е поставен акцента върху техническата обосновка разпределението на информация от страна на мозъчните устройства.

Тук обширното разглеждане на същността на концепцията на Интернет на нещата е преход към изграждането на нов подтип мрежова екосистема. Изследват се начините за свързване на устройствата в една медицинска мрежова инфраструктура. Коментират се заплахите, които биха възникнали при препращане на толкова чувствителна информация, а също така и начините, по които тя може да бъде осигурена. В процеса на описание и анализ на компонентите на нова/иновативна здравноосигурителна система (базирана на IoT), се идентифицира и откроява основната роля на мозъчните устройства. Тази роля се базира на информационните процеси, които медицинските мозъчни устройства са в състояние да поддържат.

Основните задачи на тази глава са две: да се проучи процесът на информационно взаимодействие между медицинското мозъчно устройство и човешкия организъм, нещо, което във втора глава беше започнато и демонстрирано, що се отнася до третирането на определени мозъчни зони, засегнати от конкретно заболявания. Втората основна задача е да

се идентифицират и опишат информационните процеси, които поддържат даденото мозъчно устройство. Разрешаването на тази задача се състои в това, да изясни как това устройство може да функционира, не само като вътрешно-телесен разпределител на информация (втора глава), но и като разпределител, трансфериращ информация на големи разстояния – до лечебни заведения. По този начин се показва, че тези технически средства представляват медицински помощници в разпределяне на информация, чиято функционалност варира в различен мащаб спрямо необходимия пренос.

Глава трета започва с обстойно представяне на същността и характеристиките на „Интернет на нещата“. Важна за цялата тема е да се разбере смисъла на тази мрежова система, затова в дисертационния труд нейното разглеждане е силно застъпено. Основните причини за този интерес са новите възможности и новите хоризонти, които IoT разкрива. Тази нова област предполага изграждане на общности, в които обектите около нас – често наричани „умни обекти“ – могат да се свързват чрез интернет и да комуникират помежду си с минимална човешка намеса. Стратегическата цел е да се създаде технологична среда за подпомагане на потребителите, особено за хората в неравностойно положение, в която се интегрират виртуалният и физическият свят и където обектите около нас знаят какво ни харесва, какво искаме, от какво се нуждаем и действат без изрични указания.

„Интернет на нещата“ възниква като резултат на естествената еволюция на интернет, като от еволюционна гледна точка бихме могли да идентифицираме няколко етапа в развитието на интернет. В края на 60-те години на миналия век бе осъществена комуникация между два компютъра чрез компютърна мрежа. В началото на 80-те години на XX век беше разработен пакетът комуникационни протоколи TCP/IP, а комерсиалното използване на интернет започна в края на 80-те години на миналия век. Следващият етап се характеризира с възникването на World Wide Web (WWW), който става достъпен през 1991 г. Стандартизираната архитектура на WWW прави интернет изключително популярен, лесен за използване и стимулира бързото му разпространение. По-късно мобилните устройства, свързани към интернет, формират мобилния интернет. С появата на социалните мрежи различни групи потребители започват да използват интернет за връзка помежду си, като по такъв начин стават част от интернет пространството. Естествено е да се очаква, че в един следващ етап това пространство ще се разширява чрез интегриране на обектите около нас, които ще могат да се свързват помежду си (например машина към машина) и да комуникират чрез интернет.

Терминът „Интернет на нещата” първоначално е въведен от Кевин Аштън (1998 г.), като технология с потенциал за промяна на света, точно както този на самия интернет. След три години (2001 г.) MIT Auto-ID центърът представя своята визия за развитието на интернет. Понятието „Интернет на нещата“ (*Internet of Things, IoT*) официално бива въведен в доклада на Международния съюз по далекосъобщения (ITU) през 2005 г. Най-общо, IoT е изключително широко поле на развитие на комуникациите, предполагащо наличието и интеграцията на значителен брой разнородни технологии.

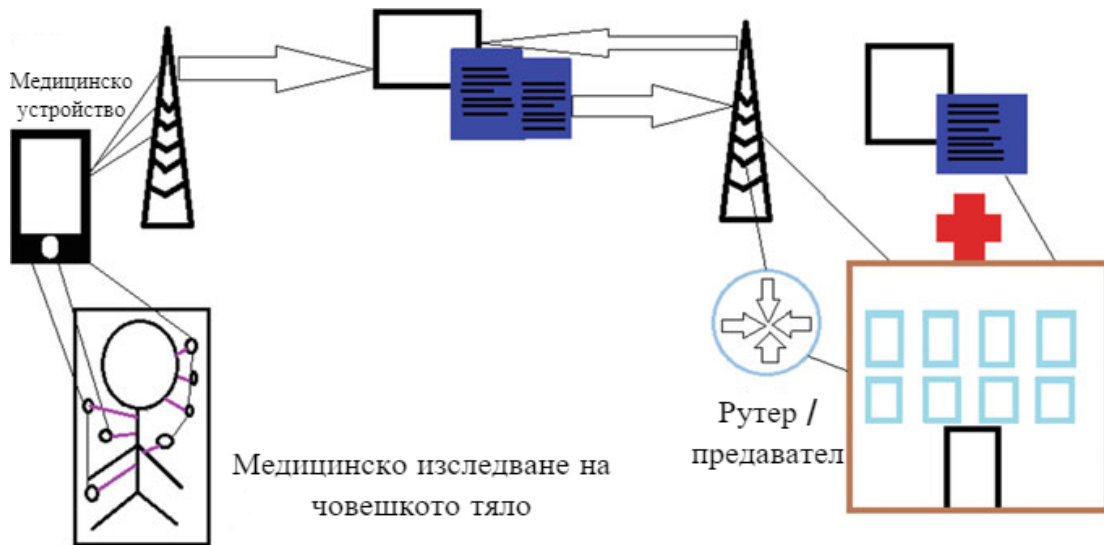
Концепцията „Интернет на нещата“ е базирана на идеята за устройства и вещи, притежаващи сетивност, осигурена от сензори и вградени RFID. Тази сетивност им позволява да възприемат самостоятелно данни от заобикалящата ги среда, след което да ги анализират, записват, обработват и обменят както самостоятелно помежду си, така и с хората. Този процес е обезпечен от IP базирани мрежи, които са обединени в онлайн платформи или „облачни“ системи (от англ. ез. Cloud systems), свързани чрез интернет. Те могат да предават обработената информация и данни към хората напълно самостоятелно или хората да ги изискват от тях, което е доказателство за самостоятелната комуникация на ниво човек/машина и машина/човек, с оглед идентифицирана при концепцията „Интернет на нещата“ възможност.

Мрежа на медицинските импланти

Мрежите на медицинските импланти (МБАН) са мрежи, свързващи тези устройства, които могат да бъдат носени *върху* или *в* човешкото тяло, комуникиращи с програматор и/или контролер, който се намира на разстояние и осъществява връзка с тях чрез безжичен комуникационен сигнал. Целта на използването на подобен вид мрежа е постоянното измерване и записване на физиологичните параметри на състоянието на пациента, необходими за диагностично-терапевтични функции. Резултати от тези данни могат да активират автоматично изпращането на команди посредством контролера, които да активират устройството за снабдяване на организма с определен електрически или химически импулс (лекарство). Предвид сериозността на подобен тип практика, трябва да се имат предвид две основни правила за функционирането на подобна мрежа:

- Устройство, имплантирано или поставено по тялото на пациент, може да бъде включено в подобен тип комуникационна структура единствено под ръководство на професионален и оторизиран медицински специалист.

- Тези мрежи могат да се използват само за диагностични и терапевтични цели.



Изображение 2. Модел на мрежа за предаване на информация между различните импланти/устройства между дома на пациента и болницата.

Мрежите, свързващи медицинските устройства, отварят вратата за мониторинг на пациенти посредством безжични и евтини преносими сензори. Старите кабелни системи за наблюдение затрудняват движението на пациента и увеличават шансовете за грешки или дори болнични инфекции. Днес обаче мрежата на медицинските устройства дава възможност болничните заведения да наблюдават много по-голям процент от населението и по-бързо да идентифицират събития, изискващи медицинска намеса.

Сигурността на предаваната информацията в мрежа, която обслужва медицински данни е особено важна, затова общият поглед над темата неминуемо трябва се насочва и в тази посока.

Потенциални кибернетични заплахи и уязвимости на медицински устройства

В началото на тази част заплахите, свързани с имплантируемите медицински устройства, са разделени на два основни вида: те могат да бъдат преднамерени или непреднамерени.

Непреднамерените са тези, които могат да възникнат без това да е планирано от външен злонамерен източник и включват:

1. дефектен софтуер (фърмуер);
2. смущения в електромагнитни сигнали, причинени от околната среда.

Преднамерените заплахи са свързани с умишлени действия и от своя страна включват неоторизиран достъп до софтуера на устройствата – злонамерен агент, който може да прихване и промени сигналите, изпратени безжично до медицинското устройство; DDoS атаки, които могат да бъдат стартирани с помощта на компютърен вирус, за да прихванат и придобият контрол над устройство, вследствие на което умишлено да забавят или да блокират неговите функции.

В този ред на мисли основните уязвимости на имплантираните медицински устройства може да се разделят в няколко основни категории:

- Ограничена мощност на батерията – допълнителните функции за сигурност често изискват повече енергия, отколкото може да бъде доставена от стандартната батерия;
- Отдалечен достъп – уязвим за експлоатация от злонамерен агент, който може да повлияе на способността на устройството да работи правилно;
- Безжична комуникация – създава предпоставки за проникване на неоторизирани потребители, способни да извършат действия по промяна работата на устройството;
- Некодиран трансфер на данни – некодираните данни са податливи на манипулация или кражба;
- Непроверен софтуер – увеличава шансовете устройството да бъде недостатъчно защитено към преднамерени или непреднамерени заплахи;
- Дизайн, базиран на по-стари технологии – съществува възможност софтуерът да е проектиран без достатъчно или каквито и да е защитни елементи;
- Невъзможност за актуализиране или инсталиране на корекции за сигурност.

Както се вижда от изображение 3, резултатите от подобни хакерски настъпление могат сериозно да засегнат човешкото здраве, когато някое от имплантираните устройства бъде засегнато.

Мотивациите и методите за атака над имплантирани устройства от страна на злонамерени лица са разнообразни, като по-значимите от тях са разгледани обстойно в разглежданата глава.



Изображение 3. Видове ефекти от хакерски атаки

От същинско значение тук обаче е друг фактор – как мозъчното устройство, в ролята си на разпределител и център на информационния пренос, може да повлияе положително върху обезопасяването на тези данни?

Първото от двете неща, които са важни осигуряване на добра архитектура за стабилно и сигурно свързване, е това да се изгради подходящ мрежов модел.

Мрежова осигуреност на сигнала

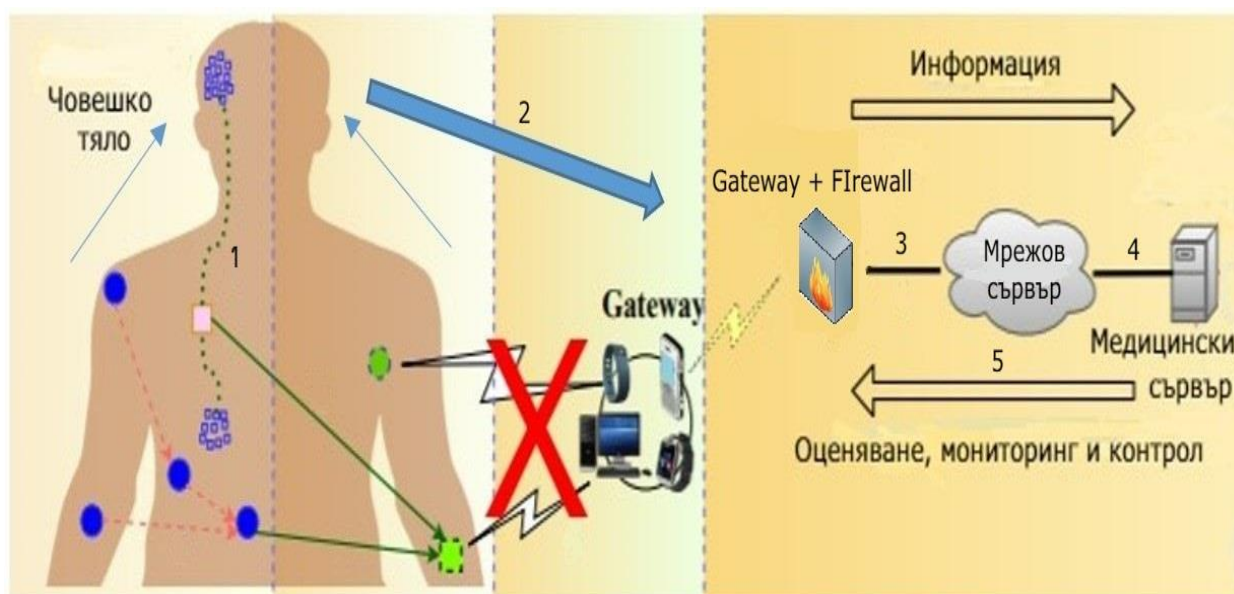
Във втората част на трета глава е демонстриран ефективен модел за предаване на медицинска информация, чрез който в най-голяма степен да се гарантира нейното безпроблемно и коректно прехвърляне. Мрежовата връзка между имплантите и медицинския сървър (в болницата) преминава през няколко етапа:

1. Всеки имплант в тялото изпраща своите данни към мозъчното устройство (ЕЕГ каска).
2. Мозъчното устройство обработва получените данни и ги капсулира в пакет, съдържащ ключ, генериран от софтуера за машинно обучение, приемащ мозъчните вълни.
3. Този пакет се насочва към gateway-а, който е снабден със защитна стена (firewall), която филтрира информацията, като по този начин повишава нивото на защита.

4. Оттам информацията бива насочена към мрежовия сървър на LoRa-WAN архитектурата, където информацията бива криптирана със стандарта AES (стандарт за криптиране).

5. Последният преход е към болничния сървър на съответното лечебно заведение, където чрез публичен ключ (симетрично криптиране) информацията бива декриптирана. След това чрез повторна обработка се декриптира и тази част, свързана със запис на мозъчните вълни. Полученият резултат се сравнява с пазения в архива на лечебното заведение модел на личността и при съответствие се приема като достоверен.

Цялата на тази мрежова картина се обяснява подробно в трета глава на дисертационния труд, като основните нейни части са следните:



Изображение 4. Мрежово насочване на ЕЕГ сигнала към медицинския сървър.

Кои мрежови устройства и стандарти/протоколи са способни да изградят този информационен пренос?

BLE

Има два различни типа Bluetooth технологии: Bluetooth Classic и Bluetooth Low Energy. Bluetooth Classic е технологията, с която много от хората са взаимодействали в живота си. Използва се за непрекъснато предаване на огромно количество данни на сравнително къси разстояния. Пример за това са безжични високоговорители, клавиатури и слушалки и т.н.: тези устройства използват технологията Bluetooth Classic.

Bluetooth Low Energy се използва за периодично предаване на по-малки пакети данни. Периодично е ключовата дума тук: BLE остава в режим на „заспиване“ по всяко време, освен когато взема участие в даден обмен на данни, което от своя страна намалява общата консумация на енергия. Тази промяна в оригиналната спецификация на Bluetooth позволява на производителите да създадат множество малки преносими устройства, които могат да работят до няколко години с много малка батерия.

Въпреки наличието на подходяща система за пренос на данни в, по и извън тялото, трябва да се намери и как тези данни могат да бъдат изпратени на по-голяма дистанция след като бъдат събрани в мозъчното устройство.

Навлиза се в модел, в който WiFi и Bluetooth може би не са най-добрите комуникационни технологии за приложения на Интернет на нещата (IoT). IoT се увеличава с всяка изминала година, като експертите предвиждат до 2025 г. да има 75 милиарда свързани устройства.

За да реализират това невероятно откритие, много нови играчи (компани) влязоха на територията на IoT. За много индустрии, включително доставки, селското стопанство, здравеопазването, енергетиката, градоустройство и др. Мрежите, поддържащи информационен пренос на голяма дистанция, нуждаещи се от ниска мощност (LPWAN), са подходящото решение.

Какво представляват широкообхватните мрежи с ниска мощност (LPWAN)?

Широкообхватните мрежи с ниска мощност, известни още като LPWAN, са безжични телекомуникационни мрежи. В сравнение с WiFi и Bluetooth, LPWAN е известен със способността си да предава малки пакети данни на невероятно далечни разстояния. Макар да не са удачен избор за неща като видео разговори или игри, LPWAN са предпочитан избор за приложения, включващи сензори с ниска мощност, които изпращат малки количества данни на дълги разстояния.

Една от най-популярните нови технологии за комуникация с IoT е LoRa (съкратено от *Long Range*), която работи с мрежовия протокол LoRaWAN.

Това, което се знае, е, че тази техника е отговорна за впечатляващото комуникационно разстояние, постигнато от платформата (световният рекорд е 436 мили).

Следващото изображение на практика показва какво решение може да бъде предложено за обединяване различните мрежови структури, вътрешнотелесната мрежа (импланти – мозъчно устройство) и външната (мозъчно устройство – болнично заведение).



Изображение 5. Чип, обединяващ функциите на LoRa и BLE технологиите.

Използвайки Cypress PSoC6 микроконтролер (MCU), базирана на хардуерна основа на Secure Element, показаното технологично решение обединява свързаността на ниско енергийната Bluetooth технология – (BLE) – с LoraWaN технологията за пренос на информация на големи разстояния. Този обединяващ чип е с миниатюрни размери и е идеален за употреба за нуждите на телемедицината.

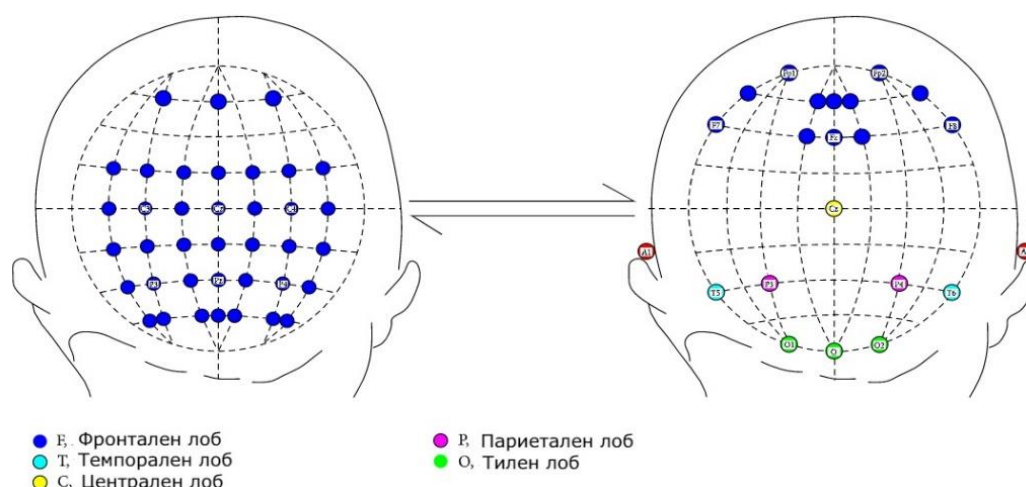
Защита на предавания сигнал

Биометричен начин на защита на трансферираната информация

През последното десетилетие биометричната информация се използва широко при идентифицирането и придобива все повече възприемане поради нейната надеждност и приспособимост. Съществуващите биометрични системи за идентификация се базират главно на уникални вътрешни физиологични особености на индивида, например лице, ирис, ретина, глас и пръстов отпечатък. Всички тези системи за идентификация, въпреки най-модерните системи за сигурност, които ползват, имат своите слаби страни – например протезните маски могат да осуетят разпознаването на лицето при идентификация, контактните лещи могат да излъжат разпознаване на ириса, вокодер (специален тип синтезатор, променящ начина, по който звучи гласът) може да доведе до компрометиране на гласовата идентификация, а филмите за пръстови отпечатъци могат да заблудят сензорите, които разпознават нашите пръстови особености. Всички тези примери ни показват, че въпреки технологичната иновативност на тези методи, тя има своите слаби страни и кара потребителя да се опасява от надеждността на подобни методи за защита на своите лични данни.

Личностната идентичност като ключ на биометричната сигурност

Наличието на личностна идентичност подлежи на много дискусии, съмнения и теоретични обосновки. Как наличието и открояването на човешката личностна идентичност може да бъде използвано като практическа реализация на информационно разграничаване и идентифициране? Системата, базирана на сигнали от EEG (Електроенцефалография), е нововъзникващ подход във физиологичната биометрия. Такива системи измерват индивидуалния мозъчен отговор на редица стимули под формата на EEG сигнали, които се явяват записи на множество електромагнитни, невидими и недосегаеми електрически невронни трептения, които са резултати именно от тези стимули. Този метод използва така наречения *headset* или „каска“, който да приеме различните мозъчни вълни, като уредът е изграден по такъв начин, че да отчете тези вълни, идващи от различни части на мозъка.

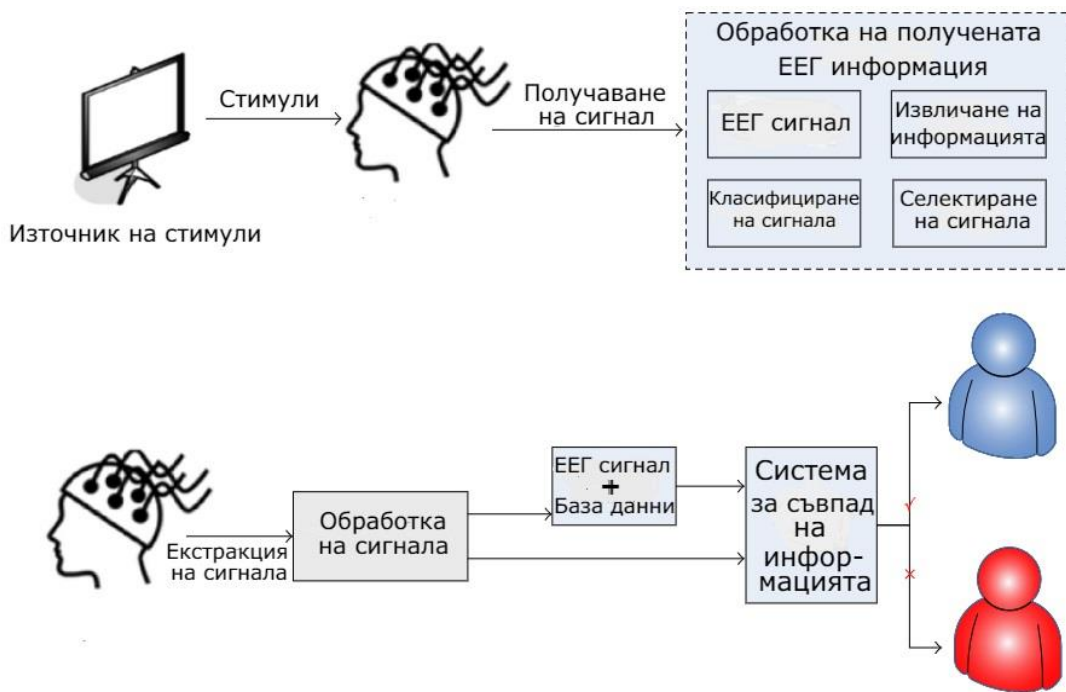


Изображение 6. Черепно разположение на EEG датчиците за отчитане на мозъчната активност.

Мозъчните вълни се делят на пет типа, като всеки от тях е резултат на различно човешко занимание или ситуация, в която организмът се намира. Този така наречен профил трябва да снее данните от лицето, когато то спи дълбоко, по-леко, когато е отпуснато, когато учи, общува, говори, мисли, спори, ядосва се, играе. При предварителната подготовка на мозъчно-психологическия профил на лицето, както се вижда от следващото изображение, то е изложено на определен вид стимул. Тук става въпрос както за стимул в смисъла на външно влияние – телевизор, ситуация, разговор, но и чисто неангажирани с определен „дразнител“ състояния – мисъл, почивка, сън. Всичко това е подробно изследвано и

записано в плана на вариативността на мозъчната активност, като полученият сигнал се обработва и селектира според определени класификация.

Този набор от информация бива записан и пазен в медицинския сървър, за да бъде аргумент за идентифициране при последващ постъпил сигнал. Сигналят, подаден от ЕЕГ-устройството бива обработен, подложен на съпоставимост с вече заложените възможни сигнали в базата данни на лицето и регистриран като валиден или не в системата за съвпад. При положителен отговор на системата сигналят бива приет като коректен, тоест – идващ от пациента. И не просто идващ от пациента, а коректно идващ от пациента – без чужди намеси по трасето. При отрицателен отговор системата не приема сигнала, който постъпва, за автентичен, като тук тя може да реагира и да даде сведения за несполучливия идентификационен опит като спомогне за установяване на злонамереното лице, опитало се да се представи за подател на сигнала.

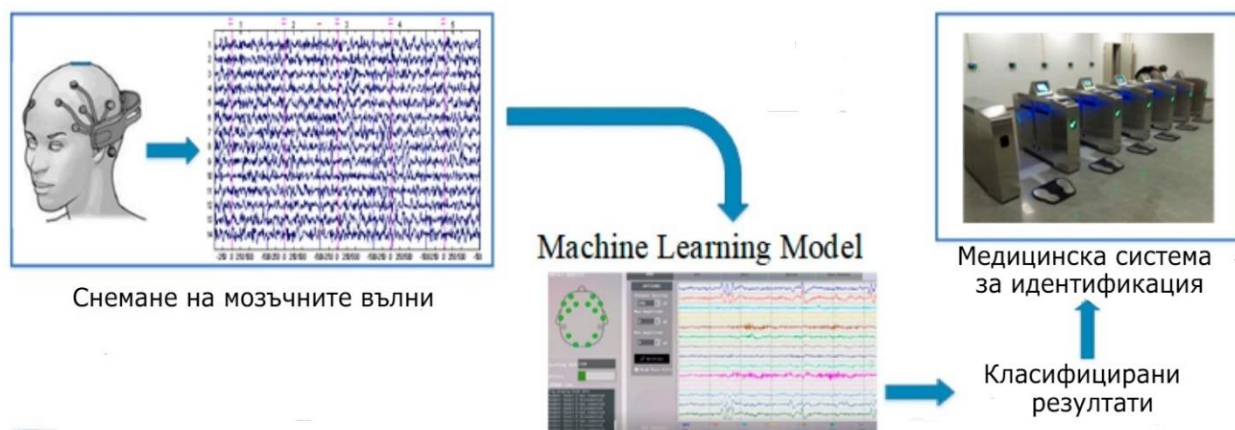


Изображение 7. Схема на действие на извличане и последваща идентификация за автентичност на получаваните ЕЕГ сигнали.

От особена важност за реализиране на тази схема, в частност – за реализиране на това класифициране на получените мозъчни вълни и превръщането им в информационно-профилен модел на даденото лице, има едно високо технологично устройство, за което ще

поговорим в следващите редове. Какво всъщност представлява това устройство, което получава мозъчни вълни и ги превръща в идентификационна информация?

Това е комбинирано устройство, което съчетава хардуерна база, използваща специален статистически алгоритъм, който чрез изкуствен интелект идентифицира подадената информация като валидна или не. Валидна в случая означава възможна, а възможна – спрямо събраната информация за реакциите и съответно мозъчните вълни, генерирани от даденото лице в различни ежедневни ситуации. Това е вид „предполагане“ на системата, като изследователските усилия в тази част на труда са насочени и към някои от основните така наречени класификатори на информация, които се използват за такъв вид анализ на постъпващата информация.



Изображение 8. Схема за подготвяне на профил на мозъчната активност на пациент.

В заключение, дисертационният труд разглежда темата за мозъчните устройства в контекста най-вече на медицинските нужди. Наред с имплантите, те са инструменти за положително въздействие върху физическото състояние на човека. Ако досега устройствата са разглеждани като част от „външния свят“, то чрез т. нар. нови технологии и най-вече смарт-технологиите те стават част от човешкото тяло, мозък и дори памет. Здравословното състояние вече няма да е нещо „скрито“, което да е зависимо от мястото и времето за да бъде „проверявано“ или „подобрявано“. „Умните“ устройства днес са в състояние да извършват дистанционен мониторинг и отдалечена намеса над жизнени функции в биотехнологична система, кооперирана успешно с IoT устройства.

Все повече здравни проблеми могат да бъдат контролирани или елиминирани благодарение на устройства, поставяни на точното място – *in* или *in vivo* човешкото тяло, *in vivo* или *in vivo* жив организъм. Без значение дали те използват химически или електрически импулси, или пък са просто датчици за мониторинг. Тези устройства са нов вид медицински помощници, които „живеят“ с приемника 24 часа в денонощието. Свързаността носи силно положителна конотация, като усъвършенстването на тези технологии в бъдеще ще позволи те да се превърнат в персонален здравен помощник на какъвто и да е жив организъм.

III. СПРАВКА ЗА ПРИНОСИТЕ В ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Научни-теоретични приноси

1. Представени са вече създадени възможности за медицински импланти и е описана тяхната функционалност и възможност за мрежова свързаност, като се представени възможните рискове при тяхната имплантация.
2. Идентифицирани са устройства, които попадат в категорията „медицински мозъчен имплант/устройство“ и са описани техните основни характеристики.
3. Направен е сравнителен анализ на медицинските мозъчни устройства като информационно-обслужващи разпределители.

Научно-приложни приноси

1. Анализирани са медицинските ползи и евентуални вреди от използването на медицински мозъчни устройства. Може да послужи като отправна точка в бъдещи изследвания, свързани с етичните въпроси при използването на импланти или мозъчни устройства.
2. Проучен е процесът на информационно взаимодействие между медицинското мозъчно устройство и човешкия организъм. Този анализ може послужи за бъдещи разработки спрямо развитието на киборг-възможности, обединяващи човешката биологична система с всякакъв тип технологични иновации.
3. Идентифицирани и описани са информационните процеси, които поддържат дадено медицинско мозъчно устройство. Това може да послужи за модел на практическо изграждане на медицинска мрежова връзка с най-високо ниво на сигурност.
4. В края на дисертационното изследване е изграден терминологичен речник като помощник за по-доброто разбиране на някои от специфичните термини в текста

IV. ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Николов, Никола. Влияние на мозъчните импланти върху личностната идентичност и свободната воля. В: Благополучие в дигиталния свят. София, Унив. изд. „Св. Климент Охридски“, 2017, ISBN: 978-954-07-4353-0, с.48-68
2. Николов, Никола. „Интернет на нещата“ в персонализирането на здравните грижи. В: Годишник на Софийски университет, Философски факултет, Книга Докторанти, том 3, 2018, ISSN 2534-935X, с. 249-281
3. Николов, Никола. Информационна свързаност на медицинските устройства от ново поколение в света на "Интернет на нещата: заплахи и решения". В Сборник от Втората общата докторантска конференция, Софийски университет, том 3, 2019, ISBN 978-954-07-4747-7, с. 162-174
4. Николов, Никола. Биологична приемственост и електрозахранване на медицинските импланти работещи в мрежата на „Интернет на нещата“ В Годишник на Софийски университет, Философски факултет, Книга Докторанти, том 4, 2019, ISSN 2534 - 935X, ст 355 – 369.