



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

Стамена Цветенова Кавръкова-Георгиева

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ХОЛОГРАФСКАТА ПАМЕТ В ИНФОРМАЦИОННИТЕ ХРАНИЛИЩА НА БЪДЕЩЕТО

Автореферат

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 (Информационно-
търсещи системи)

Докторантска програма: Информационно-търсещи системи

Научен ръководител: проф. дфн. Оля Борисова Харизанова

София, 2019

Дисертационният труд се състои от: увод, три глави, заключение, библиография и пет приложения.

Общият обем е 160 страници.

Текстът е онагледен с 3 броя диаграми, 23 броя изображения и 7 броя таблици.

Използваната литература обхваща общо 161 заглавия, от които 20 броя заглавия на български език, 140 броя на английски език и 1 на руски език.

Авторските публикации по темата са 3 броя на български език.

Защитата на дисертационния труд ще се проведе на/2019 г., от часа в Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в кабинет ... , бул. „Цариградско шосе“ 125, катедра „Библиотекознание, научна информация и културна политика“, Философски факултет, СУ „Св. Климент Охридски“

СЪДЪРЖАНИЕ

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	4
Актуалност и значимост на проблема	4
Обект, предмет, цел и задачи на изследването	5
Основна теза и изследователски хипотези.....	6
Изследователски подход и методи на изследване	7
Ограничения на изследването	8
II. СТРУКТУРА И СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД.....	9
Структура на дисертационния труд.....	9
Съдържание на дисертационния труд	10
IV. СПРАВКА ЗА ПРИНОСИТЕ В ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	27
Научни-теоретични приноси	29
Научно-приложни приноси	29
V. ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	30

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Актуалност и значимост на проблема

В последните две десетилетия информационните и комуникационните технологии навлизат все повече в човешкото ежедневие. Голям процент от световното население притежава освен персонален компютър, едно или повече смарт устройства, свързани непрестанно с Интернет. Достъпността на технологиите създава условия всеки потребител при необходимост и/или желание да се превърне в създател или източник на информация. В резултат на това обема на информацията в световен мащаб нараства непрекъснато. Това налага създаването на все по-големи и по-сложно устроени информационни хранилища.

Увеличаването на информационния обем поражда необходимост от устройства за запис и съхранение на информация с голям капацитет. До момента са създадени пет различни вида памети – механична, магнитна, оптична, магнитно-оптична и флаш. За всяка една от тях са създадени множество носители, които се различават както по устройство, така и по начин на работа, и капацитет на записване.

През 90-те години на миналия век започва бурно развитие на носителите на цифрова памет. Всяка година на пазара се появява нов модел, който да позволява на потребителите да записват, презаписват, съхраняват дългосрочно и пренасят своята информация. Голямото разнообразие води до пренасищане на пазара и объркване на потребителите поради факта, че различните носители са несъвместими помежду си. Тази криза налага промяна в начина на работа на компаниите производители – започват да се създават консорциуми за разработване на стандарти.

Въпреки че днес могат да се намерят носители на всички видове памет, само три вида цифрови памет (магнитна, оптична и флаш) продължават да се развиват активно с цел да удовлетворят нуждите на своите ползватели. Разработват се в две основни насоки – като основни, вградени памет и като преносими, външни памет. През последното десетилетие капацитетът им нараства многократно, но това не е достатъчно и те не успяват да се променят със скоростта, с която нараства информацията.

В опит да бъде разрешен този проблем се разработват нови видове памет, които да отговарят на необходимостта на потребителите за дълготрайно съхранение на големи масиви от информация. Холографската памет е една от алтернативите, която се отличава с голям капацитет, висока работна скорост и дълъг живот.

Обект, предмет, цел и задачи на изследването

Обект на изследване в настоящия дисертационен труд е информационното хранилище като концепция за съхранение на информация.

Предмет на изследване е холографската памет и нейните носители, като се отчита историята на развитие на обекта, съществените му свойства и значение за развитие на информационното общество.

Целта на настоящия дисертационен труд е да отговори на въпроса дали холографската памет би имала приложение в информационните хранилища в бъдеще, както и какви потенциално биха били те.

Поставени са следните *задачи*:

1. Да се дефинира понятието „информационно хранилище“ и термините, свързани с него.

2. Да се създаде хронология на съществуващите до момента носители на памет и да се изведат техните предимства и недостатъци.
3. Да се даде подробно описание какво представлява холографската памет, как функционира и какво е довело до нейното създаване.
4. Да се изведат приложенията на холографската памет, свързани с информационните хранилища и какви биха били преимуществата на техните носители пред традиционните носители.
5. Да се проучат бариерите пред усъвършенства и разпространение на технологията и да се отговори на въпроса защо все още не е достигнала масово производство.

Основна теза и изследователски хипотези

Според тезата на дисертационния труд, характеристиките на холографската памет я правят по-подходяща за създаването на големи и сложни информационни хранилища, от колкото съществуващите до сега паметни. Това се дължи на способността ѝ да записва много информация на малко пространство и на свойствата на нейните материали за запис.

Изследователската хипотеза е свързана с приложенията на холографската памет. Според нея технологията има широко приложение, както и множество ползи за обществото. Такива са събирането и съхранението на цялото човешко знание, подобряването на безпилотното управление на превозни средства, развитие на ИКТ като цяло и дори възможност за създаване на методи за запис на човешкото съзнание. Въпреки това, поради външна намеса, развитието на паметта умишлено се забавя или пази в тайна.

Изследователски подход и методи на изследване

За изпълнение на задачите на изследването и удовлетворяване на целта първо беше разработен проект за работа по темата, определящ стратегията на научното търсене. Проектът обхваща създаването на методологически, процедурни и организационни предпоставки за реализиране на изследването и отразява неговата логика. В тази връзка първоначално бяха осъществени три дейности: разработване на концепция на изследването, избор на изследователски методи, 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: подготовка за проучване на обекта, подготовка за проучване на предмета, реализиране на проучванията и реализиране на изследването чрез прилагане на адекватна методология.

В съответствие с целите и задачите на дисертационния труд, бяха използвани следните изследователски методи:

- проучване на научна, научно-популярна и популярна литература,
- сравнителен анализ на получените резултати от проведени проучвания на различни информационни източници,
- събиране, обработка и систематизиране на емпирични данни (количествени, качествени) за онагледяване на

резултати от проучвания и наблюдения за различни видове памет,

- операционализация на понятия (свеждане на теоретични понятия до емпирични, които могат да се изследват),
- прилагане на дескриптивен метод (наблюдение, идентификация, диференциация и типологизация),
- прогнозиране за ползите и вредите, които биха възникнали при бъдещо комерсиализиране на технологията.

Ограничения на изследването

Въпреки че първите опити за създаване на холографска памет са от 60-те години на миналия век, в дисертационния труд се разглежда развитието на холографската памет от края на 90-те години до наши дни. Това е наложено поради недостатъчното количество информация за по-ранните етапи на проучвания – част от нея е засекретена и не е достъпна.

В дисертацията не са разгледани чисто физическите и математическите модели на съществуване и работа на холографската памет. Те излизат извън рамките на темата, чиито акцент е практическото приложение.

Последното ограничение е свързано с хронологията на носителите на цифрова памет. Поради факта, че за те са неизвестно голям брой и за много от тях липсва достоверна информация, в създаването на сравнителен анализ и хронологичен модел бяха включени само тези, чиито характеристики могат да бъдат потвърдени от поне две места. Въпреки това, повечето от източниците включват форуми, блогове, брошури и любителски статии, което може да доведе до несъответствие в някои от количествените показатели.

II. СТРУКТУРА И СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Структура на дисертационния труд

Дисертационният труд е разделен на увод, три глави, заключение и пет приложения.

Първа глава е разделена на следните подтеми:

- Етапи в развитието на технологиите за обработка на информация
- Основни понятия, свързани със съхранението на информация
- Информационно хранилище – дефиниране на понятието
- Сравнителен анализ на различните носители на памет
- Развитие на носителите на памет

Подтемите във втора глава са:

- Холография – същност и развитие
- Създаване и развитие на холографската памет
- Развитие на оптичните носители на памет
- Разработчици на холографска памет
- Примери за носители на холографска памет
- Устройства, необходими за работата на холографската памет
- Основни процеси, свързани с холографската памет
- Разлики между холографската памет и останалите памет
- Материали за съхранение на холографска памет

Трета глава е разделена на следните подтеми:

- Предимства на холографските носители на памет
- Недостатъци на холографските носители на памет
- Приложение на холографската памет

- Възможни ползи за обществото
- Възможни вреди
- Кога може да се очаква създаването на масово достъпна холографска памет
- Бариери пред развитието на холографска памет

Съдържание на дисертационния труд

В **увода** е обоснована актуалността на темата, дефинирани са обект, предмет, цел, задачи, методология на изследването. Описано е състоянието на изследванията по темата на дисертацията, както и основните източници на изследване като са разгледани основните типове литература, където може да се намери информация за холографската памет. Формулирани са изследователска теза и хипотеза, описана е и структурата на дисертационния труд.

В **първа глава** на дисертационния труд се разглежда развитието на концепцията за цифрова памет и различните начини за съхранение на информация от античността до наши дни. Условно могат да очертаят следните 4 етапа, описани в таблица 1 – предмеханичен, механичен, електромеханичен и електронен.

За целите на дисертационния труд се обръща внимание на последния етап, като се вземат в предвид определенията за информация, данни, запис, компютърен файл, както и начините на превръщане на аналогова в цифрова информация, посредством кодиране.

С цел определяне на значението на понятието „информационно хранилище“ е проведено обстойно търсене както в специализирана научна литература, така и в интернет пространството, в качеството му на отражение на актуалните разбирания на масовия потребител по темата. Поради факта, че няма еквивалент на термина в английския език, за търсене бяха

използвани следните синоними – data warehouse, information storage, data storage, information repository, data repository, information storage and retrieval system.

Таблица 1. Етапи в нарастването на количеството информация

Етап	Специфика
Предмеханичен	<p>До XV век.</p> <p>Знания или сведения за заобикалящия свят и обществото. От оцеляване, норми за поведение (митове и легенди) до обработка на данни за нуждите на статистиката и счетоводството.</p>
Механичен	<p>От XVI до XIX век.</p> <p>Йоханес Гутенбер – печатна преса (около 1439) Вилхелм Шикарт – механично-сумираща машина (1623-1624). Блез Паскал – Колелото на Паскал (1642-1645). Самуел Мореланд – повтарящите се събирания чрез Колелото на Паскал (1666). Готфрид Лайбниц – стъпков цилиндър вместо лост в Колелото на Паскал (1692). Принципът се използва и в някои изчислителни устройства през XX век.</p>
Електромеханичен етап	<p>от XIX до средата на XX век.</p> <p>Чарлз Бабидж – Диференциална машина (1822). Херман Холерит – Сортираща машина (1890). Използвана е за преброяване на населението</p>
Електронен етап	<p>От 1939 г. до наши дни</p> <p>Клод Шанън – посочва възможностите за използването на булева алгебра (1938) Джон Атанасов и Клифърд Бери – Компютър ABC (1939) Хауърд Айкен – HARVARD MARK I (1944) Джон Мокли и Джон Преспер Екер – ENIAC (1946). Първата електронно-изчислителна машина Джон Фон Нойман, Артър Бърк и Херман Голдстейн – формулиране на основните принципи и архитектура на електронно-изчислителните машини</p>

В резултат на това проучване се достигна до извод, че не съществува единно определение, както и идея за това какво представлява информационното хранилище. Възникна нуждата от създаване на единна дефиниция, която да обхваща максимално разбиранията за него:

„Колекция от потребителски файлове и/или данни, разделени по определена тематика, организирани по начин, който позволява последващо автоматизирано извличане на информация от тях с цел намиране на отговори на конкретни въпроси“.

Структурата и начинът на организация на работата на едно информационно хранилище могат пряко да зависят от средствата за неговото съхранение. За да се избере най-подходящата технология, е необходимо познаване на различните възможности. От създаването на концепцията за цифрова памет през края на XIX век до наши дни за масово използване са налични пет вида памети – механична, магнитна, оптична, магнитно-оптична и флаш.

Характеристиките и начинът на работа на всеки един от носителите на памет е различен. За да може да се направи избор за най-подходящия от тях, е създаден сравнителен анализ на най-масово използваните носители в нашето съвремие. За целта са изведени техните характеристики, които могат да бъдат сравнени количествено и качествено. Те са групирани в следните категории:

- Цена – за сравнение е използван показателят „долар за гигабайт“, който се изразява с единицата „\$/gb“. В анализа е използвана усреднената цена за всеки един носител, която е взета на базата на каталози на големи магазини за техника. При компактдискете цената е изчислена на базата на цената за мегабайт, поради факта, че размерът им не надвишава 800 MB
- Размер на паметта и големина на записващите сектори – Разликите между различните носители на памет са най-

осезаеми за тази характеристика, защото тя се определя от начина на работа на носителя. Различните технологии и различните материали, използвани за записване имат лимити за максималния размер на записаната информация. Вариацията е между 800 МВ и 15,36 ТВ. От големината на секторите зависи количеството информация, което може да се разположи в паметта – колкото са по-малки те, толкова повече информация може да се запише.

- Скорост на достъп до информацията и скорост на четене/писане – използваните мерни единици тук са „ms“ (милисекунда), означаваща времето, необходимо за достъп до определена част на паметта и МВ/s (мегабайт за секунда), от който зависи скоростта на записване. Колкото е по-висока скоростта на записване и четене, толкова по-бързо се обработва информацията от носителя. Колкото е по-малко времето за достъп, толкова по-бързо се достига до желаната от потребителя информация. При магнитните и оптични носители на памет има още един показател, от който зависи скоростта на работа – скорост на въртене. Той се измерва в обороти за минута („rpm“) може да достигне до няколко хиляди.
- Възможност за презаписване на информацията – носителите на памет имат различни ограничения относно презаписването на информация. Някои позволяват еднократен запис без презапис, други определен брой презапис. Възможността на носителите се измерва в брой цикли, които варират между 1000 и 100 000. Магнитната памет е единствения вид, чиито носители позволяват неограничено изтриване и записване на нова информация.
- Физически размер – От този показател пряко зависи колко физическо пространство трябва да бъде заделено за съхранение на самия носител. Докато в миналото първите

магнитни памети са заемали цяла стая, в днешно време размерът им се измерва в сантиметри. С навлизането на преносимите устройства, се създават стандарти за носителите на памет, които не надвишават 10-12 см. Това е важно да се вземе в предвид, защото при съхранението на големи масиви информация се налага използването на много носители, а всеки един от тях има различни изисквания към заобикалящата го среда. Колкото по-малки са носителите, толкова по-малко физическо пространство ще трябва да бъде приспособено за използването им.

- Трайност на данните, продължителност на живот и влияние на околната среда – тези три показателя пряко зависят върху информационното хранилище. Ако то е предназначено за дългосрочно съхранение на информация, трябва да се подберат такива носители, чиято продължителност на живот е дълга и не се влияе от околната среда. Поради различните качества на материалите, от които се изграждат носителите, техният живот може да варира между 5 и 200 години. Повечето от тях са чувствителни към промени в условията на съхранение – наличие на пряка слънчева светлина, температурни промени, влажност, вибрации, механичен контакт с други предмети. Те не само, че могат да намалят продължителността на живот на носителя, но могат също така да повредят или безвъзвратно да изтрият записаната информация.
- Предимства и недостатъци – изведени са на базата на предишните шест показателя. Поради различните им конструкции, начин на работа, материали за записване и изисквания към околната среда, може да се заключи, че всяко едно устройство е подходящо за различна цел. За да се избере носител за едно информационно хранилище, трябва първо да се определят неговите цели и начин на работа. След това,

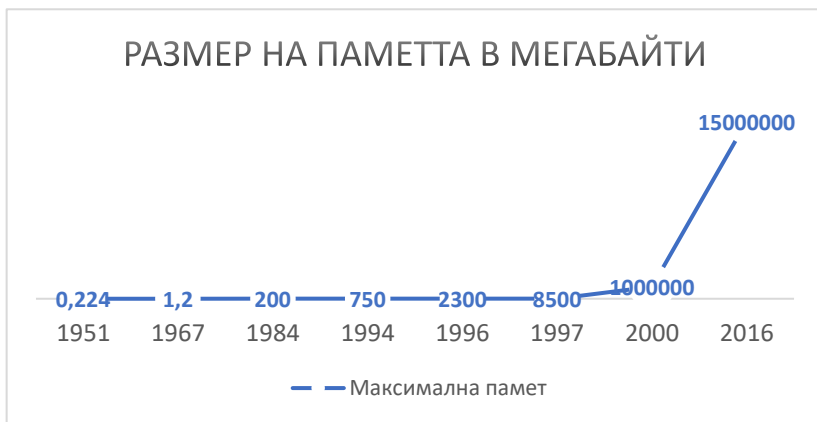
според тях може да се подберат един или повече носители на памет, които да имат необходимите характеристики.

От създаването си до сега, носителите на памет са се развили в две основни направления – вътрешни (основни) носители и външни (преносими). Вътрешните носители са тези, които са включени в архитектурата на едно цифрово устройство, като памет за съхранение на операционна система и основни програми, без които устройството не може да функционира. Външните са такива носители, които могат да се добавят и премахват по всяко време, без това да наруши работата на цифровото устройство.

Развитието на вътрешните носители на памет е сравнително праволинейно – има няколко основни производители, които най-често произвеждат и компютърен хардуер. Предлагащите продукти се различават съвсем леко, но в общия случай могат да бъдат взаимнозаменяеми. Физическите им характеристики са стандартизирани в два стандарта – за вграждане в настолен компютър и за вграждане в преносимо устройство. При тях се работи основно за подобряване на характеристиките и начините на работа, не толкова за създаване на нови устройства. Страната, лидер в развитие на подобни носители е САЩ.

За разлика от вътрешните носители на памет, външните се развиват много по-динамично, като при тях се наблюдават периоди на пикове и спадове. Производството е изнесено предимно в азиатските страни, като сред тях като лидер се откроява Япония. Поради множеството несъвместими разновидности на носители на преносима памет, се появява необходимост от създаване на стандарти, които да се прилагат при разработването на нови устройства. Създават се консорциуми и сдружения на компаниите производителки, които със съвместни усилия работят за подобряването на характеристиките на вече съществуващите носители на памет и създаването на нови такива.

Диаграма 1. Нарастване на максималния размер компютърна памет спрямо създадените през посочените години устройства



Постоянно нарастване на нуждата от съхранение на информация води до създаването на носители с все по-голям капацитет. На диаграма 1 ясно се вижда как през последните 30 години развитието се ускорява значително и резултатите надвишават в пъти постигнатото до този момент.

Създаването на компютъра, развитието и усъвършенстването на ИКТ, създаването и разрастването на Интернет създават предпоставки хората да цифровизират своя свят, свързвайки почти всички аспекти на ежедневието си с виртуалното кибернетично пространство.

Въпреки постоянната еволюция на съществуващите цифрови памет, те не могат да отговорят достатъчно бързо на изискванията на потребителите. На дневен ред все по-често стои проблемът за физическото съхранение на постоянно увеличаващия се световен информационен масив.

За да се реши този проблем е необходимо да се развие нов вид цифрова памет, чиито характеристики отговарят на нуждите и желанията на своите ползватели. Освен това носителите на новата

памет трябва да могат да позволяват многократно презаписване на информация, да работят бързо, да имат дълъг живот и да са на достъпна цена. Отговарянето на всички тези изисквания е предизвикателство пред учени и производители, което при успех би довело до създаване на продукт, по-успешен от всички до сега комерсиално разпространени носители на памет.

Във **втора глава** са разгледани причините за възникване, спецификите, начина на работа на холографската памет, както и компаниите, занимавали се активно с разработката ѝ, и примери за холографски носители на памет.

Холографията е описана като явление през 1947 г. от Денис Габор, като името произлиза от две гръцки думи и буквално означава „описване на цялото“. За разлика от фотографията, която записва само интензитета на обекта, превръщайки го в двуизмерно изображение, холографията записва информация за фазата на вълната, като по този начин позволява реконструиране на триизмерен образ.

Благодарение на изобретяването на лазера през 1962 г. холографията много бързо започва да набира популярност. По-късно се измислят цветната холография и технологията за шамповане на интерферентни модели, което води до лавинообразно разпространение на холограмите. Те се появяват по кориците на списания, като илюстрации в книги и дори като бижута и сувенири. Въпреки че очакванията са те да присъстват в ежедневието на всяко домакинство, холограмите не успяват да се развият достатъчно бързо, за да задържат обществения интерес и постепенно са изместени.

Година след изобретяването на лазера започват експерименти за записване на цифрова информация, посредством използване на холографския принцип – пресичане на два лъча и записване на получения на пресечната точка интерферентен модел. Не са налични много данни за развитието на холографската

памет преди 90-те г. на XX век. През 1994-1995 г. американската агенция DARPA създава два консорциума, чиято цел е създаването на напълно функционираща холографска памет. Повечето документи от работата им е засекретена, но въпреки това, в резултат на пазара се появяват първите носители.

С цел по-добро разбиране на функционирането на холографската памет е обърнато по-специално внимание на развитието на носителите на оптична памет. Описани са начините на работа на различните носители и се проследява промяната в характеристиките им. Като илюстрация са използвани осем носителя на памет, които ясно показват разликите и степените на развитие на технологиите.

Разгледани са седем компании, които са работили за създаването на масово разпространен носител на холографска памет. Това са Aprilis Inc., Inphase, Akonia Holographics LLC, IBM, Rockwell, Hitachi и General Electric. Повечето от тях са участници в консорциумите на DARPA и разработките им в областта датират от този период. Японската компания Optware и сдружението HVD Alliance умишлено са изключени поради липса на достатъчно информация за тяхната дейност.

Най-дейни в областта са американските компании Aprilis Inc. и Inphase. Заедно те имат над 200 патента в областта. Те успяват да създадат и разпространят на пазара първите холографски носители на памет. За съжаление и двете компании имат сходна съдба – малко след пускането на първото поколение носители и преди реализацията на плановете за второто, следва фалит и изкупуване от други компании.

Въпреки неуспеха на различните производители да създадат носител на холографска памет, който да бъде комерсиално разпространен, на пазара се появяват два носителя и прототипи за още два. Техните характеристики изглеждат недостатъчни, в сравнение на тези на наложилите се на пазара

носители, но те много добре илюстрират какво представлява тази памет и какви са нейните приложения.

За да се разбере начина на работа на холографската памет, трябва да се обърне внимание на устройствата, необходими за нейната работа. Както и при другите паметни при различните носители компонентите могат да варират, но в най-общия случай те са 7 – лазер, разделител (beam splitter), огледала, лещи, пространствено-светлинен модулатор (SLM), записващ материал и зарядно-свързан прибор (CCD). Те участват и в трите основни процеса, свързани с работата на холографската памет – запис, четене и търсене на информация.

За да се създаде холографски запис, първо информацията преминава през пространствено-светлинния модулатор, където се превръща в изображение, съставено от светли и тъмни пиксели. След това се генерира достатъчно мощен лазерен лъч, който преминава през разделител, където се разделя на две половини – информационен и референтен лъч. Информационният лъч минава през SLM, улавя в себе си създаденото изображение и го отнася върху записващия материал. В същото време, с помощта на система от лещи и огледала, референтният лъч заобикаля SLM и се насочва също към записващия материал, но под различен ъгъл. На мястото, където двата лъча се пресичат, се създава интерферентен модел на информацията.

За да бъде прочетен един запис, се използва процес, сходен с този на записването, но обърнат като последователност. Референтният лъч осветява носителя и когато достигне до интерферентния модел, се пречупва през него, пресъздавайки информационния лъч. Той бива засечен от зарядно-свързания прибор, който „разчита“ картината и преобразува тъмните и светли пиксели обратно в поредица от битове.

За разлика от другите видове паметни при холографската информацията се записва не бит по бит, а на страници, като всяка страница може да съдържа хиляди битове. Това прави процесите

по запис и четене в пъти по-бързи, което само по себе си е предимство пред комерсиално разпространените носители.

Друга съществена разлика е възможността за съдържателно-ориентирано търсене. Докато при познатите носители на памет може да се търси информация само по адреса на записа, при холографската може да се провери дали дадена информация е записана. Това се случва като се създаде информационен лъч, който да освети носителя. Ако информацията е записана, лъчът се отразява, пресъздавайки референтния лъч. Предимство е, че ако има няколко записа, които съдържат в себе си търсената последователност битове, ще се пресъздадат толкова лъча, колкото и записа. Колкото е по-ярък референтният лъч, толкова по-пълно е съвпадението.

Съществуват множество различни материали, върху които да се запише холографска информация. Няколко примера включват литиев ниобат, литиев танталат, титаниев микрофилм, кварцово стъкло и желатин. В основата на възможността им за съхранение на информация стои фоторефракционната (отражателна) способност, която определя както капацитета, така и начина на записване.

Един от основните проблеми на материалите е свързан с възможността им за дълготрайно съхранение на информация. Поради факта, че при запис, материалът се осветява неравномерно, според модела на данните, в него се създават вътрешни електрически полета, които водят до промяна на индекса на отражение. При четене, носителят се осветява равномерно от референтния лъч, което води до изтриване на записаните данни след тяхното прочитане. При различните материали съществуват специфични методи за справяне с този проблем, като част от тях включват легиране на носителя или покриването му със защитен слой от различен материал.

Оптичните памет и техните носители, подобно на всички останали не престават да се усъвършенстват, за да догонят

нуждите и изискванията на своите потребителите. Те се развиват, като достигането до лимита на едно разклонение води до създаването на нови. Едно от нововъведенията в областта е използването на принципите на холографията, създавайки холографска памет.

Най-голямата разлика между холографската и оптичната памет е в начина на запис на информацията. Докато при оптичната памет лазерът пише и директно по повърхността на носителя, то при холографската записът се осъществява с помощта на два лъча и система от огледала и лещи, които позволяват да се пише в дълбочина, разделяйки носителя на множество записващи слоеве.

През последните 50 години различни компании се занимават с доразвиването на тази техника, но до днес единствено Aprilis Inc. и InPhase успяват да пуснат продукт на пазара. Проучванията не спират – създадени са прототипи за още два носителя – холографския вариант на DVD – HVD и нейната алтернатива холографската карта HVC.

Въпреки че досегашните опити за създаване на устройство за съхранение на холографска памет, което да може да бъде разпространявано комерсиално, не се увенчават с успех, работата в областта продължават. Разработките върху 5D записа върху стъкло на учените от университета в Саутхемптън са обещаващи. Техният труд дава нови възможности за съхранението на информационни хранилища, способни да съберат в себе си от личните файлове на един отделен човек до цялото човешко знание.

В трета глава на дисертацията се разглеждат предимствата и недостатъците на холографските носители на памет пред съществуващите в момента носители, нейните практическите приложения, възможни ползи и вреди за обществото, както и перспективи за развитието ѝ.

Най-голямото предимство е свързано с капацитетът на запис, който се измерва не в бит на квадратен инч (b/inch²), а в бит

на кубичен (b/inch³). Това позволява създаване на устройство с компактни размери, което би спестило физическо пространство. Друго предимство е бързия достъп до информация, което е стотици пъти по-бързо от останалите и се измерва в милисекунди, вместо в микро.

Потенциала за дълъг живот на някои от записващите материали, както и липсата на движещи се части, които да са в пряк контакт с тях, осигуряват безопасна среда за дълготрайно съхранение на информация. Рисковете за изтриване поради фактори на заобикалящата среда са сведени до минимум. Съдържателно-ориентираното търсене, от своя страна позволява по-бърз и лесен достъп до наличните записи.

Разбира се, съществуват и недостатъци, свързани с използването на холографска памет за физическо съхранение на информационни хранилища. Първият съществен недостатък е високата цена на носителите, преди достигане на масово производство. Това, съчетано с необходимостта от специализирани устройства за четене и запис, значително оскъпяват използването. Третия недостатък е свързан с необходимостта от време за достигане на стабилна версия на устройства на холографската памет. Инвестицията в устройство за дългосрочно съхранение, което след няколко години може да се окаже остаряла версия и трябва да се замени, не е по силите на всеки потребител.

Съществуват много и различни приложения на холографската памет, заради които си струва да се „прегледнат“ нейните недостатъци. Възможността за безопасно и дълготрайно съхранение на големи масиви от информация я прави особено подходяща за носител на информационни хранилища. Това е приложимо за съхранение на колекциите на библиотеки, архиви и други институции, чиято цел е събиране и съхраняване на информация. Създава се възможност за събиране и

централизиране на световното знание, като по този начин достъпът до него се улеснява.

Друго потенциално приложение, което може да се достигне от развитието на холографските носители е използването им за физическа среда на облачните технологии. Големия капацитет на запис би позволил използването на по-малко устройства и съответно, по-малко разходи за тяхното закупуване и съхранение. Скоростта на работа би повишила качеството на предлаганите услуги и би ги направила по-лесни за едновременно използване от голям брой потребители.

Възможността за съдържателно-ориентирано търсене би улеснило и ускорило процесите, свързани с извличане на информация от данни (data mining). То би било особено полезно за намиране на модели и закономерности в данните, което би улеснило техния анализ. Друго пряко свързано приложение е в развитие на изкуствения интелект и в частност, компютърното зрение. Лесното разпознаване на модели би позволило по-бързото разпознаване на изображения – свойство, използвано при безпилотно-управляваните апарати и системите за навигация.

Скоростта на работа и големия капацитет на запис прави на холографските носители на памет подходящи за интегриране в архитектурата на суперкомпютрите и би спомогнала за скоростните им изчисления, които се измерват в операции за секунда (flops per second) и днес могат да достигнат 10^{15} операции.

Последното потенциално приложение, описано в дисертационния труд е свързано с хипотезата, че мозъкът съхранява своята информация, под формата на електромагнитни холограми. Това дава надежда, че в бъдещето може да се създаде такъв носител на холографска памет, който да може да съхрани човешкото съзнание и спомени. По този начин на множество дегенеративни заболявания, свързани с паметта, ще може да се противодейства и да се създаде по-добър живот за хората, страдащи от тях.

Ползите за обществото, свързани с тези приложения са основно свързани с възможността за съхранение на човешкото знание на едно място. Улеснения достъп до него би позволил на бъдещите поколения по-добро разбиране на историята. Също така, това би спомогнало за развитие на всички останали науки. От една страна могат да се използват единни информационни хранилища, в които учените да имат достъп до всички открития и нововъведения, а от друга самите свойства на холографската памет могат да се приложат в множество вече съществуващи технологии и това да доведе до тяхното развитие.

Съществуват няколко потенциални вреди, свързани с неправилната употреба на технологията. Поради своята първоначална цена носителите могат да станат причина за дигитално разделение и неговия аспект – дигитална неграмотност. Част от хората няма да могат да си позволят да притежават най-новите устройства или няма да са способни да разберат начина им на работа и как да ги използват.

Наличието на възможност за съхранение на всичко, би създадо предпоставки за загуба на критично мислене. Потребителят ще бъде заринат с информация, чието пресяване може да се окаже невъзможно за него. Това би му повлияло повече негативно, от колкото позитивно.

Друг аспект на събирането на много информация е възможността за попадането ѝ в неправилни ръце. В днешно време е обичайна практика да се събира информация за хората с цел маркетинг и реклама, поради което съществуват хранилища за лични данни. Не е изключена злонамерена употреба, която може да бъде спрямо един индивид, определени социални слоеве или спрямо човечеството като цяло.

С цел да се създаде прогноза за очакваното създаване на холографски носител на памет, който да достигне пазара, са разгледани причините и периодите на създаване и развитие на останалите цифрови паметни.

На диаграма 2 се ясно се вижда стъпаловидното развитие на паметите. На базата на проучване на хронологията на създаване на носителите на памет, може да се очертае модел, според който на всеки 20 до 40 години след създаването на една памет, се създава нейна алтернатива, като тенденцията е за намаляване на тези срокове. Следвайки този модел, и вземайки в предвид мнението на един от водещите изследователи в областта днес, може да се очаква, че до 10 години на пазара ще се появи холографски носител на памет, който да успее да стане масово популярен.

Диаграма 2. Поява и залез на различните видове носители на памет



Основните бариери пред това да се случи по-рано са две. От една страна цената за производство все още е много висока, поради специализираната апаратура, използвана за създаването на носителите. Необходимо е още време, за да се измисли начин как да се преодолее този проблем, за да може полученият продукт да е напълно конкурентноспособен.

Другата основна пречка е приложението, което холографската памет има във военното дело. Опитите за използването ѝ за компютърно зрение показват, че тя е много подходяща за управление на безпилотни апарати, както и системи за навигация, и насочване. Това е причината и повечето опити в областта да са финансирани от военните. Поради този факт, голяма част от информацията за холографската памет и развитието на нейните характеристики липсва, като най-вероятно част от нея е засекретена. Въпреки че не може да се твърди със сигурност, липсата на информация за холографската памет в последните 10 години може да бъде използвана като косвено доказателство за нейния успех.

Холографските носители на памет се открояват със своята издръжливост на външни влияния – те не се драскат лесно, издържат на високи температури и влажност, а някои от тях позволяват работа в условия на движение и вибрации. Освен физическата издръжливост, те предоставят възможност за триизмерно съхранение на информация, което води до по-голяма компактност на носителите ѝ, както и възможност за многократно увеличаване на скоростта на работа. Докато традиционните паметни четат и записват бит по бит, холографската памет извършва тези процеси със стотици битове едновременно.

Развитието на холографската памет би донесло различни ползи за човечеството. Създаването на големи и разнообразни информационни хранилища би могло да доведе до нова индустриална революция, по-добро познаване и разбиране на историята от страна на бъдещите поколения. В противовес са и възможните негативи - цифрово разделение и цифрова неграмотност, загуба на критично мислене или събиране на много и чувствителна информация, която да се използва за нечисти цели.

За да бъде съхраняването на информация в полза на обществото, а не в негова вреда трябва да се помисли за всички възможни последствия и за тяхното избягване. Запазването на

знанието е важно, но човешката свобода, лично пространство и неприкосновеност също не са за подценяване.

В заключението са описани накратко изводите от предходните три глави. Поради факта, че целта на дисертационното изследване е да се отговори на въпроса дали има приложение холографската памет в информационните хранилища на бъдещето, изброените в заключението 6 приложения доказват, че целта е изпълнена. Наред с това са описани изпълнените задачи, чиито резултати потвърдиха първоначалните теза и хипотеза на изследване.

В приложение едно е представена хронологията на създаване и развитие на четири от петте вида цифрова памет от края на XIX век до наши дни. Включена е информация за страната на създаване, създателя, както и най-разпространените приложения.

В приложение две е обърнато по-специално внимание на хронологията на развитие на оптичните носители на памет. Включена е същата информация като при останалите 4 вида цифрова памет.

В приложение три са изброени 17 характеристики на различните носителите на памет, които могат да бъдат сравнени количествено и качествено.

В приложения четири и пет са включени кратки интервюта с двама специалисти в областта на изследване на холографската памет и нейните вариации, взети във връзка с разработването на настоящата дисертация.

....

IV. СПРАВКА ЗА ПРИНОСИТЕ В ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Научни-теоретични приноси

- 1 Дефинирано е определение на понятието „информационно хранилище“.
- 2 Направен е сравнителен анализ на технологии за различни видове памет и идентифициране на техните характеристики.
- 3 Разработена е на детайлна хронология с описание на характеристиките на масово разпространени носители на памет.

Научно-приложни приноси

- 1 Систематизирано е развитието на цифровите памет от възникването им до наши дни. Същото може да послужи в подготовката на специалисти в сферите на информационните технологии, както и на информационни специалисти от практиката.
- 2 Изведени са закономерности за 70 различни памет чрез сравнителен анализ. Същото може да послужи за разбиране на етапите в развитието на носителите и причините за появяване на нови.

V. ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

- 1 Кавръкова-Георгиева, Стамена. Информационната (не)грамотност и благополучието. В: *Благополучие в дигиталния свят*. София, Унив. изд. „Св. Климент Охридски“, 2017, ISBN: 978-954-07-4353-0, с. 34-47
- 2 Кавръкова-Георгиева, Стамена. Информационното общество и новите цифрови паметни. В: *Екология на виртуалните реалности: Кибернетична трансхуманизация*. София, ИК Глаголица, 2018, ISBN: 978-619-90784-2-6, с. 52-71
- 3 Кавръкова-Георгиева, Стамена. Физически измерения на информационните хранилища – минало, настояще, бъдеще. В: *Сборник с доклади от „Докторантски четения 2018“ (19–20 септември 2018 г., София)*. София, Софийски университет „Св. Климент Охридски“, Философски факултет, 2018, ISSN 2603-3453
- 4 Кавръкова-Георгиева, Стамена. Холографската памет – бъдещето в областта на съхранението на информация. В: *Докторантски четения 2019 (Сборник с доклади)*. София, Унив. изд. „Св. Климент Охридски“, 2019 (под печат)