



УНИВЕРСИТЕТ ПО БИБЛИОТЕКОЗНАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ

**КАТЕДРА "ИНФОРМАЦИОННИ НАУКИ"
МАГИСТЪРСКА ПРОГРАМА
"ИНФОРМАЦИОННИ СИСТЕМИ И ТЕХНОЛОГИИ"**

Магистърска теза

на тема:

Интернет на нещата

Дипломант:

инж. Нора Димитрова
задочно обучение
Фак. № 523 - имз

Научен ръководител:.....

(проф. И. Гарванов)

София
2018

Съдържание:

Съдържание.....	2
Списък с използвани абривиатури.....	5
Резюме.....	6
Въведение	8
Проблеми	10
Цели и задачи	11
Глава първа	
Индустриални революции	
1. Развитие на индустриалните революции.....	12
2. Какво представлява Индустрия 4.0.....	14
3. Как възниква идеята за „Интернет на нещата“?.....	16
Глава втора	
Компоненти и концепции	
1. Какво е „Интернет на нещата“?.....	19
2. Осъществяване на връзка чрез IP (Интернет протоколи).....	23
3. Събиране на данни и управление на крайните устройства.....	25
4. Z – Wave.....	26
5. Bluetooth LE.....	28
6. ZigBee.....	30
7. Какво е Big Date и каква е връзката с „Интернет на нещата“?.....	32
8. Какво е M2M (Machine-to-Machine) и какво приложение има?.....	35
8.1. Принцип на работа при M2M.....	37
8.2. Събиране на данни.....	38
8.3. Предаване на данни чрез комуникационна мрежа.....	39

8.4.	Анализ и оценка на данните.....	40
8.5.	Приложения на M2M комуникациите.....	41
8.5.1.	Енергетика.....	42
8.5.2.	Логистика и транспорт.....	43
9.	Какво е Кибер-физически системи/ Cyber-Physical Systems (CPS)?.....	44
9.1.	Архитектура CPS 5C.....	45
10.	Индустриален интернет на нещата (Industrial IoT).....	49
11.	Интернет на услугите.....	52
12.	Lights – out (Работа на тъмно) производство и Internet of Things.....	53
13.	По какво се различава Industrial IoT от Internet of Things?.....	54
14.	Индустрия /промишленост/ 4.0 (Industrie 4.0), Интелигентна фабрика - Intelligente Fabrik (SmartFactoryKL).....	57
15.	Технологична инициатива SmartFactoryKL.....	59

Глава трета

В този раздел представям основните предизвикателства и промени,
очаквани във визията на Промишленост 4.0

1.	Готовност за навлизане на Промишленост 4.0.....	62
2.	Готовност на посрещане на IoT устройства по сектори.....	65
3.	Видизия на Промишленост 4.0.....	67
3.1.	Интелигентни обекти.....	67
3.2.	Нови комуникационни архитектури.....	68
3.3.	Нови програмни парадигми.....	69
3.4.	Стандарти.....	70
3.5.	Сигурност.....	71
3.6.	На какво ще заприлича близкото бъдеще?.....	72

4. Съпоставка между ползите от потребителската иновация, предизвикателствата за усвояването на Индустрия 4.0 за България.....	73
5. Заключение.....	75
6. Използвана литература.....	78

Списък на използваните абривиатури

ИКТ - Информационни и Комуникационни Технологии

IoT – Интернет на нещата

IoS – Интернет на услугите

Industrial IoT – Индустриален интернет на нещата

M2M Communication – machine-to-machine communication

MTC – Machine Type Communication

CPS – Cyber-Physical Systems

WSN – Wireless Sensor Network

IoE – Internet of Everything

SOA – Service Oriented Architecture

SoC – System on a Chip

KPI – Key Performance Indicator

WLAN - Wireless Local Area Network

BLE - Bluetooth low energy

CPS – Кибер-физични системи

IP – Интернет протоколи

АЦП – Аналогово – цифрови преобразуватели

SIG – Special Interest Group

ZC – ZigBee Coordinator

ZR – ZigBee Router

ZED – ZigBee End Divece

Резюме

Настоящата магистърска теза е изработена от Нора Димитрова Димитрова. Темата на работата е “Интернет на нещата”, с научен ръководител професор Иван Гарванов. Защитата се провежда през 2018 година в град София. Катедра: „Информационни науки“, специалност: „Информационни системи и технологии“, в „Университет по библиотекознание и информационни технологии“.

Работата се състои от 80 страници, организирани във въведение, изложение, анализ за приложение и заключение. В началото е поместен списък с използваните абривиатури, в края на работата е поместен списък с използвана литература, нужна за изработката на магистърската теза. Цитирани са 25 източника на информация, използвани са 23 фигури, 3 графики и 1 таблица.

Настоящата магистърска теза има за цел да направи преглед на концепциите и технологиите на Интернет на Нещата, разглеждайки отделни сектори на приложение. Също така да докаже ползата от използваемостта на наличните технологии в производствата и частния сектор.

Въведението се основава на значимостта от развитие на технологиите за индустрията и частния сектор.

Изложението е разделено в две глави.

В първата глава се разглеждат индустриалното развитие през вековете основано на научни открития.

Във втората глава се разглеждат различните концепции свързани с Индустриална революция 4.0 и Интернет на нещата, класифицирани в сектори. В началото се разгледат основни термини и концепции, които са основополагащи за последващото изложение. Разгледани са сектори, фокусирани върху съществуващи

проекти и разработки, както и върху бъдещи такива. Също така се разглеждат технологиите, нужни за реализирането на Интернет на Нещата.

В третата глава се разглеждат изследвания, които са организирани върху анализ за прилагането на иновативни методи в производството на Европа и България. Рискът от навлизането на Индустрия 4.0 за Европа, също така ползите от потребителската иновация и предизвикателствата за усвояването на Индустрия 4.0 и реализирането на развитието в България.

Заключението потвърждава изпълнението на поставената задача, обобщавайки изводите от насъпилата промяна. Също така обобщава и значимостта на изследваната област.

Ключови думи: *IoT, IoE, Интернет на Нещата, Интернет на всичко, Индустиален интернет на нещата, Интернет на услугите, Big Data, M2M, киберфизични системи.*

Въведение

Измежду цялата лавина различни и завладяващи въображението предизвикателства, пред които сме изправени днес, най-важното и най-належащото е да разберем същността и да придадем форма на новата технологична революция, чийто резултат ще бъде – ни повече, ни по-малко – преобразяване на самото човечество. Преживяваме началото на една революция, която коренно променя начина, по който живеем, работим и се отнасяме един към друг. По своя мащаб, обхват и комплексност онова, което аз наричам „Четвъртата индустриална революция“, няма аналог в досегашната ни история.

Все още ни предстои напълно да осъзнаем скоростта и огромния обхват на тази нова революция. Само помислете за неограничените възможности, които се създават чрез милиардите хора, свързани с мобилни устройства, раждайки по този начин безпрецедентна процесорна мощ, възможности за съхранение на данни и достъп до знания. Или отправете поглед към зашеметяващото едновременно вливане на нови технологични пробиви, които обхващат необятни области, като изкуствения интелект (ИИ), роботиката, *интернет на нещата* (ИН), автономни превозни средства без водач, 3D печат, нанотехнологии, биотехнологии, материалознание, съхранение на енергия и квантово изчисление – и с това списъкът съвсем не се изчерпва. Много от тези нововъведения все още едва прохождат, но вече достигат точката на инфлексия в своето развитие, като взаимно се надграждат и усилват, създавайки безпрецедентно сливане на технологиите във физическия, цифровия и биологичния свят.

Пред очите ни стават тектонични размествания във всички отрасли на икономиката, белязани от появата на нови бизнес модели, подривното въздействие върху традиционните отрасли и преструктурирането на производството, потреблението, транспортирането и системите за доставка. Същевременно на

фронта на обществените отношения тече дълбока промяна на парадигмата относно начина, по който се трудим и общуваме, изразяваме, информираме се и се забавляваме. Променят се държавното управление и институциите, системите за образование, здравеопазване, транспорт и много други. Вместо да създават скрити разходи под формата на външни ефекти, новите технологични приложения, които променят поведението ни и системите на производство и потребление, носят потенциал за възстановяване и опазване на природната среда.

Промените са исторически по отношение на своя размер, скорост и обхват.

И макар дълбоката несигурност, породена от развитието и възприемането на новите технологии, действително да ни оставя в неведение по какъв начин ще се разгърнат в бъдеще трансформациите, задвижени от тази индустриална революция, то тяхната сложност и взаимосвързаността между отделните сфери недвусмислено сочи, че всички заинтересовани страни в глобалното общество – правителствата, бизнесът, академичните среди и гражданското общество – носим отговорността да действваме заедно, за да разберем по-добре нововъзникващите тенденции.

Ако се стремим към изграждане на едно колективно бъдеще, което отразява общи цели и ценности, то споделеното познание придобива особено критична важност. Задължително е да създадем цялостен и споделен в глобален мащаб мироглед за начина, по който технологиите променят живота ни и този на бъдещите поколения, а също и за дълбоката промяна в икономическия, социалния, културния и човешкия контекст, в който живеем.

Промените са наистина толкова фундаментални, че от гледна точка на историята на човечеството никога досега не е имало епоха, която да носи толкова голямо обещание за просперитет или за потенциална опасност.

Проблеми

С навлизанет на една нова индустриална епоха, развитието на дигиталния свят ще бъде все по-достъпно за промишлеността, бизнеса, домакинствата. Реализацията на нови технологични линии ще доведат до разширяване на настоящите продукти, с по-високо качество на предлагания продукт на пазара, също така да се представят иновативни методи, подпомагащи производствената дейност и ежедневието на човека.

Всички стратегии трябва да се справят с нуждите (какви са изискванията от организацията), снабдяване (как да се отговори на търсенето), управление (как да се даде приоритет и финансиране на инициативи) и сигурността.

По-голямо предизвикателство е преходът на навлизане на новата епоха за Европа и в частност България. Тъй като реализирането на тези проекти е свързано с ползи и загуби в икономическа гледна точка.

Цели и задачи

Целта на тази магистърска теза е да се направи преглед и анализ на концепциите и технологиите свързани с Индустриална революция 4.0 и Интернет на нещата.

За изпълнение на целта се поставят следните задачи:

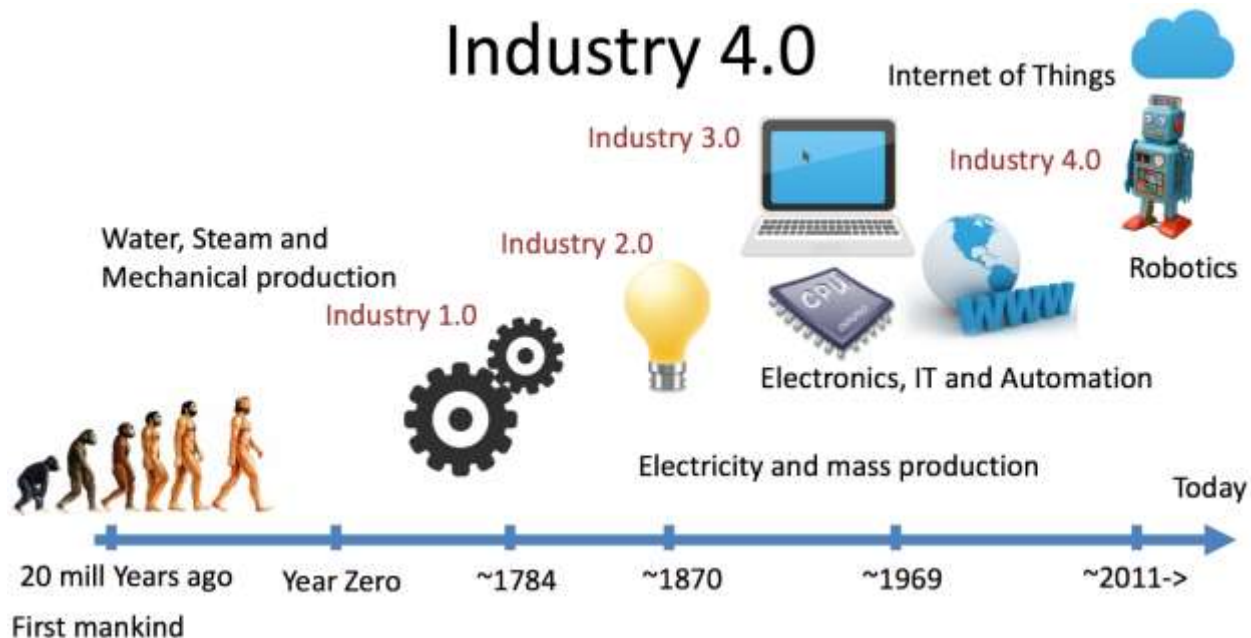
- *Преглед на концепциите свързани с Индустриалната революция 4.0 и Интернет на нещата, разделени по сектори.*

- *Преглед на технологиите, нужни за производственото развитие*

- *Преглед, реализация и анализ за развитието на Промисленост 4.0*

Глава I

1. Развитието на индустриалните революции



Фиг. 1. Четирите индустриални революции

В дните на Четвъртата индустриална революция, която променя живота ни във всеки аспект, е време да обърнем поглед назад и да проследим развитието на индустрията и значимите събития, белязали нейното летоброене (фигура 1). Защото без първа, втора и трета индустриална революция – логично, нямаше да има и четвърта. Първите значими години за индустриалното производство обхващат периода от 1760 до 1830 г., когато във Великобритания започва преходът от аграрна и занаятчийска икономика към масово производство с широко приложение на машини. По-късно този процес се разпространява в цяла Европа.

Преходът към машинно производство и утвърждаването на капиталистическата икономика като водеща се отразяват толкова мащабно върху начина на живот на човечеството, че често са сравнявани с Неолитната революция, при която хората

откриват земеделието и спират да водят номадски живот. Редица фактори предизвикват събитията в тези значими десетилетия – сред тях историята посочва както технологични, така и социално-икономически и културни.

Централна роля в развоя на първата индустриална революция имат иновациите в производството на стомана и текстил и разбира се – парният двигател. Изобретен и патентован през 1775 г., той се използва за задвижване на различни машини, като постепенно заменя животинската и водната тяга, прилагани до момента.

Втора индустриална революция (също технологична революция) се нарича трансформацията на световната индустрия в периода между втората половина на XIX и началото на XX век. За нейно начало се счита внедряването на бесемеровия процес за получаване на стомана през 1860-те, а за кулминационна точка – разпространението на конвейерните линии и масово производство. През 1860—1870-те години технологичната революция бързо обхваща Западна Европа, САЩ, Руската империя и Япония.

За разлика от първата индустриална революция, основана на нововъведения в производството на чугун, парните машини и развитието на текстилната промишленост, технологичната революция протича въз основа на производството на стомана, разпространението на железопътния транспорт, използването на електричеството и успехите на химическата промишленост.

Развитието на икономиката по време на втората индустриална революция се дължи предимно на научни постижения, а не просто на удачни полезни изобретения.

Самата концепция за втора индустриална революция е въведена от британския социолог Патрик Гедес през 1915 г., а през 1970-те американският икономист Дейвид Ландис я въвежда в широка употреба.

Първите две индустриални революции направиха хората по-богати и ги доведоха в градовете. Сега сме свидетели на трета такава. Промислеността се дигитализира. Това може да промени не само бизнеса, но и много други неща.

Много забележителни технологии се срещат: умен софтуер, нови материали, по-сръчни роботи, нови процеси (заслужава вниманието триизмерното принтиране) и цял набор от базирани в интернет услуги.

Четвърта индустриална революция – комуникация машина-машина (M2M), машина-човек, интелигентност на системите, свързване на системите в мрежа, интернет в производствените процеси, Интернет на нещата (IoT), CPS, on-line телеподдръжка и теле-управление, индивидуализация на масовите продукти, продукти „по мярка“, фабрики на бъдещето, самоорганизиране на производствени комплекси.

2. Какво представлява Индустрия 4.0?

Двете теми „индустриална революция“ и „иновации“ имат много релации помежду си. Всяка индустриална революция е кулминация на иновационно натрупване в качествено и количествено отношение и позволява мащабно преминаване към ново ниво на производство. Това е и причината Европейският съюз да поставя иновациите в центъра на своите инвестиционни и стимулиращи политики и усилия.

По същество Индустрия 4.0 е съвкупност от интегрирани помежду си цифрови технологични решения, която система спомага развитието на автоматизацията, интеграцията и обмена на данни в реално време в производствените процеси помежду свързаните в система технологични машини, устройства, процеси, звена и производства. Чрез интегрирането на технологичните средства в единен и системен технологичен процес, се очаква трансформирането му към по-високи нива на ефективност, ефикасност и добавена стойност от обмена на общи данни,

включително създаването на „големи данни“. Четвъртата индустриална трансформация е естествено продължение на цифровизирането и автоматизирането на производството, което реално е Третата индустриална революция.

Нов момент при Индустрия 4.0 е включването на интернет свързаност и взаимодействие на кибернетично-физически системи без участието на човека, обработка и анализ на големи информационни масиви и вземане на решения от изкуствен интелект, роботика, ползване на цифрови облаци, цифрово моделиране и симулиране на производствените процеси чрез виртуална реалност, интелигентна автоматизация, масово производство на индивидуализирани продукти, поява на нови технологии, създаване на нови бизнес модели. В този смисъл, изследвания върху продуктово-пазарния профил на предприятията и многопродуктовите бизнес организации, следва да вземат предвид и новите измерения на настъпващите промени. Индустрията 4.0 въвежда принципите на така наречената "интелигентна фабрика", в която киберфизичните системи наблюдават физическите процеси на фабриката и правят децентрализирани решения. Физическите системи се превръщат в интернет на нещата, комуникират и взаимодействат едновременно помежду си и с хората в реално време чрез безжичната мрежа. За да може една фабрика или система да се счита за промишленост 4.0, тя трябва да включва:

- Оперативна съвместимост – машини, устройства, сензори и хора, които се свързват, обменят данни, общуват помежду си, включително и анализират общи данни.
- Прозрачност на информацията – системите създават виртуално копие на физическия свят чрез данни от датчици, за да контекстуализира информацията.
- Техническа помощ – както способността на системите да подкрепят хората при вземането на решения и решаването на проблеми, така и способността да подпомагат хората при задачи, които са твърде трудни или не са безопасни за хората.

- Децентрализирано вземане на решения – способността на кибер-физическите системи да вземат самостоятелни решения и да станат възможно най-автономни.

В контекста на Индустрия 4.0 „интелигентната фабрика“ се разглежда и като „интелигентно предприятие“, което на практика се отнася към всички бизнес организации. С въвеждането на Индустрия 4.0 съществуват редица предизвикателства:

- Необходима е висока степен на надеждност и стабилност за успешна кибер-физическа комуникация, която може да бъде трудно постижима и поддържана.

- Съществуват рискове за сигурността на данните чрез интегриране на нови системи и по-голям достъп до тези системи, включително създаването на големи данни като следствие от концепцията.

- Поддържането на целостта на производствения процес с по-малко човешки надзор може да се превърне в поредица от рискови моменти на всяка интегрирана спойка на системата и процеса.

- Загубата на високоплатените човешки работни позиции, когато се въвеждат нови автоматизации.

- Избягването на технически проблеми, които биха могли да причинят скъпи производствени прекъсвания.

3. Как възниква идеята за „Интернет на нещата“?

Идеята за „Интернет на нещата“ (от англ. ез - Internet of Things, IoT) възниква през 1999 г. Тогава Кевин Аштън, основател на изследователската група „Auto-ID“ към Масачузетския технологичен институт в САЩ, прави кратка презентация пред

ръководството на компанията „Procter & Gamble“. В нея той представя значението и ползите от масовото развитие на радиочестотните маркери (RFID) и внедряването им в различни устройства. Според него, този процес може да промени фундаментално системите за управление, както в големите корпорации, така и в ежедневието. Той излага тезата, че „може да бъде създадена компютърна мрежа, в която всички материални, физически обекти да бъдат свързани чрез Глобалната мрежа (Интернет), което да им позволи да взаимодействат помежду си, обменяйки постоянно данни и информация за заобикалящата ги среда и процеси, без да е необходима постоянната намеса на хората.“



Фиг. 2. Дейности по създаване, записване, съхраняване, възпроизвеждане, промяна, изпращане или унищожаване на информация

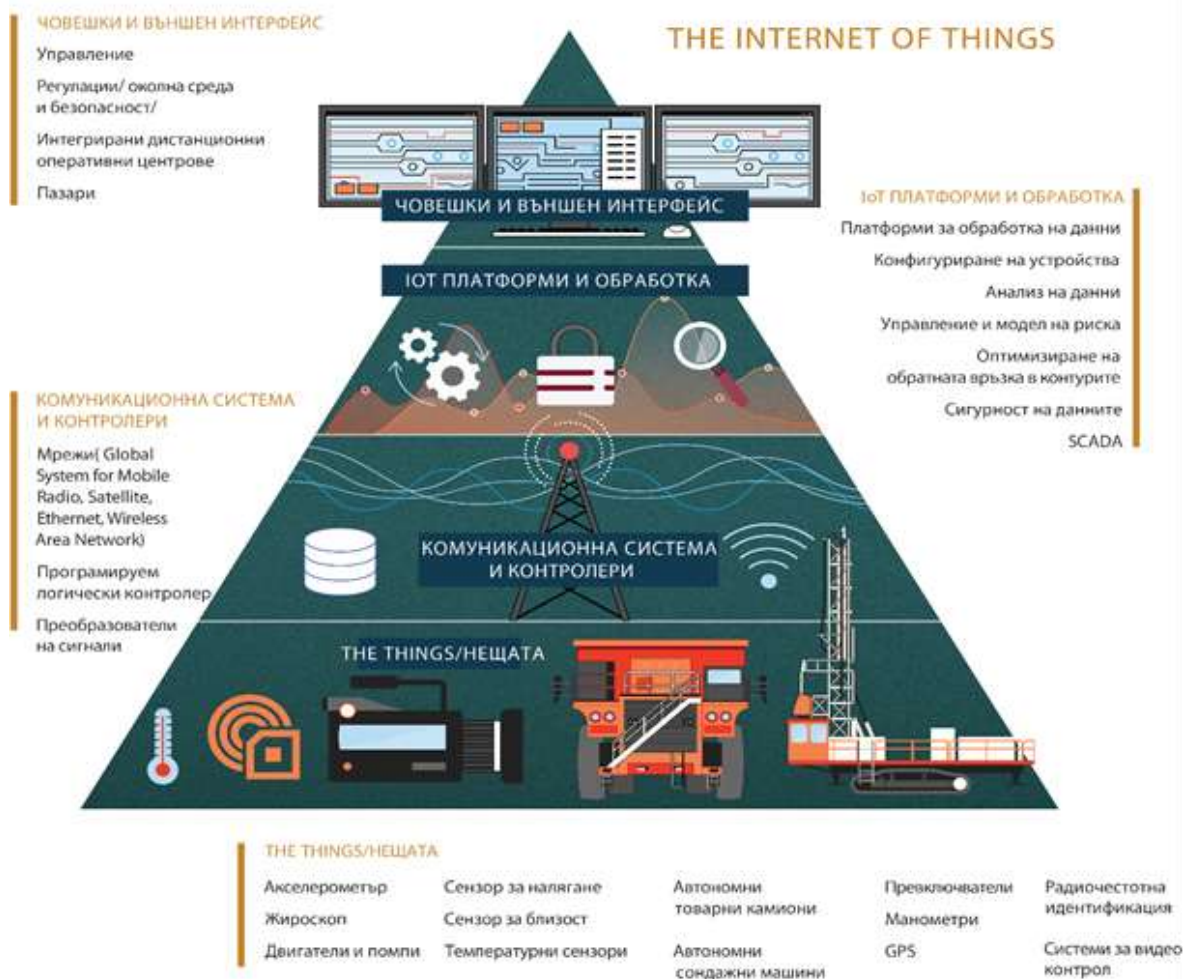
Според Аштън, всички дейности по създаване, записване, съхраняване, възпроизвеждане, промяна, изпращане или унищожаване на информация се намират в пълна зависимост от човека, въпреки че в повечето случаи се осъществяват в дигитална среда, от или чрез различни устройства (фигура 2). Хората са тези, които определят дали едно устройство или система от устройства

ще осъществява една, няколко или всички изброени дейности. Според него „стандартните конвенционални връзки на ниво информационни технологии (ИТ), които включват сървъри, рутери и други технически средства, свързани по определен начин, в крайна сметка са зависими от нас и правят това, което им задаваме ние, но това може и трябва да се промени“.

В подкрепа на своята теза, Аштън изтъква факта, че хората притежават ограничено време (обособено в работни смени), ограничено внимание (което лесно се отклонява и на моменти липсва), както и не винаги са прецизни в своите действия и решения, което е доказателство, че „хората не са особено добри в събирането, обработването, съхраняването и обмена на информация“. Според него, ако наистина искаме да оптимизираме и подобрим многократно тези процеси е необходимо „да овластим компютрите и изобщо всички устройства и вещи около нас да могат да събират информация от реалния, материален (аналогов) свят, абсолютно самостоятелно, след което да я обработват в дигитална (цифрова) среда и да я предоставят както помежду си, така и към хората, спрямо техните потребности. Подобна промяна ще повлияе фундаментално върху процеса по събиране на информация за заобикалящата ни среда и трансформирането ѝ в знания – предпоставка за още по-бързо технологично развитие на човешката цивилизация. В периода 2003 - 2004 г. идеята на Аштън получава сериозен отзвук след като формулирания от него термин „Интернет на вещите“ намира място в няколко последователни публикации на елитни издания като „The Guardian“, „Scientific American“ и „The Globe“. Именно изданието „Scientific American“ разглежда подробно потенциала и възможностите, които притежава „Интернет на нещата“ - как може да бъде реализирана идеята на Кевин Аштън и възможно ли е да бъде приложена в ежедневието?

Визията за интегриране на IoT функционалност в индустриалната автоматизация се основава на възможностите за свързване на мащабни сензорни и контролни системи с решения за обработка и анализ на данни, което би могло да позволи значително оптимизиране на процесите и повишаване на тяхната ефективност (фигура 5).

В индустриалната автоматизация отдавна се внедряват потребителски технологии след масовата им комерсиализация. В този смисъл адаптирането на IoT приложенията за подобряване на производителността и по-добра интеграция на индустрията с бизнес системите е логична стъпка.



Фиг. 5. Схема за приложение на Internet of Things

Съвременните тенденции в областта на IoT са насочени не към разработване на отделни модули, а към изграждане на цялостни платформи, чрез които да се извърши интеграцията с наличните вече информационни системи и интелигентни мрежи.

Сред възможностите на IoT са:

- Максимално използване на активите;
- Управление на енергийната ефективност;
- Предсказуема поддръжка;
- Проследяване на оборудването и активите;
- Повишаване на безопасността и предотвратяване на аварийни ситуации;
- Интегрирани дистанционни оперативни центрове за мониторинг и контрол.

Най-мащабната IoT разработка в България е внедрената в Дънди Прешъс Металс Челопеч интегрирана система за управление. Тя е свързана с изпълнението на редица проекти, чрез които дейностите под земята да станат видими и да се управляват в реално време, подобно на откритите рудници.

Най-сериозните проблеми пред IoT са:

- Съвместимост между устройствата;
- Уязвимостта им от хакерски атаки и зловредно използване на "нещата";
- Непрекъснато следене и потенциално нарушаване на личното пространство на потребителите;

- Масовото навлизане на IoT може да изправи хората пред труден избор – тези, които не искат да ги ползват, може да бъдат тотално откъснати и изолирани от досега обичайни ежедневни дейности.

2. Осъществяване на връзки чрез IP (Интернет протоколи)

Главното предназначение на множеството от Internet протоколи е свързването на разнообразни мрежови технологии и подържане на стабилна комуникация между тях (фигура 6).



Фиг. 6. Internet протоколи

Протоколите, съставляващи това множество, се намират в различни слоеве и тяхното предназначение се разделя на две основни части: Протоколи и услуги и Протоколи и услуги ориентирани към пренасяне на информация - Transfer Control

Protocol (TCP) и неговите приложения - SMTP, FTP, TELNET. TCP (Transfer Control Protocol) - Протокол за управление на обмена на информация. Този протокол обслужва връзките. Данните се изпращат на пакети, които съдържат заглавна част и данни. Надеждността на обмена се осигурява от контролни суми и сравнения между изпратената и пристигналата информация. SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) - прост протокол за обмен на електронна поща . Определя стандарта на съобщенията, които един SMTP (Mail) клиент от своя компютър може да използва, за да изпраща електронна поща до SMTP сървър на друг компютър. FTP (File Transfer Protocol) - протокол за обмен на файлове. Дава възможност за прехвърляне на файлове от един компютър на друг по TCP/IP протокол. Съществува услуга с подобна функция, която използва друг базов протокол. Протоколи и услуги осигуряващи и разрешаващи връзките в мрежата - Internet Protocol / Internet Control Message Protocol (IP/ICMP) и техните приложения - User Datagram Protocol (UDP), Domain Name System (DNS) за осъществяване на връзка между имената на машините и техните мрежови адреси. ARP (Address Resolution Protocol) - Протокол за преобразуване на адреси. Превръща 32-битовите IP адреси в адреси от физическата мрежа, които са 42-битови адреси на Ethernet. ICMP (Internet Control Message Protocol) - Протокол за обмен на информация и съобщения за грешки между маршрутизаторите и сървърите в мрежата. Информационните полета на този протокол са съставна част от заглавната част на IP протокола. IGMP (Internet Group Management Protocol) - Протокол за групово управление в Internet мрежата и осигурява обмена на IP дейтаграми между различни мрежи. IP (Internet Protocol) - Протокол на Internet. Функцията му е от ниско ниво за маршрутизация на пакети от данни (дейтаграми) от мрежата на подателя през междинните маршрутизатори до мрежата на получателя. RARP (Reverse Address Resolution Protocol) - Протокол за обратно преобразуване на адреси, като превръща адресите от физическата мрежа в IP адреси. UDP (User Datagram Protocol) - Потребителски протокол за дейтаграми.

Протоколът изпраща данните на пакети, но не е особено надежден, липсва обратната информация за това дали дейтаграмите са действително получени. ТСР/IP представлява многослойно множество от протоколи.

3. Събиране на данни и управление на крайните устройства

Събирането на данни е процесът, при който физически величини се измерват и преобразуват в цифрови данни през определен времеви интервал (т.нар. период на дискретизация или *sample rate*). Най-често използваният начин за конвертиране на аналоговите данни в цифрови е чрез аналогово-цифрови преобразуватели (АЦП или ADC), вградени в контролерите или в самите умни устройства. Получените по този начин данни подлежат на допълнителна математическа обработка, за да могат по-лесно да се анализират на по-късен етап.

Сензорите са първичните устройства във всяка система за събиране на данни. Най-широко използваните от тях измерват температура, влажност, съдържание на различни химически вещества във въздуха или водата, налягане, осветеност, поток на въздух или вода, скорост, ускорение, разстояние, GPS координати и още много други. По-простите модели дават на изхода си данни в диапазона между 0-5 V, 0-10 V, 0-1000 Ω , 4-20 mA и други подобни стойности. В този случай АЦП се намира в контролера или концентратора, към който се свързват въпросните сензори и преобразува тези стойности в 10, 12, 16 и повече битови числа. Например даден сензор мери температура от -20 до 100 °C и дава на изхода си напрежение 0-10 V. То се преобразува в 12 бита като десетично число от 0 до 1023 а в 16 бита като десетично число от 0 до 65535. Тези числа се мащабират подходящо, за да получим удобни за нас диапазони – в случая когато прочетем от АЦП число 8192, то отговаря на -5 °C, а 32768 отговаря на 40 °C. По-съвременните сензори вече имат вграден АЦП с цел улеснение на интеграцията и премахване на необходимостта от

централен контролер за допълнителна обработка. Те изпращат през някои от комуникационните IoT протоколи вече пресметнати величини.

Но сензорите не измерват само външни стойности от околната среда. Все повече виждаме на пазара и т.нар. проприоцептивни сензори, които служат за мониторинг на вътрешното състояние на устройствата, машините, системите и дори хората. Към този тип сензори спадат GPS, сензори за ускорение, 3D ориентация, посока и имплантите, поставяни в човешкия организъм с цел събиране и обработка на данни от мускули, нерви и др.

Второто звено на системите за събиране на данни и управление са управляващите устройства. Те ни дават възможност да реагираме или да променяме средата на базата на получените от сензорите данни и решенията, взети от системата за автоматизация. Докато сензорите преобразуват физическите величини в цифрови, управляващите (или изпълнителни) устройства правят точно обратното – преобразуват цифровите данни обратно в ток или напрежение и съответно в светлина, звук, топлина, налягане, преместване и др. Най-често използваните изпълнителни механизми са релетата за включване/изключване на различни консуматори и пневматичните или електрически актуатори, преместващи бутала или хващачи на работи в индустрията или управляващи термоглавите на радиаторите в домашни условия.

4. Z-Wave

Z-Wave е безжичен комуникационен протокол за домашна автоматизация. Той е ориентиран към контрол и автоматизация на жилищния пазар и има за цел да осигури прост и надежден метод за безжично управление на осветлението, HVAC, системи за сигурност, домашно кино, автоматизирани прозорци, плувни басейни и спа контроли, както и контрол на достъп до гаража и дома (фигура 7) . Има стотици

оперативно съвместими продукти Z-Wave продавани под различни марки, а над 35 милиона са били продадени от 2005 г. насам. Z-Wave е разработен от датския стартъп Zen-Sys, който е придобит от Sigma Designs през 2008 година. Z-Wave използва мрежова архитектура с пренасочване на източника.



Фиг. 7. Z-Wave – метод за безжично управление в дома

Устройствата могат да комуникират едно с друго с помощта на междинни възли за активно маршрутизиране, заобикаляйки около препятствия и домакинско обзавеждане или „мъртви“ радио точки, които могат да възникнат в едно домакинство. Съобщение от точка А до точка С може да бъде успешно доставено дори ако двата възела не са в допустимите граници за пренос, при условие, че една трета точка В може да комуникира с възли А и С. Ако предпочитаният път за комуникация е недостъпен, подателят на съобщение ще се опита да използва други маршрути докато се осигури връзка с точка С. Поради този начин на работа, една Z-Wave мрежа може да се разпрости много по-далеч от границите за предаване на данни на радио оборудването на дадено устройство. Въпреки това, използвайки

няколко от тези скокове може да появи леко забавяне между времето на подаване на командата и желаня резултат.

Устройствата трябва да бъдат "включени" към Z-Wave мрежата, преди да е възможно да бъдат контролирани чрез Z-Wave. Този процес (известен също като "свързване" или "добавяне") обикновено се постига чрез натискане на последователност от бутони на контролера, добавяйки устройството към мрежата. Тази последователност трябва да се извърши еднократно, след което устройството е винаги познаваемо от контролера.

Устройствата могат да бъдат отстранени от Z-Wave мрежата на подобен начин. Контролерът научава силата на сигнала между устройствата по време на процеса на включване, и архитектурата очаква устройствата да бъдат в тяхното крайно местоположение, преди да бъдат добавени към системата. Обикновено, контролерът има малка вътрешна резервна батерия, което позволява той да бъде изключен временно и преместен до местоположението на ново устройство за удвояване. След това контролерът се връща към нормалното си местоположение и се свързва повторно.

5. Bluetooth LE

Bluetooth low energy (фигура 8) (Bluetooth LE, BLE, пуснати на пазара като Bluetooth Smart) е персонална безжична мрежова технология, проектирана и пусната на пазара от група със специални интереси към Bluetooth/ Bluetooth Special Interest Group (SIG), насочена към нови приложения в производството на устройства за следене на здравето, фитнес, сигнални знаци, сигурност, и домашно забавление. В сравнение с Classic Bluetooth, Bluetooth Smart е предназначен да осигури значително намалена консумация на енергия, запазвайки разходите на подобна комуникационна гама. Bluetooth Smart първоначално е бил въведен под

името Wibree от Nokia през 2006 г. Технологията се влива в главния Bluetooth стандарт през 2010 г. с приемането на Bluetooth Core Specification Version 4.0. Bluetooth Smart технологията не е обратно съвместима с предходният (често наричан "Classic") Bluetooth протокол.



Фиг. 8. Bluetooth - ниска енергия за свързване на сензори със смартфони и таблети

Спецификацията Bluetooth 4.0 позволява на устройствата да реализират едната или и двете от LE и Класически системи. Bluetooth Smart използва същите 2.4 GHz радиочестоти, както Classic Bluetooth, което позволява режима две устройства да споделят една радио антена. LE обаче използва по-проста система за модулация. Bluetooth Smart е предназначена да даде възможност на устройства с ниска консумация на енергия да се свържат към мрежата. Няколко производителя на чипове включително Cambridge Silicon Radio, Dialog Semiconductor, Nordic Semiconductor, STMicroelectronics и Texas Instruments са въвели свои Bluetooth Smart оптимизирани чипове през последните няколко години. Устройствата с периферни и централни роли имат различни изисквания за мощност. Едно изследване на софтуерната компания Aislelabs, съобщава че периферни устройства,

като например детектори за близост, обикновено функционират в продължение на 1-2 години клетъчна батерия 1,000mAh с големина на монета. Това е възможно, благодарение на енергийната ефективност на Bluetooth Smart протокола, който предава само малки пакети, в сравнение с Bluetooth Classic, който е подходящ и за аудио потоци и данни с висока пропускателна способност.

6. ZigBee

ZigBee е IEEE 802.15.4-базирани спецификация за пакет от комуникационни протоколи от високо ниво, използвани за създаване на малки персонални мрежи, ниска консумация на енергия и цифрови радиостанции (фигура 9) .

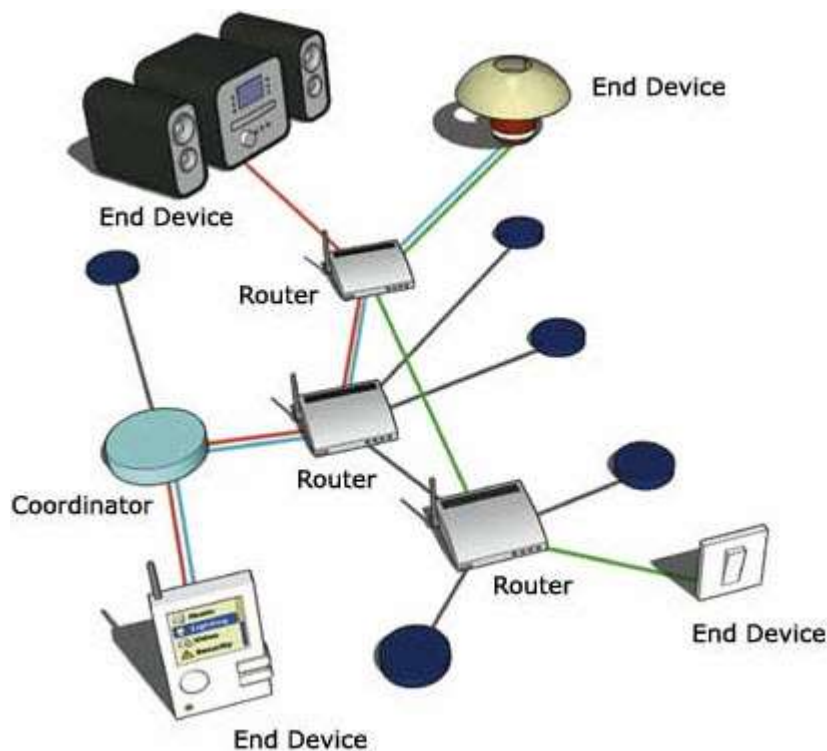


Фиг. 9. ZigBee

Технологията определена от спецификацията ZigBee е предназначена да бъде по-опростена и по-евтина от други безжични персонални мрежи (WPANs), като например Bluetooth или Wi-Fi. Приложенията включват безжични ключове за осветление, електрически измервателни уреди с визуализация в домашни условия, системи за управление на трафика, както и друго потребителско и промишлено оборудване, което изисква малък обем и ниска скорост на безжичен пренос на данни.

Ниската консумирана мощност ограничава преносните разстояния до 10-100 метра с пряка видимост, в зависимост от мощността и околните характеристики. ZigBee устройствата могат да предават данни на големи разстояния чрез предаване на данни през мрежи от междинни устройства, за да достигне до по-далечни такива. ZigBee обикновено се използва в приложения с нисък процент на данни, които изискват дълъг живот на батерията и сигурна мрежа (ZigBee мрежите са обезпечени със 128 битови симетрични криптиращи ключове.) ZigBee има определена преносна скорост от 250 Kbit/сек, най-подходяща за периодични предавания на данни от датчик или входно устройство.

ZigBee устройствата биват 3 вида (фигура 10):



Фиг. 10 ZigBee устройствата биват 3 вида

- ZigBee Coordinator (ZC): Устройствата с най-големи способности. Координаторът формира корена на дървото на мрежата и може да се свързва с други

мрежи. Има точно един ZigBee координатор във всяка мрежа, тъй като тя е устройство, което е стартирало мрежата първоначално (спецификацията ZigBee LightLink също позволява работа без координатор, което я прави по-използваема за домашни продукти). Той съхранява информация за мрежата, включително и играе ролята на сигурен център и хранилище за ключове за сигурността.

- ZigBee Router (ZR): Освен, че може да изпълнява и приложения функции, маршрутизатора може да действа като междинен рутер, предавайки данни от другите устройства.

- ZigBee End Device (ZED): Съдържа достатъчно функционалност, за да може да „общува“ с родителските възли (координатор или рутер). Тези устройства не могат да предават данни от други устройства. Тази връзка позволява отделната точка да бъде в икономичен режим през значителна част от времето, като по този начин дава дълъг живот на батерията. ZED изисква най-малко памет и следователно, може да бъде по-евтин за производство от ZR или ZC.

7. Какво е Big Data и каква е връзката с „Интернет на нещата“?

Явлението е свързано с това, че в днешно време се генерира огромен обем информация, далеч надхвърлящ обемите от данни в миналото. Тези огромни масиви от данни намират все по-широка употреба, за която не сме предполагали преди. Идеята е, че можем да научим много повече неща от големи обеми от данни, отколкото ако използваме малки количества. Терминът Big Data (фигура 11) се използва обичайно, за да се опише процесът на анализиране на големите масиви от информация, достигане до някакви изводи и предсказване на решения на комплексни въпроси.

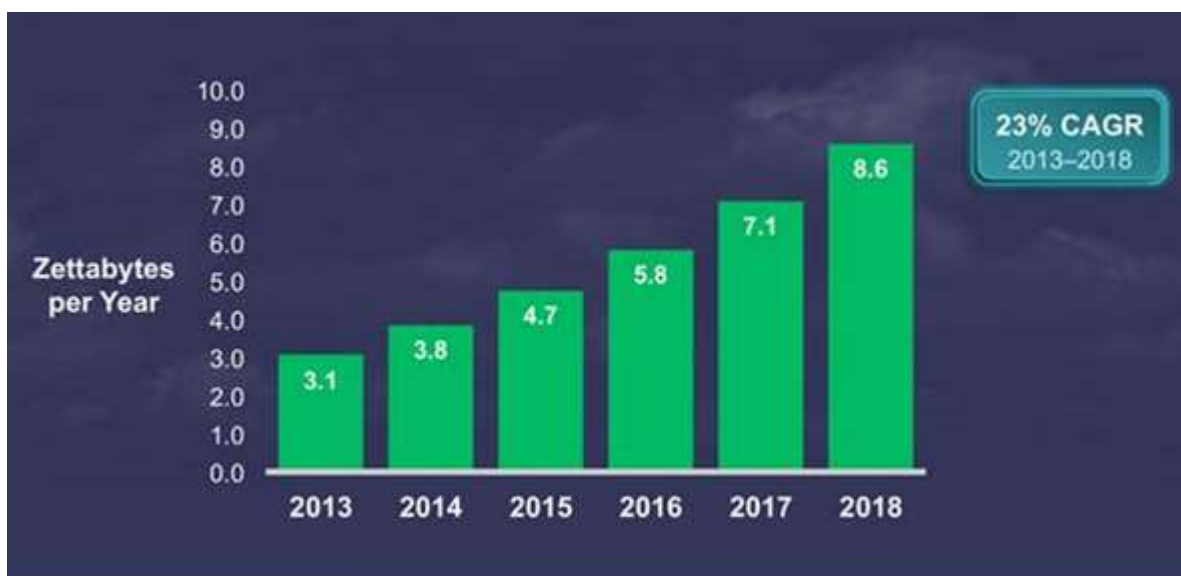


Фиг. 11. Big Data

Най-краткото определение за Big Data е събирането на огромни количества информация, които са толкова обемни и сложни, че е невъзможна тяхната ръчна или автоматизирана обработка с досегашните софтуерни и хардуерни инструменти. Предизвикателствата, пред които са изправени ИТ специалистите, включват събиране, съхраняване, търсене, споделяне, прехвърляне, анализиране и визуализиране на данните. Понятието Big Data започва да се формира в началото на XXI век, когато информацията, която се качва в интернет, се увеличава с 1696% в периода 2005 до 2012 г. и достига 1.2 зетабайта (1 зетабайт = ~1 млрд. терабайта). Установена е тенденцията трафикът да се удвоява веднъж на всеки 40 месеца. Но големите информационни масиви не се изчерпват само с извличане на потока в глобалната мрежа – те могат да обхващат и несвързани с интернет бази данни, които се поддържат от големи корпорации или държавни институции.

Big Data може да се отнася и за малки предприятия, когато се сблъскват с по-голям поток информация, отколкото могат да обработят с традиционните инструменти, и ги принуждава да инвестират в нови кадри, софтуер и техника. Затова обемът от данни, които се считат за "масиви", варира от няколко десетки терабайта до няколко петабайта (1 петабайт = ~1000 терабайта).

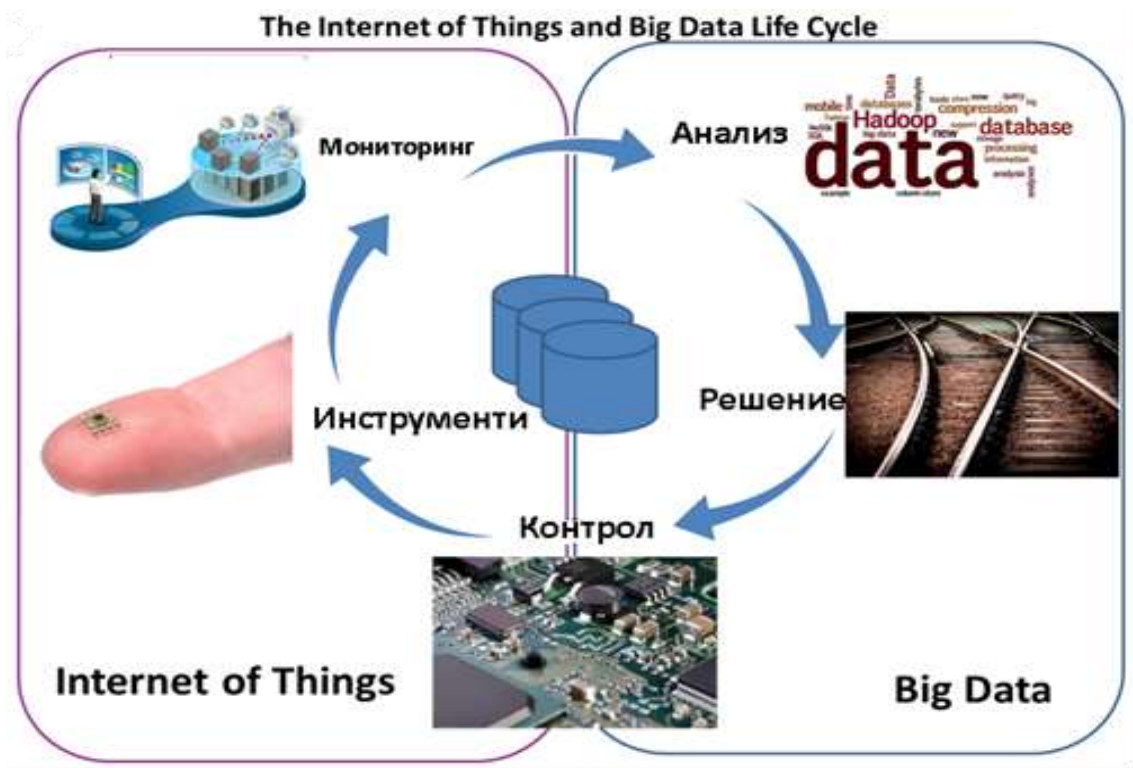
Според Cisco® Global Cloud Index (GCI) - годишно проучване на компанията показва, че данни от устройства, свързани към интернет ще достигнат 403 ZB годишно за 2018 г., в сравнение с 113.4 ZB годишно през 2013 г. (графика 1).



Графика 1. Годишно проучване на Cisco® Global Cloud Index

Cisco цитира няколко бизнес примери, които ще генерират този огромен ръст на данни, като например самолети Боинг 787, който генерира 40 TB на час на полета, или Rio Tinto миннодобивни дейности, които ще генерират до 2.4TB на данни в минута.

За да използваме напълно потенциала на технологията IoT ние несъмнено се нуждаем от BigData (фигура 12). Идеята на двете технологии е да работят заедно като крайната цел е като използваме алгоритми за машинно обучение да се взимат решения в реално време. Прогноза за растежа на IP трафика на световните центрове за данни за периода 2013 до края на 2018 година.



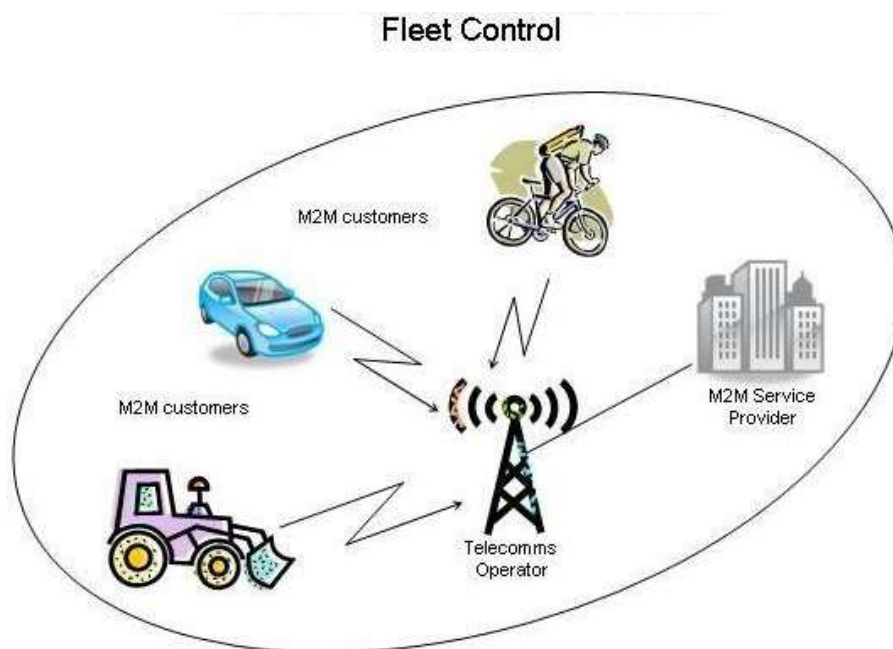
Фиг. 12. IoT и Big Data жизнен цикъл

8. Какво е M2M (Machine-to-Machine) и какво приложение има?

Автоматичният обмен на информация между машини и устройства, познат като M2M (machine-to-machine) комуникация, е тясно свързан с концепциите Интернет на нещата (IoT), киберфизични системи (CPS) и Industry 4.0 или така наречената четвърта индустриална революция. Всички те очертават сценарии, в които нещата около нас - от машини в производството до предмети от бита, автоматично обменят и анализират данни и създават добавена стойност за потребителите.

Благодарение на M2M комуникациите вече е възможно свързването на почти всякакъв вид отдалечени машини и устройства към централни информационни системи, което позволява събирането на полева информация за анализ в реално

време (фигура 13). Тя може да се използва за подобряване на ефективността, намаляване на разходите, въвеждане на нови услуги и спечелване на конкурентно предимство.



Фиг. 13. Пример за M2M комуникация

Потенциалът на M2M комуникациите е почти неограничен: приложенията включват проследяване на превозни средства и активи; отдалечено управление на машини, идентифициране на критични ситуации в индустрията, интелигентно отчитане на енергийни ресурси, промишлена и сградна автоматизация; подобрена сигурност и много други.

Според мнението на експертите в рамките на следващото десетилетие M2M ще осигури напълно нови възможности за бизнес услуги, свързани с мрежовото обединение на устройства, оборудване и машини. Това ще доведе до бърз растеж на софтуерните компании, които предоставят информационни инструменти за управление на големи, текущи потоци от данни, генерирани от устройства, и за

извличане на бизнес информация от тях, предназначена както за доставчика, така и за крайния потребител.

От своя страна, производителите на оборудването ще могат да предложат подобро обслужване на клиентите, както и да усвоят нови модели за приходи. Възможността да се събира подробна и специфична информация от собственото оборудване, докато е в експлоатация при клиента, осигурява цяла нова гама от услуги и възможности за генериране на доходи.

С ефективна M2M комуникация оборудването може да предостави информация относно оперативно представяне, прогнозни диагностики, анализи на времето за престой и друга информация, свързана с мониторинга и контрола. Революцията на M2M ще преобрази начина, по който се използва оборудването, и производителите ще могат да осигурят на крайните потребители все по-сложни взаимодействия с техните традиционни активи, от които ще се възползват и двете страни.

8.1. Принцип на работа при M2M

M2M решенията включват интелигентни сензори и микропроцесори, вградени в отдалечения актив и модул за комуникация, който приема и предава данни към централни системи за управление, където те могат да бъдат анализирани и обработени. Често крайната точка, свързана към M2M, изпраща и приема данни през безжични мрежи с помощта на GSM, GPRS, EDGE, 3G, LTE или Wi-Fi и WiMAX.

За други приложения е подходяща връзка с фиксирана линия, използваща медни, оптични кабели или Ethernet. При внедряването на M2M концепцията всеки отделен случай е уникален, но съществуват четири основни етапа, които са общи почти за всяко M2M приложение. Те са: събиране на данни; предаване на избрани данни през

комуникационна мрежа; анализ на данните; действие на база наличната информация.

8.2. Събиране на данни

Мониторираният обект може да бъде просто устроен като например температурен сензор, нивомер или клапан, или може да бъде сложна промишлена компютърна система с Modbus комуникационен порт. Целта на M2M хардуера е да свърже аналитичната информация в обекта с комуникационната мрежа. Обикновено интелигентният безжичен модул за пренос на данни е вграден в мониторираната машина и програмиран да разбира нейния протокол (начина, по който изпраща и получава данни).

Ако мониторираната машина е конфигурирана като интелигентно главно устройство, тя може да третира M2M устройството като обикновен безжичен модем, като го зарежда с данни и след това му дава указания да предава тези данни към мрежата. Ако машината е просто набор от превключватели и сензори или е интелигентно подчинено устройство, M2M може да действа като главно устройство. В този режим то поема контрола чрез периодично четене на сензорите и превключвателите или чрез изпращане на заявки за данни през серийния порт.

При високотехнологични приложения като главна електрическа подстанция може да се наложи изпращането на постоянен поток от данни в реално време, които описват състоянието на съоръженията или текущи параметри. В много случаи обаче това не е необходимо или не си струва инвестицията.

В тези случаи M2M устройството трябва да намали количеството информация, което изпраща, чрез постоянен преглед на данните, сравнявайки ги с програмираните алармени граници или зададени параметри, след което да изпраща само информация в реално време, когато показанията са извън норма. В

допълнение, приложението може да бъде програмирано да изпраща актуализирани данни на базата на времеви график или по всяко време при заявка от уеб сървър.

8.3. Предаване на данни чрез комуникационна мрежа

Съществуват няколко опции за пренос на данни от отдалеченото оборудване към мрежовия работен център - клетъчната мрежа, телефонните линии и комуникационните сателити. Телефонните линии могат да бъдат добър избор, ако вече има инсталирана линия и разходите са приемливи. Сателитът е най-скъпото решение, но често е най-доброто или единственото възможно за мониторинг на оборудване в много отдалечени райони.

Но от трите изброени решения, клетъчната мрежа и постоянно разширяващият ѝ се обхват са основната причина напоследък да се обръща толкова много внимание на M2M. Тя предлага няколко начина за изпращане на данни. Сред най-широко разпространените са CDMA и GPRS, които притежават способността да изпращат големи обеми от данни през малък интервал от време. Техните зони на покритие продължават да растат, а разходите за услугата постоянно падат. Свързването към клетъчната или сателитната мрежа обикновено изисква използването на шлюз. Шлюзът получава данните от безжичната комуникационна мрежа и ги преобразува, така че да могат да се изпращат към мрежовия работен център, често през интернет или чрез телефонна линия. Функциите за сигурност на данните като разпознаване и контрол на достъпа могат да се управляват чрез шлюза и софтуера на приложението. Шлюзът също така има важна роля при реверсирането на потока от данни, преминавайки от мрежата към машината за заявка на данни и отдалечен достъп. Шлюзът продължава да функционира като конвертор на протоколи, но този път той приема протоколи с широколентов интернет и ги преобразува в нискочестотни безжични протоколи, така че данните са оптимизирани за предаване през клетъчна мрежа.

Шлюзът, софтуерът на приложението и базата за съхранение на данни могат да се управляват вътрешно от компанията или да се хостват от трета страна в мрежови работен център. В много случаи хостваният модел може да бъде по-привлекателен поради високата цена за настройка на инфраструктурата и управление на мрежата. Тъй като първоначалните разходи са често по-ниски с хоствания модел, изплащането може да бъде по-бързо и решението да се внедри за по-кратко време.

8.4. Анализ и оценка на данните

Данните от наблюдаваните машини обикновено се визуализират и анализират в софтуерно приложение, което компанията вече използва, или в самостоятелна система, създадена специално за M2M. Някои фирми са склонни да използват самостоятелни системи за отдалечен мониторинг, защото повечето доставчици на M2M приложения са специализирани в предоставянето на такива и може да има допълнителни разходи, свързани с интегрирането на нов софтуер в съществуващите системи.

Но като цяло интеграцията им с други платформи може да донесе допълнителни ползи за обслужването. Така например данните от отдалечения мониторинг могат да бъдат включени в системи за управление на връзките с клиентите и да доведат до подобряване на сервизното им обслужване.

Независимо дали приложението е самостоятелно или част от по-голяма система, общата цел е автоматизирането на бизнес процесите чрез автоматизиране на потока от данни към хората и системите. Технологиата трябва да позволи изпращането на точните данни към точното място по правилния начин в зависимост от обстоятелствата. Тя също така трябва да може да предоставя данни на отделни потребители на базата на тяхната специфична функция в бизнес процеса. Например

дадена система може да изпраща по имейл заявка за рутинна поддръжка до едно лице и аварийно повикване за повреда до друго лице от обслужващия персонал.

8.5. Приложения на M2M комуникациите

Благодарение на разширяващото се глобално клетъчно покритие, потенциалът на M2M вече е почти неограничен. Технологията може да намери приложение във всяко едно устройство, във всеки бизнес сектор, навсякъде по света. Драйверите за M2M варират в зависимост от конкретния бизнес и неговите нужди.

Промишленият сектор покрива много различни подсегменти, но всички те се нуждаят от контрол върху производственото оборудване и минимум време за престой. Като цяло M2M технологиите осигуряват възможност за ефективен контрол, споделяне и разпространение на информация между машини, оператори, технологично оборудване, съоръжения и системи за управление на данни.

Процесът може да включва мониторинг на нивото на течност в резервоари, контрол на температурните нива, регистриране на оперативни данни, позициониране на оборудване, актуализиране на настройки на параметри или аларми в случай на неизправност. Доставчикът на оборудването ще има възможност да предотврати времето за престой чрез мониторинг на състоянието на определен актив и предоставянето на директен достъп до неизправната машина, за да може проблемът бързо да бъде установен и разрешен.

Това дава възможност за получаване на по-добър контрол и оптимизиране на производството. M2M решенията могат да се използват за преминаване от регулярното сервизно обслужване към обслужване по заявка. Вместо планирана месечна поддръжка вградените диагностики могат да заявят обслужване само когато е необходимо, като същевременно с това записват пълно одитно

проследяване на дефекти, употреба на машината, дейности по поддръжката и всяка външна намеса.

Чрез интегрирането на интелигентна M2M система за мониторинг и контрол производителят придобива директен, постоянен достъп до полеви аналитични данни относно своите продукти. Тази информация може да се използва, за да се гарантира, че производствените неизправности се коригират своевременно и за получаването на ценна статистика относно използването на продукта.

Днес M2M устройствата в производствения сектор и във веригите за доставки в световен мащаб наброяват 71 милиона. Според анализаторите тази цифра ще нарасне до 175 милиона до 2020 г.

8.5.1. Енергетика

Малко индустрии се трансформират толкова бързо, колкото енергийният сектор. Сред причините за това са все по-масовото навлизане на различни алтернативни източници на енергия, на нови технологии, различни наредби, променящи се ценови модели и стремежът към създаването на интелигентни енергийни мрежи. В тези постоянно променящи се условия M2M решенията могат да предложат ефективно и икономически изгодно управление на натоварването и потреблението.

Така например потребителите могат да намалят разходите си за енергия с използването на интелигентни измервателни уреди. Те не само отчитат изразходваната енергия, но също така автоматизират комуникацията между комуналните услуги и потребителите. Оборудвани с малки компютри и клетъчен модул, те анализират употребата, резюмират ценовата информация и насочват натоварванията към периоди на ниска употреба, когато е възможно. Потребителите получават данни в реално време относно това кога и къде използват енергия и на каква цена.

С M2M приложенията доставчиците на енергийни комунални услуги вече могат да контролират активите си от всяка точка и да използват автоматизация за бързо адаптиране към промените в търсенето и предлагането на енергия. M2M комуникацията се внедрява бързо с помощта на клетъчни технологии; предлага интелигентно икономически изгодно отчитане; оптимизирано производство и търговия на енергия; своевременно отчитане на грешки за подобряване на качеството на услугите; откриване на загуби по мрежата и кражби.

Интелигентните енергийни мрежи използват M2M решения, за да реагират незабавно на критични събития като неочаквани пикове или спадове в мрежата при интегрирането на възобновяеми енергийни ресурси. Автоматизираното взаимодействие на споделяне на натоварване и интелигентното измерване генерира огромно количество информация, с която може да се рационализират мрежите, да се намалят разходите и да се създаде по-надеждна доставка на енергия. Това носи редица ползи за потребителите, доставчиците на енергия и операторите на електроразпределителните системи: динамично ценообразуване на базата на търсене и предлагане; мониторинг на търсенето и предлагането в реално време; автоматизирани реакции към промени в търсенето и предлагането и др.

8.5.2. Логистика и транспорт

Управлението на автопарка и засичането и проследяването на превозни средства или други активи с висока стойност са основните области на приложение на M2M през последните години. Мониторингът на цели вериги за доставка вече е често срещано явление и повечето големи предприятия оценяват добавената стойност, която M2M решенията предоставят на техните логистични процеси и обслужването на клиентите. Освен това M2M-съвместимите предложения стават все по-достъпни за малките и средните предприятия.

В рамките на автомобилната индустрия интегрираните услуги могат да предоставят набор от различни функции и възможности. За леките автомобили към момента има редица приложения, свързани с M2M комуникации или телематика. Сред тях са системите eCall (в случай на катастрофа системата автоматично изпраща сигнал до най-близкия аварийен център); bCall (при повреда в автомобила диагностичната система автоматично извлича и предава данни за техническото състояние на автомобила до сервизен център); проследяване на откраднатото превозно средство; инфотейнмънт (поточно излъчване на радио, актуализиране на карти, сърфиране в интернет) и др.

Европейският пазар за управление на автопарковете е в период на растеж, който ще продължи няколко години. Броят на системите за управление на превозни средства в активна употреба се прогнозира да нарасне от 2 милиона броя в края на 2010 г. до 5 милиона през 2015 г.

В допълнение към това, стартиран в Европейския съюз ITS план за действие посочва редица цели за активиране на различни решения в рамките на транспортния сектор, в които M2M играе важна роля. Сред ключовите от тях са предоставяне на оперативно съвместими (в рамките на ЕС и между различни транспортни системи) решения за намаляване на задръстванията, жертвите в трафика и CO₂ емисиите чрез използването на интелигентни транспортни системи и др.

9. Какво е Кибер-физически системи/Cyber-Physical Systems (CPS)?

Кибер физични системи/Cyber-Physical Systems (CPS) – дефинира се като трансформиращи технологии за управление на физическата среда и изчислителните възможности на взаимосвързани системи. С разработването на все по-достъпни и интелигентни сензори, системи за обработка на данни, компютърни мрежи и

комуникации, конкурентния характер на индустриалният сектор е принуден да инвестира и прилага задължителни високотехнологични методи в своите фабрики.

Следователно с все по-нарастващото използване на сензори и мрежови машини ще се генерират непрекъснат поток и растящ обем от данни дефиниран по-горе като Big Data.

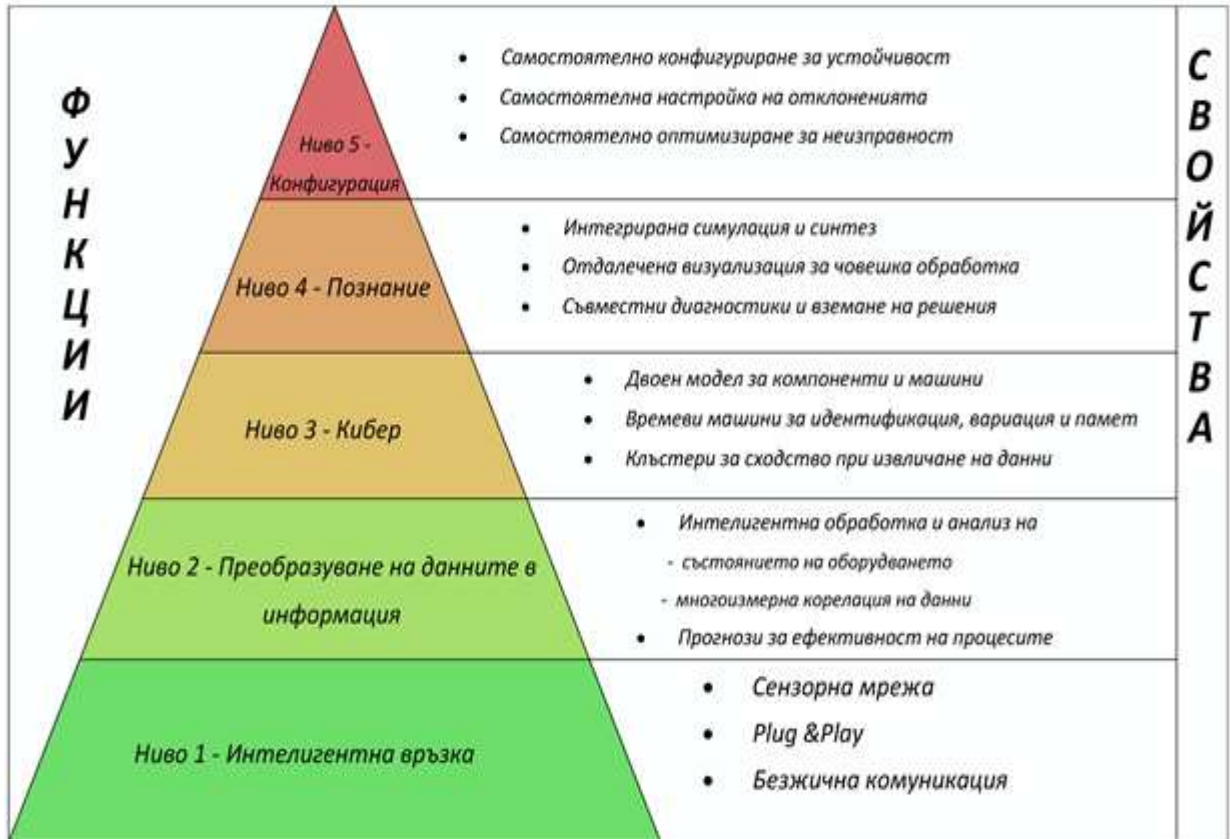
В такава среда, CPS може да се развива за управление и контрол на Big Data и еволюиране на взаимосвързаността на машини за достигане на крайната цел - създаване на интелигентни, устойчиви и самостоятелно адаптивни машини.

Тъй като CPS са в начален етап на развитие, от съществено значение да се определят ясно структурата и методологията на CPS като насоки за тяхното прилагане в индустрията (фигура 14).

За да отговори на такова искане, трябва да се създаде типизирана системна конструкция за общи приложения. Освен това, съответстващи алгоритми и технологии от всеки системен слой също трябва да са с унифицирана структура за реализиране на желаните функционалности на цялостната система и постигане на ефективност на оборудването, надеждност и качеството на продуктите.

9.1. Архитектура CPS 5C

Предложената 5-степенна CPS структура, а именно „5C архитектура“, осигурява стъпка по стъпка насоки за разработване и внедряване на CPS за приложение в индустриалният сектор.



Фиг. 14. 5C архитектура

Ниво 1 - Интелигентна връзка

Придобиване на точни и надеждни данни от машини и техните компоненти е първата стъпка в развитието и интеграцията на CBS. Данните могат да бъдат директно измерени чрез сензори или получени от производствени контролери. Друг важен източник на данни са корпоративните производствени системи - ERP (Enterprise Resource Planning), MES (Manufacturing Execution Systems), SCM (Supply Chain Management) и CMM (Coordinate-measuring Machine).

Два важни фактори трябва да бъдат взети в предвид за това архитектурно ниво.

На първо място, имайки предвид различните типове данни, непрекъснат и несвързан метод за управление на процедурите за събиране на данни се изисква да се използват специфични протоколи за комуникация от типа на MTConnect. От друга страна избор на подходящи сензори (тип и спецификация).

Ниво 2 – Преобразуване на данните в информация.

Задачата на това ниво е да бъде извлечена смислена информация от постъпващите масиви от данни. Второто ниво на CPS архитектурата формира самосъзнание на машините.

Ниво 3 – Кибер

Това ниво функционира като централен информационен център в тази архитектура. Информацията постъпва в него от всяка свързана мрежа за да се създадат мрежа от машини. Нужни са специфични анализи за извличане на допълнителна информация за състоянието на машините от огромните масиви данни. Тези анализи формират на машините способност за самосравняване. Производителността на една машина може да бъде сравнена и класирана сред останалите. От друга страна сходствата между производителността на машината и предишните активи може да се измерват, за да се предскаже бъдещото поведение на машината.

Ниво 4 – Познание

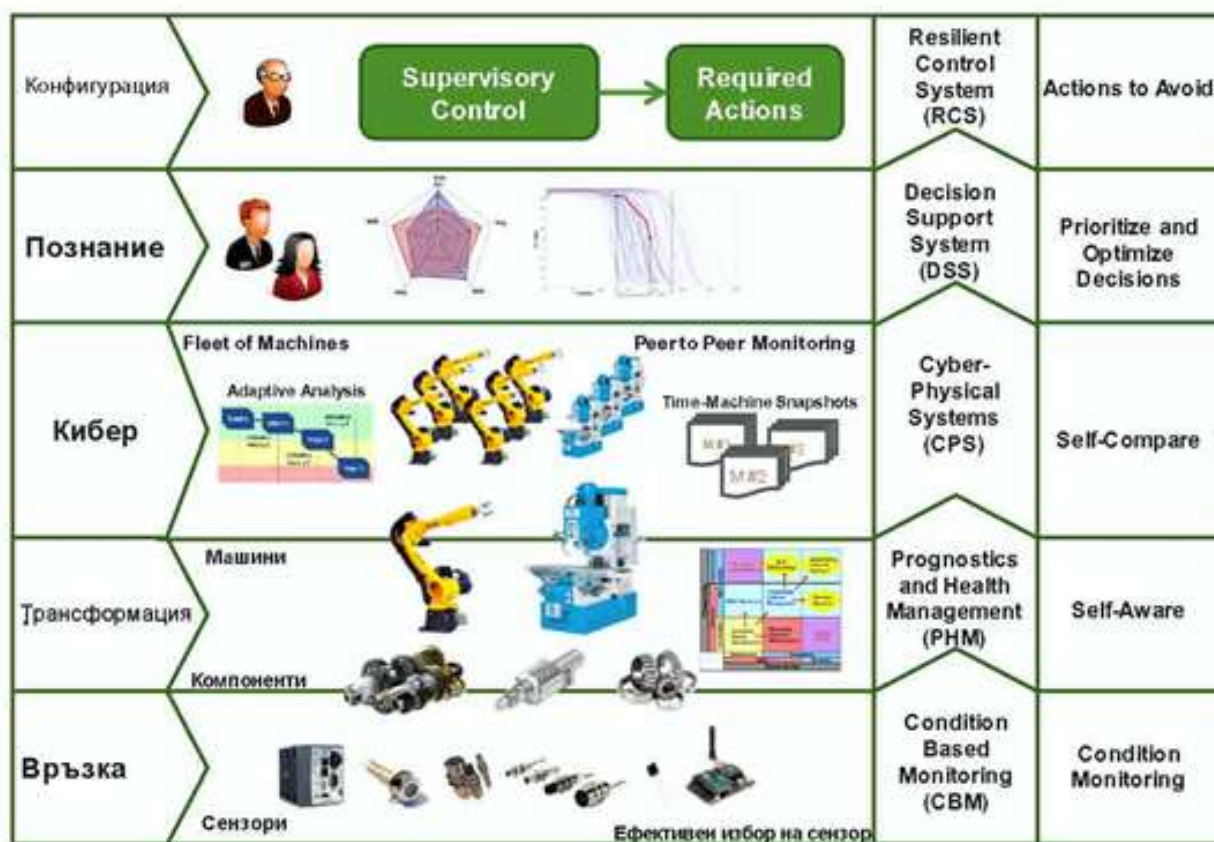
Внедряването на CPS на при това ниво генерира задълбочено познаване на наблюдаваната система. Правилното представяне на придобитите знания на опитните потребители подпомага да се вземе правилно решение. Тук вече разполагаме със сравнителна информация и индивидуално състояние на машината. Възможно е да се избере приоритетна задача за оптимизиране на процесите по

поддръжка. На това ниво е подходящо да се визуализират изцяло придобитите знания.

Ниво 5 – Конфигурация

Нивото на конфигурация е обратната връзка от кибер пространството до физическото пространство и действа като надзорен контрол, за да позволи на машините да постигната самостоятелно конфигуриране и настройки.

Това ниво действа като система за контрол на устойчивостта (RCS) която прилага корективът и превантивните решения, които са били направени в познавателното ниво (фигура 15).



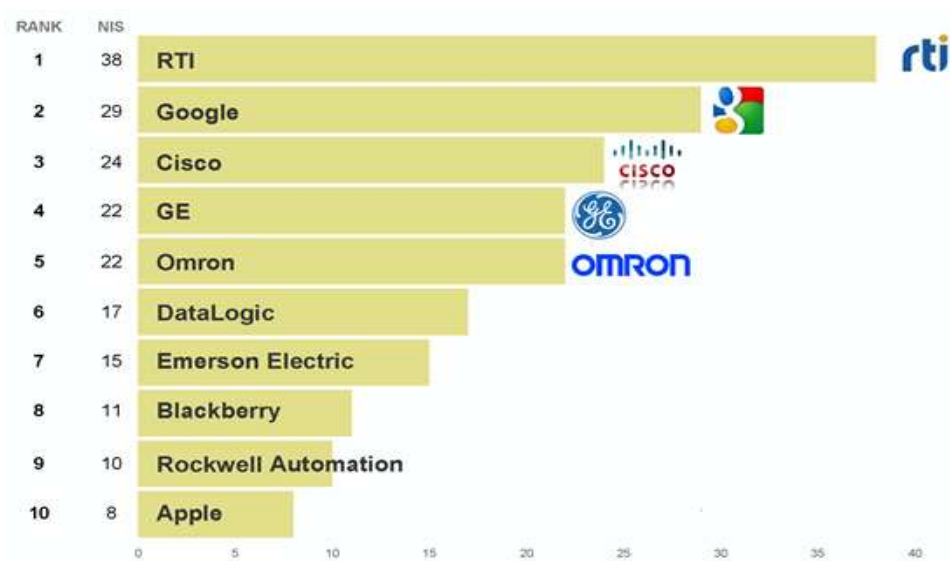
Фиг. 15. Приложения и методи свързани с всяко ниво от архитектурата

10. Индустриален интернет на нещата (Industrial IoT)

Индустриален /промишлен/интернет /Industrial Internet/- термин, въведен от General Electric и се отнася до интеграцията на сложна физическа машина с мрежови сензори и софтуер. Концепцията индустриален интернет обединява технологии като Машинно обучение /Machine learning/, Big Data, IoT, M2M комуникация и Кибер-физични системи /CPS/.

Целта на Industrial Internet е да се улесни връзката на машини с вградени сензори с други машини и крайните потребители, както и да се даде възможност за достъп и контрол на различни технологични устройства. Ключът към успеха на тези системи е тяхната способност да извлича данни от устройства, да се обработват и анализират в реално време и да са достъпни в определен момент. Крайната цел е да се извлече полза от гледна точка на оптимизиране на производствените процеси, осигуряване на ефикасност на работните процеси и гарантиране работата на индустриалните машини.

Графика 2. Десетте най-влиятелни компании в сферата на промишленият интернет:



RTI: имаме възможността да предоставим на нашите клиенти основния модел за стартиране на устойчиви сградни Industrial Internet системи.

През 2014 година GE анонсира, че ще инвестира 1 милиард долара в сферата на индустриалният интернет.

На 27 март 2014 г. няколко високотехнологични компании : AT & T, Cisco, General Electric, IBM и Intel създадоха консорциум за индустриален интернет ИС (Industrial Internet Consortium) . Целта на групата е да отстрани бариерите между различните технологии и така да опрости достъпа до големи данни и интеграцията между физическа и дигитална среда. Алиансът е отворен за участие на всяка компания, организация и други юридически лица, които са заинтересовани от ускорено внедряване на индустриалния интернет. ИС се управлява от нестопанската асоциация Object Management Group, базирана в Бостън, щата Масачузетс. Сред задачите на ИС е създаване на екосистема от компании, научни центрове и правителствени структури, които ще разработват методики, еталонни архитектури и стандарти за промишлени интернет системи, както и решения за тяхното обединение в единна инфраструктура. Консорциумът ще създаде общи архитектури и варианти за внедряване, които ще позволят на предприятията от авиацията, транспорта, здравеопазването и енергетиката просто да пускат и използват приложения за промишлен интернет по всяко време и на всяко място (графика 2).

Индустриалният интернет на нещата (Industrial IoT) е съставен от множество устройства, свързани със софтуер за комуникация. Изградените системи, а дори и отделните устройства които функционират в системата, имат функции да наблюдават, събират, обменят и анализират. Тези функции моментално действат на информацията и на интелигентно ниво променят своето поведение или своята среда - всичко това без човешка намеса.

Пример за една такава Industrial IoT система би била една вятърна електроцентрала (фигура 16).



Фиг. 16. Пример за Industrial IoT система са и ветрогенераторите

Всеки ветрогенератор в парка е оборудван с много сензори и софтуер, който позволява да комуникира с всички останали и дори да поиска ремонт. За да се оптимизира производството на електроенергия, всеки ветрогенератор автоматично регулира настройките и поведението си въз основа на данните, които получава и процесите в системата, като например промени в скоростта и посоката на вятъра. Такива промени в околната среда могат да се реализират не само директно от

метеорологичната обстановка, но също така и от поведението на другите ветрогенератори в парка.

11. Интернет на услугите

Интернет на услугите (IOS) всъщност е възможността на "доставчици на услуги" да предлагат своите услуги чрез Интернет. IOS се състои от участниците в услугата, а това са; инфраструктурата за услуги, бизнес моделите и самите изпълнители на услугите. Услуги се предлагат и комбинирани в услуги с добавена стойност от различни доставчици; те съобщават на потребителите, тъй като и потребителите и са достъпни за тях чрез различни канали. Това развитие дава нов начин на динамични вариации на разпределението на дейностите от индивидуалната верига на стойността. Може да се предположи, че тази концепция ще бъде прехвърлена от единични фабрики до цели мрежи от обекти с добавена стойност в бъдеще. Фабриците могат да бъдат още една крачка напред и да предлагат специални производствени технологии, а не само видове производство. Тези производствени технологии ще бъдат предложени на IOS и може да се използват за производството на продукти или компенсиране на производствените мощности. Идеята на IOS е била разработена в проект на име SMART FACE. Той се основава на сервизно ориентирана архитектура и предлага нов разпределен производствен контрол за машиностроителната индустрия. Това позволява използването на модулни монтажни станции, които могат да бъдат гъвкаво модифицирани или разширени. Транспортирането между сборните пунктове се осигурява чрез автоматизирани управляеми превозни средства. И двете, сборните пунктове и автоматизирано управляеми превозни средства предлагат своите услуги чрез IOS. Детайлите от които е съставен продукта знаят кой е техният клиент (специфична виртуална конфигурация) и може да вземат самостоятелни решения. Следователно, те могат да правят самостоятелно съставяне на необходимите процеси през IOS и автономно

да ги прилагат в производството. Информационните и комуникационни технологии (ИКТ) пък образуват здравата основа, върху която нови иновативни решения могат да бъдат построени.

12. Lights-out (Работа на тъмно) производство и IoT

IoT решенията вече са неизменна част от средствата за индустриална автоматизация, както и от платформите за откриване и регистриране на неизправности и повреди в производствените системи. Все по-достъпните в ценови план сензори и облачни услуги повишават броя на IoT внедряванията сред индустриалните производители, които искат да повишат надеждността, скоростта и интелигентността на оборудването си. Този преход безспорно създава все повече условия за внедряване и на lights-out технологии, които използват за база повсеместната свързаност на производствените системи във фабриките (фигура 17).



Фиг. 17. Lights-out (Работа на тъмно)

Създаването на lights-out фабрика само по себе си обаче е сложна задача, която изисква осигуряването на автоматизирани решения за преодоляването на някои традиционни предизвикателства в индустриалното производство. Такива са: надеждността на оборудването, настройката и работата на металообработващите машини, мениджмънтът на стружкоотвеждането и охлаждането при машинната обработка, боравенето с материали, зареждането и разтоварването на компоненти в/от обработващите машини и центри, управлението на системите за роботизирано обслужване на индустриалното оборудване, планирането и иницирането на прогнозна и регулярна поддръжка, отдалеченият мониторинг и контрол и др. Всички тези задачи могат да бъдат улеснени с помощта на съвременните IoT-опосредствани производствени технологии.

13. По какво се различава Industrial IoT от Internet of Things?

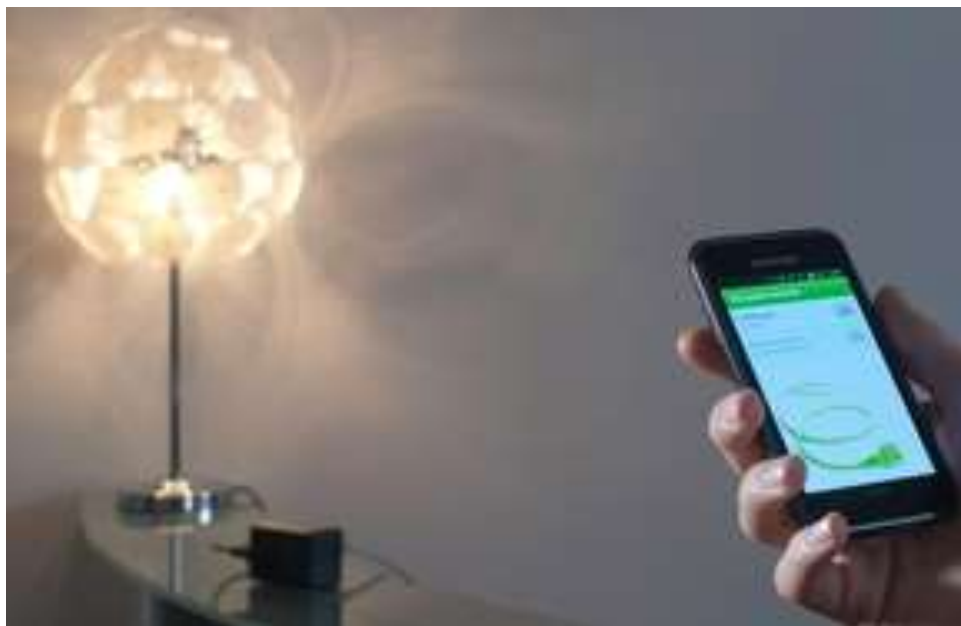
Има две гледни точки за това как Industrial IoT се различава от IoT.

Първата гледна точка е, че има две ясно обособени области на приложение. Промисленият IoT свързва критични машини и сензори в рискови и отговорни индустрии като космическите изследвания и отбраната, здравеопазването и енергетиката. Това са системи, при които повреда или отказ често води до живото застрашаващи или други извънредни ситуации. От друга страна, IoT системите са ориентирани към устройства на потребителско ниво, като например преносими устройства за фитнес, битови смарт термометри, автоматични хранилки за домашни любимци и др. Те са важни и удобни, но при повреда не веднага създават извънредни ситуации.

Втората гледна точка е, че Industrial IoT е инфраструктурата, която трябва да бъде построена преди да бъдат разработени IoT приложенията. С други думи, IoT до известна степен, зависи от Industrial IoT.

Например, много мрежови домакински уреди могат да бъдат класифицирани като IoT устройства, като хладилник, който може да следи датите на изтичане годността на млякото и яйцата, които съхранява, и дистанционно програмируеми системи за сигурност у дома. От страна на индустриалните IoT системи е възможно да се постигне по-добро балансиране на натоварването на консумацията на електроенергия, като се вземат решения за управление на захранването до ниво жилищен квартал. Какво става, ако те биха могли да отидат по целия път надолу до отделните уреди? Да предположим, че потребителите могат да блокират селективно консумацията на електроенергия на домакинските си уреди по време на сценарии с високо натоварване на електропреносната мрежа? Прекъсването на електрозахранването поради натоварване в мрежата ще остане в миналото.

Учени от Института Фраунхофер в Германия са разработили платформа, която позволява отдалечен контрол на работата на включените към домашната електрическа мрежа, електроуреди с помощта на смартфон или компютър с достъп до интернет (фигура 18). В системата за автоматизация на домакинството HexaBus, създадена в рамките на проекта mySmartGrid, са включени "умни" електрически контакти с вграден чип за безжична връзка и специален USB модул, който се свързва към безжичен рутер. Платформата е базирана на операционната система Contiki, предназначена за устройства за вграждане, и използва протокола IPv6.



Фиг. 18. Управление на електроуреди чрез смартфон

Потребителят въвежда команди в обикновен уеб браузър или специално приложение за Android-устройства, след което те се изпращат чрез рутера към контакта. Каналът за трансфер на данните е двупосочен: системата от своя страна може да изпраща на собственика на жилището информация за потреблението на енергия на всеки уред. Предаваните данни се криптират чрез протокола AES-128.

Предполага се, че платформата NexaBus ще позволи да се оптимизира потреблението на електроенергия и да се намалят разходите за комунални услуги. Например, намирайки се извън дома си, собственикът може да пусне пералната машина във време, когато тарифите за електроенергия са най-ниски или електрическата мрежа е най-малко натоварена, както и да активира миялната машина, когато инсталираните на покрива на сградата слънчеви панели отдават най-голямо количество енергия.

Освен това чрез NexaBus разсеяният потребител ще може да изключи осветлението, което е забравил да свети при тръгването си на път, или да включи

предварително климатичната система, за да осигури желаната от него температура при завръщането му вкъщи.

Иноваторите едва сега започват да си представят възможностите, които могат да бъдат постигнати, като се възползват от устройствата и системите, които могат да общуват и да действат в реално време, въз основа на информацията, която си разменят помежду си. Тъй като технологията Industrial IoT става по-добре определена и развита, може и ще бъдат създадени все по-впечатляващи IoT приложения.

14. Индустрия /промишленост/ 4.0 (Industrie 4.0), Интелигентна фабрика - Intelligente Fabrik (SmartFactoryKL)

За първи път концепцията Industrie 4.0 бе обявена на панаира в Хановер (Hannover Messe 2011) през 2011 г., като на същия този панаир се създава работна група от академични и университетски лица, мениджъри и специалисти от практиката, оглавени от Siegfried Dais, Robert Bosch GmbH и Henning Kagermann от Германската академия за наука и инженерство и висш изпълнителен ръководител на SAP AG.

През 2013 г. на Hannover Messe 2013 тази работна група излезе с доклад, представящ цялостна концепция, предлагаща формирането на иновационен бизнес модел, ориентиран към постигане на конкурентни предимства на германската производствена система. Именно този доклад бе представен на федералното правителство. Предполага се, че на основата на концепцията ще се разработи стратегия, а по-нататък и програми за изпълнение от страна на федералните власти. По този начин ще се създадат условия и мотивация на немския промишлен свят да изпълняват програмите и стратегията, така че германската производствена система да бъде един от пионерите, осъществили Четвъртата Промислена (Производствена) революция / Първа Промислена революция – започнала в края

на XVIII век в Англия с използването на машини, задвижвани първоначално от силата на водата, а после и на парата; Втората Промислена революция – характеризира се с въвеждането на конвейерното производство в началото на XX век, задвижвано от електрическа сила; Третата Промислена революция – осъществява се на база програмируеми логически контролери (PLC), т.е. автоматизация на производството на основата на електрониката през 70-те години на XX век. Такъв първи PLC е Modicon084, създаден през 1969 година/.

Междувременно започна осъществяването на пилотни проекти, базирани на Концепцията Industrie 4.0 такива като:

- BMBF - водещ клъстер "Интелигентни технически системи Ostwestfalen Lippe" (BMBF-Spitzencluster „Intelligente technische Systeme Ostwestfalen Lippe);

- Друг голям проект е проект BMBF „RES-COM“;

- „Клъстерът на съвършенството“ - "Интегративна технология за производство в страни с високо равнище на заплащане (Exzellenzcluster Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer).

Освен това, трите главни промишлени сдружения в Германия (VDMA, ZVEI и BitKom) обединиха сили, за да създадат споделена платформа за улесняване на координацията на всички дейности на Промисленост 4,0.

Тези действия допринесоха за обща истерия, която беше насърчавана главно чрез медийните канали. При все това обаче, също така съществува действителен интерес от страна на производствените промишлености за постигане на устойчив успех на тази визия. Германия е високотехнологична нация и генерира голяма част от brutния си вътрешен продукт (БВП) от производството на стоки, както и от необходимото производствено оборудване.

15. Технологичната инициатива SmartFactory



Фиг. 19. "Интелигентен завод" KL

"Интелигентен завод" KL – като независима от производителя платформа за демонстрация и изследвания – вече направи огромна стъпка към визията Промисленост 4.0, разработвайки и разпространявайки решения, които позволява гъвкави производствени структури, отговарящи на настоящите промишлени предизвикателства (фигура 19). В рамките на мрежата си от повече от 30 промишлени партньори SmartFactoryKL изпробва и разработва новаторски технологии за информация и комуникации и тяхното приложение в реалистична, промишлена производствена среда. В рамките на най-новия проект беше разработена революционна производствена линия с обединените усилия с ключови промишлени партньори. Производствената линия е напълно модулна и позволява

внедряване в стил "plug-and-play" на нови производствени модули. Функцията "plug-and-play" е постигната въз основа на комплект механични, електронни и информационни технически технологии, SmartFactory KL и партньорите му (фигура 20).



Фиг. 20. Демонстрационен завод за бъдещо производство в SmartFactoryKL

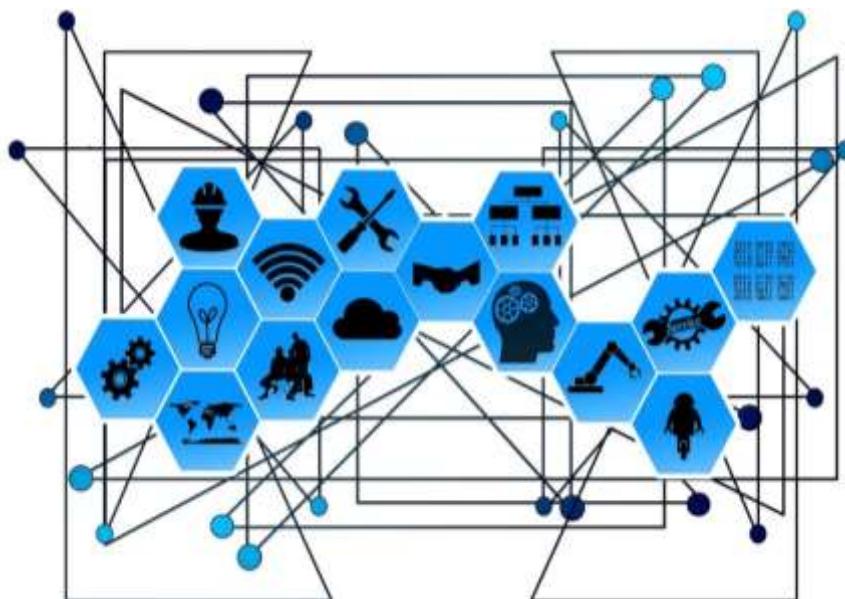
Никоя технологична революция никога не е била започвана набързо. По-често сътресенията настъпват съответно за период от няколко десетилетия, в еволюционен преход, задвижван от напредък в множество технологични области (технологичен натиск), но също така и в резултат от търсенето на пазара (пазарно издърпване). Силно вероятно е настоящото движение към Промисленост 4.0 да има подобен еволюционен аспект, продължаващ няколко десетилетия. Положителна страна е, че Промисленост 4.0 осигурява ясна визия, към която успешно могат да

се приспособят както производителят, така и крайният потребител. Научните прозрения на ИТ средата са тясно свързани към изискванията на производствената среда. Това изисква между дисциплинарното сътрудничество на традиционно разделените дисциплини. Все пак обаче, човешките същества ще останат най-важният фактор в този процес на преход. Ако бъдат анализирани трите предходни революции става очевидно, че човешките нужди и стандарт на живот са били основната задвижваща сила зад промените. Когато тези изисквания срещнат точните гранични технологически условия, изглежда, че това води до плодотворни полета за новаторски промени. След третата Индустриална Революция, по-известна като Цифровата Революция, много новаторски технологии, както и политически промени повлияха върху начина, по който хората живеят един с друг. Характерни примери включват края на Студената война, отварянето на световните пазари – особено този на Китай – заедно с технологичния прогрес (например Интернет и многото Смарт устройства).

В този раздел представям основните предизвикателства и промени, очаквани във визията на Промисленост 4.0

1. Готовност за навлизане на Промисленост 4,0

Светът се изправя през Четвъртата индустриална революция. Развитието на иновационен процес е важна част от дейността на всяка компания, с цел поддържане на нейната конкурентноспособност в този променящ се свят. Не всички фирми обаче са подготвени за Индустрия 4.0. „Индекс на готовност за свързване“ (Networked Readiness Index – NRI) – едно проучване на Световния икономически форум, измерва доколко една икономика използва информационните и комуникационните технологии за повишаване конкурентоспособността, иновациите и благосъстоянието. А кои държави са най-подготвени за дигиталната революция (фигура 21), ще разберете от настоящия материал.



Фиг. 21. Дигитална революция

Изследването е проведено сред 139 страни по света, всяка от които е получила средна оценка от 1 до 7, като 1 отговаря за най-неподготвените, а 7 съответно – за най-подготвените страни. Според класацията на Световния икономически форум и Индекса на готовност за свързване държавите, които с най-голяма готовност могат да посрещнат Индустрия 4.0, са следните:

Сингапур: 6.04

Финландия: 5.96

Швеция: 5.85

Норвегия: 5.83

САЩ: 5.82

Нидерландия: 5.81

Швейцария: 5.75

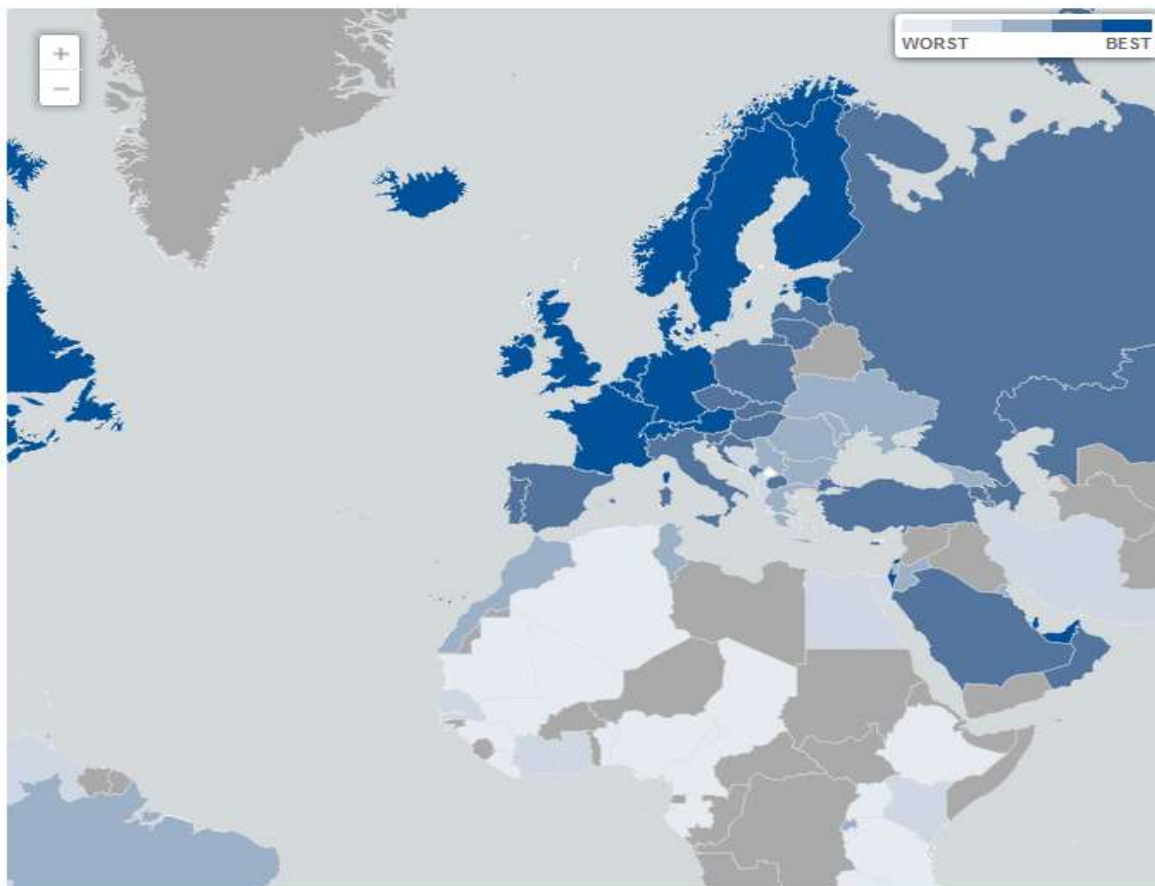
Великобритания: 5.75

Люксембург: 5.67

Япония: 5.65

Както виждате, скандинавските страни бележат най-висок резултат и заемат челни позиции по своя Индекс на готовност за свързване. Любопитно е това, че Германия, като една от най-технологично развитите държави в света и майка на Индустрия 4.0, попада на 15-то място в класацията. Китай също вече смело гледа към новата индустриална революция, но се намира едва на 59-та позиция.

По своя Индекс на готовност за свързване България заема 69-то място, изпреварвайки своите съседки Гърция (70-то място) и Сърбия (75-то място). Румъния е на 66 позиция в ранк-листата, водена от Македония (46-то място) и Турция (48-то място).

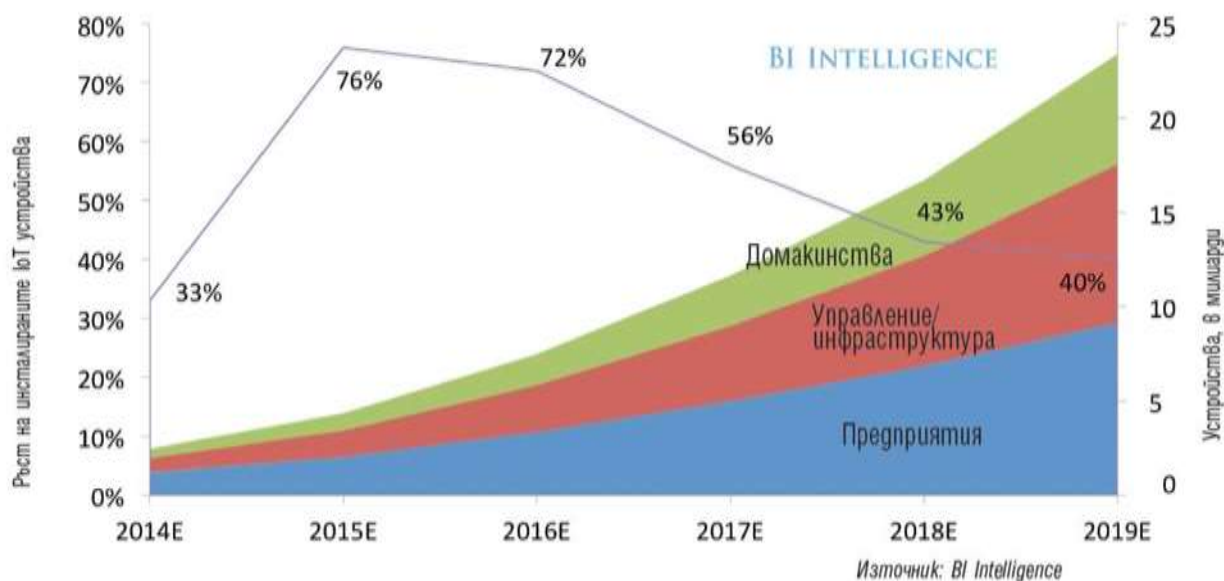


Фиг. 22. Готовност на страните да посрещнат Четвъртата индустриална революция

Интересен факт е, че в различните страни идеята за Четвъртата индустриална революция се популяризира под различни имена, концепции и проекти. Така например в Германия тя се заражда като „Индустрия 4.0“ (Industry 4.0). Във Франция е позната под наименованието „Индустрия на бъдещето“ (Industry of the Future), в Китай – като „Произведено в Китай от 2025 г.“ (Made in China 2025),

японската версия е „Свързани индустрии“ (Connected Industries), американската – „Индустриален интернет“ (Industrial Internet), а в Обединеното кралство като синоним на Индустрия 4.0 е наложен изразът „Катапулт с висока производителност“ (High Value Manufacturing Catapult) (фигура 22).

2. Готовност за посрещане на IoT устройствата по сектори



Графика 3. Прогнозен брой на индустриалния IoT устройства по сектори

Интернет на нещата често се свързва с междумашината комуникация (M2M) в промишлеността, електроцентралите, газовите и петролни съоръжения. Продуктите с вградени M2M комуникационни способности често се смятат за „интелигентни“.

Това е езикът на бъдещето. Тънки интелигентни неща навсякъде околко нас ще координират своите действия (графика 3). Кафемашини ще общуват с будилника в смартфона. Термостатите ще си говорят със сензора за движение. Машините във

фабриката ще комуникират с електрозахранващата мрежа и със склада за суровини. Десетилетие след като Wi-Fi технологиите пренесоха лаптопите и телефоните в безжичната мрежа и петилетка след революцията на смартфоните ние виждаме зараждането на нова ера на още по-ежедневни обекти, които започват да общуват безжично помежду си и да ни дават данни, за които не сме и помисляли досега.

Представете си фабрика, в която всяка машина, всяко хале ще праща информация за решаване на проблеми на поточната линия. Представете си хотелска стая, в която светлините, стереоуредбата и щорите на прозореца не само се контролират от централна станция, но и се настройват според собствените ви предпочитания, още преди да сте влезли в нея. Представете си медицинско устройство, което може да ви насочи към най-близкия дефибрилатор, ако получите сърдечен пристъп.

За да стигнем до такъв Свързан свят, трябва да преминем през поне 3 етапа.

- Първият е просто да слагаме повече устройства в мрежата – повече сензори, повече процесори в ежедневни обекти, повече безжични точки за извличане на данните от процесорите.
- Вторият е да накараме тези устройства да разчитат едно на друго, координирайки своите действия за изпълнение на прости задачи без намеса от страна на човека.
- Третият и финален етап, когато свързаните неща станат повсеместни, ще изисква да ги разбираме като система, която трябва да бъде програмирана, добросъвестна платформа, която може да стартира софтуер по същия начин, по който го прави компютър или смартфон.

След като стигнем дотам, системата ще преобрази света на предмети от бита в проектирана среда, благодатна за програмисти и инженери. Това ще промени целия начин, по който мислим за разделението между виртуалното и физическото. Това

може да звучи като плашещо нахлуване на технологиите, но свързаният и програмируем свят в действителност може да изхвърли повечето ни джаджи, да автоматизира дейностите, които обикновено вършим на ръка, и да прехвърли интелекта от облака към всичко, до което се докосваме.

3. Визията на Промисленост 4.0

Отличителна функция на новата технологична среда е преминаването към мехатронни системи. Електрониката ще бъде основна съставна част в бъдещите продукти, докато хардуерът ще бъде все повече стандартизиран. Главните функции, определящи функционалностите, ще бъдат създадени от софтуера. По този начин традиционните машинни елементи са преобразувани в мехатронни системи. Дадена функция може да бъде внедрена чрез механиката, електрониката или софтуера. Поради това, дизайнът и производството, както и обслужването, се нуждаят от интердисциплинарен екип, съчетаващ компетенции в механичното, електрическото и софтуерното инженерство с универсален инженер.

3.1. Интелигентни обекти

Ключовата предпоставка за визията Промисленост 4,0 е IoT. В тази визия всички заводски "обекти" ще имат уникален IP адрес и ще бъдат интегрирани в мрежата. Техническият термин, измислен за такъв обект, е Кибер-физически системи Cyber-Physical Systems (CPS). Традиционната производствена йерархия ще бъде заменена от децентрализирана, самостоятелна организация, възможна благодарение на CPS в заводите на бъдещето. Отделите на завода и производствените процеси ще станат толкова независими и гъвкави, че дори най-малката по размер партия може да бъде произведена в условия на бърза промяна на произвеждания продукт и с произволен брой опции. Комуникацията машина-с-машина позволява да бъдат подавани команди от индивидуалните машини, например за транспорт на суровина или за

използване на специфична производствена услуга. Семантичната памет на продукта динамично контролира производствения му процес и поради това позволява децентрализирано масово производство на партида с размер "1". Много от тези интелигентни елементи ще бъдат мобилни и свързани един към друг чрез безжични мрежи, което означава загуба на жизненоважни данни за позициониране, които безусловно се доставят до нас в "края на кабела" в старите жични системи. Това е особено важно в областта на заводските операции. Служител, който използва мобилно работно устройство, като например смартфон, повече няма да може да бъде намерен на точно определено място. Потребителят може да бъде някъде в работилницата, но също така може да бъде в кафенето. Приложението трябва да отчита настоящото положение на служителя, с цел дешифриране дали функцията понастоящем е поддържана или не. За разрешаване на тази дилема ще бъдат необходими не само вътрешни системи за местоположение със сходни с GPS функции, но и трябва да бъдат открити нови правила и методи за дизайн на чувствителни към контекста интерфейси човек-машина, които позволяват разделяне на понастоящем използваните хардуер и работен софтуер.

3.2. Нови комуникационни архитектури

Днешните заводи следват строга, йерархична информационна структура. В горните равнища откриваме системата за планиране на ресурсите на предприятието (ERP), която е инсталирана над системите за управление на завода (MES и NC/PLC) и, на най-долното равнище, системите от датчици и контролери на завода, така наречаните полеви устройства. При все това, през последните години тези равнища са все повече се интегрират едно в друго; главната интеграция на система се извършва във водоравна посока, а не в отвесна. Мрежа от CPS неизбежно ще изисква нов подход към архитектурите. Обикновените структури с пирамидална форма, характеризиращи се със силна водоравна мрежа, както и със слаба отвесна

комуникация, ще бъдат заменени от ориентирана по области структура на мрежата, която, по принцип, позволява произволен брой пътища из всички информационни слоеве на завода. Изградените по принципите на IoT и CPS заводски системи ще направят днешните PLC системи излишни, тъй като всяко крайно устройство ще обменя данни с всяко друго, дори и ако е разположено на друго равнище. Спецификацията на логически процес (позната също като оркестрация) ще се осъществява в мрежата, не в специален управляващ елемент.

3.3. Нови програмни парадигми

Днес се променя програмното управление за по-голямата част от хардуерните структури, които обикновено се основават върху правила и стандарти, които са на 20 години или повече. В бъдещия свят на мрежови, самоорганизиращи се CPS, хардуерът и логическото управление трябва да бъдат строго разделени. По отношение на това вече съществуват множество парадигми. Например, ориентираните към услугата архитектури (SoA) или архитектурите с множество агенти (MAS). И двата подхода запечатват и правят функционалността на хардуера абстрактна и съдържат механизми за самоорганизиращи се системи. Още повече, вече съществува серия програмни модели, които позволяват спецификация на логическо управление или оркестрация. Въпреки това обаче, такива подходи изискват висока степен на познания в компютърните науки, което усложнява внедряването на ниво работилница от хора, които не са обучени в тази област на компетентност. В този смисъл миграцията на такива архитектурни парадигми от горното заводско равнище, където те вече са частично разпространени, през системите MES от средно ниво, е най-обещаващият път, което също така взема под внимание техническите заложи на засегнатия персонал. В днешното планиране на производството и управление на процеси дизайнът на системата за управление идва в края на фазата на планиране, тъй като разчита на резултати от механичния и

електрическия дизайн. Програмирането на логическото управление не започва докато терминалите за управление не бъдат избрани и не бъде решено как те да бъдат окабелени. Абстрактните идеи като SoA могат да бъдат полезни при разделянето на връзката с първоначалното внедряване на хардуера и за създаване на повторно използваеми софтуерни компоненти. Необходимо е установяване на нов инженеринг на работния процес за осигуряване на изисквания подход за независимо, функционално и отгоре-надолу хардуерно планиране. Традиционните области на планиране трябва да бъдат по-тясно интегрирани, особено в ранните фази на планиране, с цел осигуряване на подравняване по-късно в процеса на планиране. Инженерните подходи към системите могат да помогнат за поддържане на междудисциплинарни задачи, както успешно беше демонстрирано в отрасъла на авиационните технологии. Поради това създаването на прозрачно представяне е предизвикателство, дължащо се на сложността на планираните резултати и взаимовръзките сред свързаните дисциплини. Това ще изиска практически процедури за постигане на поетапна, основаваща се на модели инженерна стратегия, както и подходящите езици на моделиране, формати на данни и вериги инструменти. Целта на бъдещите интелигентни заводи трябва да бъде отстраняването на медийното разделяне между средите CAХ/PLM и действителния, работещ завод. Инструментът PLM изисква от процеса способността да генерира пълни описания на система, които могат да бъдат преобразувани пряко в изпълнителни услуги за управление. Тогава кодът трябва да позволява както симулация на виртуален завод, така и настройки и управление на действителния завод.

3.4. Стандарти

Както е описано в базовия модел, строгото отделяне на хардуера и функционалността може да бъде успешно само, ако се основава върху стандарти.

Елемент CPS трябва да бъде изграден в сходен стил, най-малко по отношение на информационната технология, като части на конструктор LEGO. С други думи, елементът трябва да обменя данни въз основа на стандартите на всички равнища на модела ISO/OSI със 7-слоя. Най-малкото транспортните слоеве 1-4 вече разчитат на много установени стандарти, като различните стандарти IEEE 802.xx или Интернет Протокола IP; съответните стандарти за основаващите се върху приложенията слоеве 5-7 ще пристигнат само след масивен пазарен натиск. Очевидно е, че никой производител не е привлечен от идеята да преобразува продуктите си във взаимозаменяеми части от конструктор LEGO. Настоящият дебат за стандартен процес в областта на промишлените безжични мрежи (например ISA100) или езика за описание на спецификация на устройство (например FDT) показват както съпротива, така и конфликт на интереси. Най-малкото изглежда, че подходът за внедряване на OPC UA за слоеве 5-6 е обещаващ, така че все повече и повече производители и потребители ще са склонни да го приемат.

3.5. Сигурност

Отличителна черта на системите за управление на завода на бъдещето е употребата на основаващи се върху IP-мрежи на всички равнища. Това улеснява внасянето на данни от полево устройство в система ERP от по-високо ниво без никакви затруднения. Въпреки това обаче, това може да изложи завода на риск от дори още по-мощни кибернетични атаки, чрез използване на отворени протоколи. STUXNET и други зловредни софтуери (малуеър) правят абсолютно очевидно, че заплахата е истинска. Основаваща се върху CPS производствена среда може в крайна сметка да бъде внедрена успешно само, ако в рамките на бизнеса навлязат високи стандарти на сигурност и доверие в тази технология. Това изисква не просто технологични решения, но може би и по-важно, организационни мерки. Точен отговор на

въпросите за сигурността ще бъде ключова тема през целия път и изисква предложения от промишлеността, научно-изследователската област и правителствата.

3.6. На какво ще прилича непосредственото бъдеще?

Предсказано е, че тази версия на визията Промисленост 4.0 ще намери пътя си към бъдещите производствени среди в рамките на около 10 до 15 години. Относно всички въпроси, на които трябва да бъде отговорено и относно цялата научно-изследователска дейност, която трябва да бъде извършена, все още ще отнеме време, докато подобни цялостни производствени сценарии бъдат повсеместно внедрени и приети в промишленостите ни.

Следователно, първите елементи и първите обекти, подходящи за визията, ще изминат еволюционен път преди да намерят мястото си в практическа употреба. Наличността на информация с висока разделителна способност и намаляването на медийните пропуски представляват основата, която да позволи гъвкави, прозрачни работни среди. Вече предлаганите технологии авто-ID могат да спомогнат за проследяване на елементи и представянето им в цифровия свят. Мобилните устройства (фигура 23), като преносими компютри, таблети-РС или Смарт Очила осигуряват мигновен достъп до знанията на предприятието от почти навсякъде и от където и да било – в рамките на бизнеса и извън него. Следователно, решенията и действията могат да бъдат основани върху подробна и точна информация и реакциите ще последват по-бързо, подпомагани от интелигентни помощни системи.



Фиг. 23. Мобилни устройства и интелигентни помощни системи в производството

4. Съпоставка между ползите от потребителската иновация, предизвикателствата за усвояването на Индустрия 4.0 за България

Полза от потребителска иновация	Съпоставка с предизвикателство за усвояването на Индустрия 4.0
Полза 1	Колаборация между потребители и индустрия/производители
Полза 2	Напълно функциониращи функции Интернет на нещата, Интелигентни алгоритми в производството; намаляващи разходи; по-гъвкави и приспособими продукти
Полза 3	Визуализирани процеси
Полза 4	Интегриране и общуване между системи, машини, хора, процеси; Индустриални мрежи с добавена стойност и нови бизнес модели;
Полза 5	Иновации; гъвкави решения извън кутията;

Полза 6	Макроикономически ефекти като преразпределение на човешки капитал; Държавна помощ;
Полза 7	Конкуренцията от страни с по-ниски разходи за производство и по-висок технологичен напредък; Интеграция на данни
Полза 8	Информационна сигурност; квалифицирани и способни идеолози;
Полза 9	Не-идентифицирана връзка към момента

Заклучение

Днес живеем във време на интензивни и неизбежни промени, провокирани до голяма степен от развитието на Интернет технологиите.

С навлизането на IP технологиите се появили нови услуги и бизнес модели, които са на път да променят изцяло начинът, по който се прави бизнес. Дори редица професии и модели на общуване вече са невъзможни без Интернет.

Предимствата от внедряването IP технологиите са:

- подобряване на производствената ефективност;
- възвръщаемостта на инвестициите;
- подобро обслужване на клиентите.

Най-важното качество на IP технологиите обаче се оказва способността им значително да увеличават обема на обработвана информация и скоростта и качеството на комуникацията, свързани с производствените процеси, като по този начин създават условия за по-голяма гъвкавост и бързо въвеждане на иновации в индустрията.

Кратко описание на технологията, концепцията, визията IoT в аспекта на индустриалното си приложение:

Методи за интегративен контрол и стабилна оптимизация на дискретни и непрекъснати процеси в подкрепа на инженерите в тяхната цел за откриване, измерване и мониторинг на променливите, събитията и ситуациите, които влияят върху производителността, консумацията на енергия и надеждността на производствените системи. Научно-изследователската дейност обхваща напредъка

в интелигентните сензорни технологии, интелигентния системен дизайн, вградените системи, когнитивните технологии и авангардния контрол.

Хората не само имат важната роля на "двигател" на технологията, но също така и ролята на задвижван. Модерните ИСТ водят до силно ускоряване на всички бизнес процеси и това е така в световен мащаб. Оферти за доставяне на производствени заводи и услуги могат да бъдат изпратени по целия свят за секунди, като същевременно мигновено могат да бъдат сформирани световни синдикати за осигуряване на решения. По-ефективни и интегрирани логистични системи по земя, море и въздух могат да доставят стоки на клиенти за много по-кратки срокове. За успех в световната конкуренция, производствените системи се нуждаят от пъргавина и от способността за бърз транспорт. Това ще бъде възможно чрез напредъка на ИСТ. Хората ще трябва да планират, внедряват и работят дори още по-бързо в тази нова среда системи. Само тези нации от света, които своевременно се справят с приспособяването на обучението и образованието на гражданите си спрямо новите реалности ще имат успех в рамките на световния пазар.

Разгледаните технологии са само малка част от динамичното ИИН движение, но придобили широко разпространение, се превръщат в основополагащи за постигането на разработване на прототипи с бързи темпове. Много от големите бизнеси се ориентират към облачните технологии и услуги, намалявайки инфраструктурните разходи и добавяйки стойности към техните продукти и услуги. В наши дни за малки и стартиращи компании (startups) излиза икономически много по-изгодно да започнат своя бизнес ориентирани към облака и облачните технологии, отколкото към конвенционалните решения и собствени инфраструктури

Магистърската теза постига поставената цел успешно, изпълнявайки поставените задачи. Направеното изследване дефинира и обяснява разгледаните концепции и технологии свързани с Интернет на Нещата, базирайки се на сектори.

Поставената тема е актуална и значима, разглеждана на мултинационално ниво, създавайки предпоставки за правителствата да адаптират законодателствата си и съставят нови стандарти и нормативи. Експерти оценяват общия базар да нарасне с над 200 процента то 2020 година, по пътя към една по-интелигентна, интегрирана, ефективна и устойчива заобикаляща ни среда.

Използвана литература:

1. Четвърта индустриална революция, автор Клаус Шваб, издателство Хермес
2. <http://postscapes.com/internet-of-things-history>, Postscapes, Tracking the Internet of Things, a brief history of the Internet of Things, проверено на 24.02.2018 г.
3. <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>, RFID JOURNAL, That “Internet of Things” Thing, by Kevin Ashton, published 2009, проверено на 20.02.2018 г.
4. NearSoft: Значението на "Industry 4.0" и IoT за българската индустрия, Сп. Инженеринг ревю - брой 3, май 2015 г.
5. <http://www.theinternetofthings.eu/rob-van-kranenburg>, The Internet of Things, проверено на 19.02.2018 г.
6. Baheti R, Gill H. Cyber-physical systems. Impact Control Technology 2011:1–6.
7. <https://github.com/mysmartgrid/hexabus/wiki>, проверено на 23.02.2018 г.
8. Plattform Industrie 4.0 2014: Industrie 4.0: Whitepaper FuE-Themen, <http://www.plattform-i40.de/sites/>
9. Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft. Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0., 2013
10. Digital Agenda in the Europe 2020 strategy . Digital Agenda for Europe. [Онлайн] Europe, 01 07 2015 г., <http://ec.europa.eu/digital-agenda/digital-agenda-europe>, проверено на 20.03.2018 г.
11. Янев Н., Й. Анастасова, К. Иванов, 2015, Интелигентни информационни технологии, приложими в минния бранш, Годишник на МГУ, София 2015 г.
12. Willkommen in der 4. industriellen Revolution, 2017, <http://smartfactory.de/>, проверено на 24.03.2018 г.

13. <http://www.theinternetofthings.eu/rob-van-kranenburg>, проверено на 18.03.2018 г.
14. <http://www.engineering-review.bg/bg/industry-4-0-vazmozhnosti-i-predizvikatelstva-na-industrialniya-internet/2/3244/>, проверено на 14.03.2018 г.
15. Бизев, Николай Михайлов, Инициатива за отваряне на данни в администрацията – между прозрачността и икономическия растеж. Институт по публична администрация, проверено на 12.03.2018 г. http://www.ipa.government.bg/sites/default/files/opendata_unwe5_bfu.pdf.
16. Einfuehrung um Umsetzung von Industrie 4.0, Springer, 2016 г.
17. Schröder, Ch. (2017), The Challenges of Industry 4.0 for Small and Medium-sized Enterprises, достъпен на: <http://library.fes.de/pdffiles/wiso/12683.pdf>, проверено на 10.03.2018 г.
18. Big data Preliminary Report 2014. ISO - International Organization for Standardization 2015 г. http://www.iso.org/iso/big_data_report-jtc1.pdf, проверено на 5.03.2018 г.
19. Bluetooth low energy - Wikipedia, the free encyclopedia. Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth_low_energy, проверено на 20.03.2018 г.
20. ZigBee - Wikipedia, the free encyclopedia. Wikipedia, the free encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/ZigBee>, проверено на 19.03.2018 г.
21. Z-Wave - Wikipedia, the free encyclopedia. Wikipedia, the free encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Z-Wave>, проверено на 20.03.2018 г.
22. Cisco® Global Cloud Index (GCI) - Cisco Global Cloud Index: Forecast and Methodology, 2013–2018, cisco.com, проверено на 4.03.2018 г.
23. Digital Agenda in the Europe 2020 strategy . Digital Agenda for Europe. [Онлайн] Europe, 01 07 2015 г., <http://ec.europa.eu/digital-agenda/digital-agenda-europe>, проверено на 28.02.2018 г.

24. The Internet of Things – Key Concepts. Freshfields Bruckhaus Deringer. Freshfields Bruckhaus, http://www.freshfields.com/en/global/Digital/The_Internet_of_Things_Key_Concepts/?LangType=2057, проверено на 25.03.2018 г.
25. Transform the way you think about manufacturing, <http://www.fujitsu.com/bg/solutions/industry/manufacturing/industry/>, проверено на 24.03.2018 г.