

Павел Петров, Юлиан Василев,
Иван Куюмджиев, Светослав Иванов

ДИГИТАЛИЗАЦИЯ НА ПРОЦЕСИТЕ НА УПРАВЛЕНИЕ
И ОБРАЗОВАТЕЛНИТЕ УСЛУГИ
В УНИВЕРСИТЕТСКА СРЕДА

**Павел Петров
Юлиан Василев
Иван Куюмджиев
Светослав Иванов**

**ДИГИТАЛИЗАЦИЯ
НА ПРОЦЕСИТЕ НА УПРАВЛЕНИЕ
И ОБРАЗОВАТЕЛНИТЕ УСЛУГИ
В УНИВЕРСИТЕТСКА СРЕДА**

2022

Издателство „Наука и икономика“
Икономически университет – Варна

Издаването на монографията е финансирано по проект НПИ 45/2020
на Икономически университет – Варна

Тази книга или части от нея не могат да бъдат размножавани, разпространявани по електронен път и копирани без писменото разрешение на издателя.

© Павел Стоянов Петров, Юлиан Андреев Василев,
Иван Огнянов Куюмджиев, Светослав Стефанов Иванов.

© Издателство „Наука и икономика“.
Икономически университет – Варна, 2022.

ISBN 978-954-21-1132-0

СЪДЪРЖАНИЕ

Използвани съкращения	7
Въведение	9
 ГЛАВА ПЪРВА. ХАРДУЕРНИ АСПЕКТИ ПРИ ДИГИТАЛИЗАЦИЯ НА ПРОЦЕСИ	 13
1.1. Основни видове хардуер, използван при дигитализацията на процеси.....	13
1.2. Инфраструктурни аспекти при дигитализация на образователни дейности с използване на собствен хардуер и център за данни	17
1.3. Охлаждане и енергийна ефективност на център за данни.....	22
 ГЛАВА ВТОРА. МОДЕЛИ ЗА ДИГИТАЛНА ЗРЯЛОСТ В УНИВЕРСИТЕТИТЕ	 30
2.1. Дигитализация, дигитална трансформация, модел на зрялост	31
2.2. Предизвикателства и решения	36
 ГЛАВА ТРЕТА. ИЗПОЛЗВАЕМОСТ НА ДИГИТАЛНИ РЕСУРСИ В ПЛАТФОРМА ЗА Е-ОБУЧЕНИЕ.....	 43
3.1. Обща постановка на проучването	43
3.2. Обобщение на резултатите и клъстеризация на групите студенти	54
 ГЛАВА ЧЕТВЪРТА. ДОБРИ ДИГИТАЛИЗАЦИОННИ ПРАКТИКИ ПРИ ИЗПОЛЗВАЕМОСТ НА СТУДЕНТСКИЯ ПОРТАЛ WEBSTUDENT В ИКОНОМИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ВАРНА	 60
4.1. Дигитализация на университетски процеси.....	60
4.2. Функционалност на дигитализирани процеси.....	63

ГЛАВА ПЕТА. ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ РАБОТАТА НА ДИГИТАЛИЗИРАНИ ПРОЦЕСИ СЛЕД СРИВ	69
5.1. Хардуерните дефекти като причина на срыв	69
5.2. Използване на архивна памет при решения за дигитализация	71
ГЛАВА ШЕСТА. ПОДХОДИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ ПРИ РАЗРАБОТКАТА НА СОФТУЕР ЗА ДИГИТАЛИЗАЦИЯ НА ПРОЦЕСИ	77
6.1. Обзор на подходите за управление на разработката на софтуер	77
6.2. Управление на софтуерни проекти	87
ГЛАВА СЕДМА. МЕТОДИЧНИ ПРОБЛЕМИ, СВЪРЗАНИ С РАЗРАБОТКАТА НА СОФТУЕРНИ ПРОДУКТИ ЗА ДИГИТАЛИЗАЦИЯ НА ПРОЦЕСИ	95
7.1. Софтуерният продукт като компонент при дигитализацията	95
7.2. Управление на разработката на софтуерни продукти	99
7.3. Прилагане на подходяща методология за разработка на софтуерни продукти	102
Заклучение	108
Използвана литература	120

ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ

ИКТ	информационни и комуникационни технологии
ИТ	информационни технологии
КЕП	квалифициран електронен подпис
ОКС	образователно-квалификационна степен
СУБД	система за управление на бази от данни
AIT	Advanced Intelligent Type
ANSI	American National Standards Institute
API	Application Programming Interface
ASD	Agile Software Development
BD	Blu-ray Disc
CD	Compact Disc
CRM	Customer Relationship Management
CUE	Carbon Usage Effectiveness
DAT	Digital Audio Tape
DDS	Digital Data Storage
DDR	Double Data Rate
DL	Double Layer
DSDM	Dynamic Systems Development Method
DVD	Digital Versatile Disc
ERF	Energy Reuse Factor
ERP	Enterprise Resource Planning
ETL	Extract, transform, load
Evo	Evolutionary Value Delivery
FDD	Feature-Driven Development
FIDO	Fast Identity Online
GEC	Green Energy Coefficient
HDD	Hard Disk Drive
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IUE	Infrastructure Usage Efficiency
LSD	Lean Software Development
LTO	Linear Tape Open
MoSCoW	M – Must have; S – Should have; C – Could have; W – Won't have

MVP	Minimum Viable Product
NVMe	Non-Volatile Memory Express
OLTP	Online Transaction Processing
PCIe	Peripheral Component Interconnect Express
PUE	Power Usage Effectiveness
RAD	Rapid Application Development
RAID	Redundant Array of Independent Disks
RE	Recordable Erasable
ROM	Read Only Memory
RUP	Rational Unified Process
RW	ReWritable
SAS	Serial-Attached SCSI
SATA	Serial Advanced Technology Attachment
SCM	Supply Chain Management
SCRUM	Systematic Customer Resolution Unraveling Meeting
SCSI	Small Computer System Interface
SDRAM	Synchronous Dynamic Random-Access Memory
SL	Single Layer
SOAP	Simple Object Access Protocol
SQL	Structured Query Language
SSD	Solid-State Drive
TIA	Telecommunications Industry Association
U2F	Universal 2nd Factor
UML	Unified Modeling Language
UP	Unified Process
UPS	Uninterruptible Power Supply
URL	Uniform Resource Locator
USB	Universal Serial Bus
VHS	Video Home System
WORM	write-once, read-many
WSDB	WebStudent DataBase
XP	eXtreme Programming

ВЪВЕДЕНИЕ

Университетите, в началото на 20-те години на ХХІ век, се характеризират с високи темпове на дигитализация на образователните и управленските дейности. Разширяват се и се усложняват научните, образователните и социалните връзки чрез мобилни технологии, облачни технологии, уеб технологии, което изисква постоянно усъвършенстване на методите и формите за управление и непрекъснато прилагане на нови информационни и комуникационни технологии. Един от пътищата за повишаване на ефективността на отделни образователни процеси и на образователните услуги като цяло е усъвършенстване и развитие на използваните информационни системи за управление на университетите на базата на дигитализация на управленската и образователна дейност. Чрез прилагане на дигитализацията се преминава към нови и съвременни форми на процесите по управление и образователните услуги.

Успоредно с внедряването и използването на информационни системи за управление в обслужването на обучаемите в университетите някои направления все още са слабо застъпени и желаното равнище на дигитализация в България не е достигнатото. Поради това може да се отбележи, че разработването и внедряването на информационни системи, които не отчитат процесите на дигитализация, не могат да постигнат очаквания ефект.

За преодоляване на несъответствието между наследените информационни системи и процесите на дигитализация е необходимо да се извършат интензивни изследвания по темата. Разработването на нови начини за организация на дейността в условия на дигитализация изисква преосмисляне на съществуващите практики за осъществяване на образователните услуги и дейностите, които ги подпомагат. Възниква обективна необходимост при управлението и реализацията на образователните услуги да се използват нови методи и средства, които плавно и постепенно да заместят традиционните. Да се премине към процеси с висока степен на дигитализация не трябва да е еднократен акт, а осъзната необходимост, която да е силно застъпена при стратегическото планиране. Разбира се преходът към дигитализация на процесите по управление и образование не следва да е самоцел. Голяма част от тях вероятно няма да намерят своето стабилно решение в бъдеще, тъй като динамиката в облас-

тта на дигитализацията е висока. Поради тази причина е възможно някои от въпросите да е по-добре да се решават поетапно, като се отчита преходността и краткият живот на някои информационни технологии.

Целта на монографията е да се направи преглед и теоретична обосновка на възможностите за прилагане на дигитализация в процесите по управление и образователните услуги в университетска среда. Авторите се опитват да разгледат от различни гледни точки основните проблеми при дигитализацията на база на изследване на съвременни научни публикации по темата за установяване на обективния ход на развитие на информационните и комуникационните технологии. За постигането на набелязаната цел в монографията се разглеждат и решават следните основни задачи:

- да се изследва научната литература и практиката и да се обоснове необходимостта от нови подходи при прилагането на информационни технологии за дигитализация на процесите на управление и образователните услуги в университетска среда;

- да се разкрият основните характеристики и предпоставки, свързани с дигитализацията;

- да се даде методологична основа при определяне на необходимия хардуер, използван при дигитализацията на процеси;

- да се разгледат инфраструктурни аспекти при дигитализация на образователни дейности с използване на собствен хардуер и център за данни, както и въпроси, свързани с охлаждане и енергийна ефективност на център за данни;

- да се обследват някои въпроси, свързани с дигитализация, дигитална трансформация, модели на зрялост на университетите;

- да се систематизират резултатите от изследвания по използваемост на дигитални ресурси в платформа за е-обучение;

- да се разкрият добрите дигитализационни практики при използваемост на студентския портал WebStudent в Икономически университет – Варна;

- да се проучат въпросите за възстановяване работата на дигитализирани процеси след срив;

- да се изследват подходите за управление при разработката на софтуер за дигитализация на процеси във връзка с прилагане на подходяща методология за разработка на софтуерни продукти.

За обект на изследване е избрана дигитализацията в универси-

тетска среда. Предмет на изследване е дигитализацията на процесите на управление и образователните услуги.

Участието на авторите при написване на монографията е следното: доц. д.н. Павел Петров – въведение, гл. 1, гл. 5, заключение; проф. д-р Юлиан Василев – гл. 3; доц. д-р Иван Куюмджиев – гл. 2, гл.4; докт. Светослав Иванов – гл. 6, гл. 7.

Изследванията са финансирани по проект НПИ-45/2020 „Дигитализация на процесите на управление и образователните услуги в университетска среда“ на ИУ – Варна.

ГЛАВА ПЪРВА

ХАРДУЕРНИ АСПЕКТИ

ПРИ ДИГИТАЛИЗАЦИЯ НА ПРОЦЕСИ

1.1. Основни видове хардуер, използван при дигитализацията на процеси

В зависимост от предназначението си компютрите могат условно да се разделят в различни категории, като основните видове компютри, използвани в сферата на образованието и науката, са:

- Суперкомпютри – изграждат се от скъп хардуер с възможности да съхраняват много големи обеми от данни и да извършват голямо количество изчисления за единица време (много висока производителност). Предназначени са за решаване на задачи, свързани с проблеми на различни дялове на науката, най-често при моделиране и симулации – метеорология, физика, химия, биология, криптология и др. Суперкомпютрите се изработват по поръчка и в последните години има тенденция с цел намаляване на цената те да се изграждат от множество по-малки и по-широко разпространени компютри, работещи паралелно в синхрон (Végh 2020). Основни производители на суперкомпютри са американските компании IBM, HP и Cray, следвани от японски и китайски компании.

- Сървъри – представляват компютри, свързани в компютърна мрежа, чието предназначение е да предлагат услуги на други компютри (наричани клиенти) или потребители (хора) в компютърната мрежа – електронна поща, уеб страници, съхраняване на файлове, аудио- и видеовръзка в реално време и т.н. Сървърите са изградени от по-специфичен и по-висококачествен хардуер, отколкото персоналните компютри – обикновено кутията е със специални размери (форм фактор), за да може да се разположи в стандартен телекомуникационен шкаф (наричан още rack или rack), осигурено е подобро вентилиране и възможности за резервно захранване; процесорът и паметта са подбрани така, че да осигурят висока производителност; външните запаметяващи устройства – HDD или SSD са няколко и работят в система (например RAID масив) с цел да се намали вероятността от загубване на данни и да се увеличи скоростта на достъп; наличие на няколко мрежови карти и т.н. Сървърите са предназначе-

ни да работят денонощно, без прекъсване, и затова се разполагат в специални сървърни помещения с климатизация и противопожарни системи, до които достъпът е ограничен. Към помещенията се прекарват резервни линии за хранване с електричество, както и допълнителни телекомуникационни линии. Често със сървърите се работи само дистанционно и затова те нямат екрани, клавиатури, мишки и други подобни периферни устройства.

- Персонални настолни компютри – възможно е да се използват вместо сървъри с цел намаляване на разходите по придобиване и експлоатация на хардуера.

Основните хардуерни компоненти и техните основни параметри са изброени по-долу.

Централният процесор има следните основни характеристики: производител, модел, тактова честота, разрядност, брой ядра, обем на кеш паметта. В днешно време масово се използват процесори, работещи на честоти до 4 GHz. С помощта на охлаждане до много ниски температури е възможно тактовата честота да се увеличи (овърклок) (Jalili et al. 2021) до 8 - 9 GHz. При съвременните компютри с цел икономия на електроенергия и предпазване на процесора от прегряване тактовата честота може динамично да се променя – да се намалява и да се увеличава в зависимост от моментните потребности за изчислителни операции. Към 2005 г. е достигната технологичната граница по отношение увеличаване на работната тактова честота при стайна температура на силициевите чипове. Оттогава насам увеличаването на производителността при обработката на данни се постига по други начини – увеличаване на разрядността, увеличаване на броя на ядрата, увеличаване на обема на кеш паметта. Прилагат се и различни организационни техники при изпълнение на процесорните команди – конвейерна обработка (pipelining), неподредено изпълнение на командите (out-of-order execution), спекулативно (условно) изпълнение на команди (speculative execution) и др. Очаква се технологичен пробив при тактовата честота да настъпи при преминаване към използване на графен при производството на чипове вместо досега използвания силиций – прогнозира се честоти от порядъка на 0,3-2 THz.

В практиката масово се използват 64-битови процесори. Една от основните причини за преход от 32-битови към 64-битови процесори е възможността за работа с повече памет. При 32-битовите системи директно може да се адресира и работи с до 4 GB памет (2^{32}). При

64-битовите системи теоретично директно може да се адресира 16 EB (2^{64}) памет. На практика обаче в днешно време реално може да се адресира до 256 TB (2^{48}), като това ограничение е наложено по практични съображения – с цел икономия на транзистори. При появата на операционни системи и дънни платки, поддържащи повече памет, това практическо ограничение може да отпадне. Очаква се 64-битовите централни процесори да се използват много по-продължителен период от време в сравнение с 32-битовите, т.е. в следващите десетилетия те ще са най-масово разпространените (Сълов и др. 2019).

Както е известно, кеш паметта представлява бърза памет за временно съхранение на най-често използваните команди и обработвани данни. Логически се намира между процесора и оперативната памет, но физически най-често е интегрирана в същия чип, където е и процесорът. Кеш паметта увеличава производителността, тъй като скоростта, с която се извличат командите и данните от оперативната памет, е значително по-ниска от скоростта, с която процесорът ги обработва. Специален алгоритъм се опитва да предположи кой програмен код и кои данни предстои процесорът да обработва и предварително ги извлича и зарежда в кеш паметта, така че да се намали времето за изчакване при тяхното получаване от процесора. Ролята на кеш паметта е много голяма при изпълнение на множество програми едновременно – например при сървърни системи. Съвременната кеш памет е изградена на йерархичен принцип и отделните нива се означават с L1, L2, L3 и т.н. По-високите нива на кеш паметта (L1 е най-високото) работят по-бързо и струват по-скъпо в сравнение с по-ниските нива. Съответно техният обем е най-малък, а на по-ниските нива обемът на кеш паметта се увеличава.

При многоядрените процесори няколко процесора се обединяват в един чип и увеличаването на производителността е в резултат на едновременно изпълнение на няколко програми паралелно във времето или на една програма, но създадена като многонишково приложение. При изпълнение само на една програма, ако тя не е създадена като многонишково приложение, така че отделни нейни части да се изпълняват успоредно във времето, се натоварва само едното от ядрата, а останалите бездействат. С оглед достигната технологична граница при увеличаване на тактовата честота и трайното налагане на 64-битовите процесори тенденцията е към увеличаване на броя

на ядрата. Към днешно време процесори с от 2 до 8 ядра се считат за подходящи за персонални компютри.

От съществено значение за характеристиките на процесора е фирмата производител. В днешно време основните производители на процесори за персонални компютри са две компании: Intel и AMD (Advanced Micro Devices). Като функционалност техните процесори предлагат сходни възможности, но за всеки от тях трябва да се използва специално проектирана дънна платка. Характерно за процесорите, използвани в персоналните компютри, е, че те не се запояват за дънната платка, а се поставят в специално предназначено гнездо (цокъл, сокет), при което на една дънна платка може да се поставят различни модели процесори. Гнездата за процесорите на Intel и AMD съществено се различават и са несъвместими помежду си. Въпреки това възможността на една дънна платка да се поставят различни модели процесори от един и същ производител развива пазара на дънни платки. Независими фирми производителки създават голямо разнообразие от дънни платки, различаващи се по размер, характеристики и цена.

Дънната платка (mother board) представлява платка, в която се поставят (монтират) процесора и оперативната памет. Чрез специални кабели – куплунги – се свързват входно-изходни устройства. В специални слотове се поставят други платки – карти, с които се управляват най-различни периферни устройства. Едни от най-големите производители на дънни платки са тайванските фирми ASUS, GIGABYTE, ASRock и MSI. На дънната платка се разполага т.нар. чипсет – набор от интегрални микросхеми, които осигуряват връзката между централния процесор, паметта и периферните устройства. Обикновено на дъното в чипсета има вградени видеоконтролер, контролер за входни-изходни устройства, аудио, мрежа и др. Основни производители на чипсети са Intel, Nvidia, VIA, SiS и ATI/AMD.

Оперативната памет служи да се съхранява програмният код и данните, върху които се извършват операциите. От програмна гледна точка оперативната памет се състои от така наречените клетки, всяка от които има адрес и може да съхранява един байт, състоящ се от 8 бита – цифрите 0 или 1. Основни характеристики на оперативната памет са: обем – количеството информация, което може да се събере в паметта – най-често съвременните сървъри имат от 16 GB до 256 GB оперативна памет, а съвременните персонални компютри имат

от 4 GB до 16 GB оперативна памет. Скоростта на обмен на данни, която показва времето за четене и запис, се определя се от работната честота – най-често 1 - 4 GHz. Вид на паметта – DDR, DDR2, DDR3 и DDR4 SDRAM (Double Data Rate Synchronous Dynamic Random-Access Memory).

Външната памет е енергонезависима и служи за продължително съхраняване на данни и програми. Съществуват различни видове устройства, които съществено се различават по принцип на действие, обем и бързодействие. В днешно време широко са разпространени следните видове устройства (Hepisuthar 2021; Pincirolì et al. 2021):

- Твърди дискове (HDD – Hard Disk Drive). Основни характеристики на твърдите дискове са: форм-фактор (размер) – най-често 3,5 инча и 2,5 инча; капацитет – в днешно време най-често се използват твърди дискове с обем между 500 GB и 5 TB; скорост на въртене на плочите – в днешно време при най-разпространените модели скоростта на въртене е 5400 и 7200 об./мин., като се предлагат и твърди дискове със скорости 10000 и 15000 об./мин.; кеш памет – ускорява скоростта на обмен на данни с оперативната памет. Най-често варира между 32 MB и 256 MB; интерфейс – най-често се използват SATA и SAS интерфейси.

- Полупроводниковите устройства SSD (Solid-State Drive) – много по-голямо бързодействие в сравнение с твърдите дискове. Популярни форм фактори са 1,8“, 2,5“, mSATA и M.2, а интерфейс – NVMe, PCIe и SATA.

1.2. Инфраструктурни аспекти при дигитализация на образователни дейности с използване на собствен хардуер и център за данни

С увеличаване на темповете на дигитализация на образователните дейности се увеличават и потребностите на университетите да съхраняват и обработват все по-големи обеми от данни. Това поставя редица организационни въпроси, свързани с това да се получи информация как е организирана тази дейност към момента и какви са възможните варианти за развитие. Като резултат се очаква да се изяснят кои са основните варианти, от които да се избере най-подходящият в конкретната ситуация. Възможни варианти са например: да се наемат изчислителни ресурси от специализирани компании – наети

сървъри, облачни услуги и други. Възможно е фирмата да реши да изгради собствен център за данни или да приложи хибриден подход, при който се комбинира използването на собствения център за данни с наети изчислителни ресурси.

Проектирането на корпоративни решения за дигитализация по отношение на използвания хардуер е необходимо да включва следните основни етапи:

- проучване на съществуващото състояние;
- вземане на обосновано решение;
- планиране на дейностите по изпълнение;
- планиране на дейностите по поддръжка.

При изграждането на собствен център за данни трябва да се отчита, че това е дългосрочен и сравнително скъп проект, затова е необходимо внимателно планиране, като се отчитат не само настоящите, но и бъдещите потребности. Необходимо е да се прецени и ефективността (Zhou 2019; Deepika, Prakash 2020; Yamashita et al. 2017) при отчитане на текущите и бъдещите потребности при разглеждане на различни варианти.

При планирането трябва да се отчита съществуващата инфраструктура, образователните потребности и какви технологии предстои да се използват. Детайлното познаване на параметрите на съществуващия център за данни и на неговия капацитет, или на наетите услуги (в случай че липсва център за данни), които се използват, дава възможност да се прецени какви нови компоненти са необходими. Възможно да се окаже, че и със съществуващите изчислителни ресурси могат да се задоволят текущите образователни и управленски потребности от обработка на данни чрез по-добро и оптимално организиране и преразпределяне на дейностите.

Необходимо е да се вземат предвид следните основни параметри: възраст и технологично ниво (поколение) на съществуващия център за данни; наличната мрежова инфраструктура задоволява ли текущите нужди и предвидените бъдещи нужди за обработка на данни; какви са възможностите да се надгради (ъпгрейдне) съществуващото оборудване; какви са рисковете от прекъсвания на работата; дали ако се приложи принципа на аутсорсинг, например колокация на сървъри в други центрове за данни или преминаването към облачен хибриден модел, ще се задоволят текущите и бъдещите

щи потребности с по-ниски разходи; каква е цената на различните варианти, предимства и недостатъци и т.н.

Както се вижда, необходим е всеобхватен процес на оценка на ситуацията, за да се обхванат не само технологичните въпроси, но и те да са в синхрон с образователните и управленските дейности на организацията. Поради тази причина е необходимо и да се проучат въпросите: какви обеми данни ще се обработват; от къде се получават данните; как ще се съхраняват; как ще се достъпват; кой ще използва данните и за какви цели.

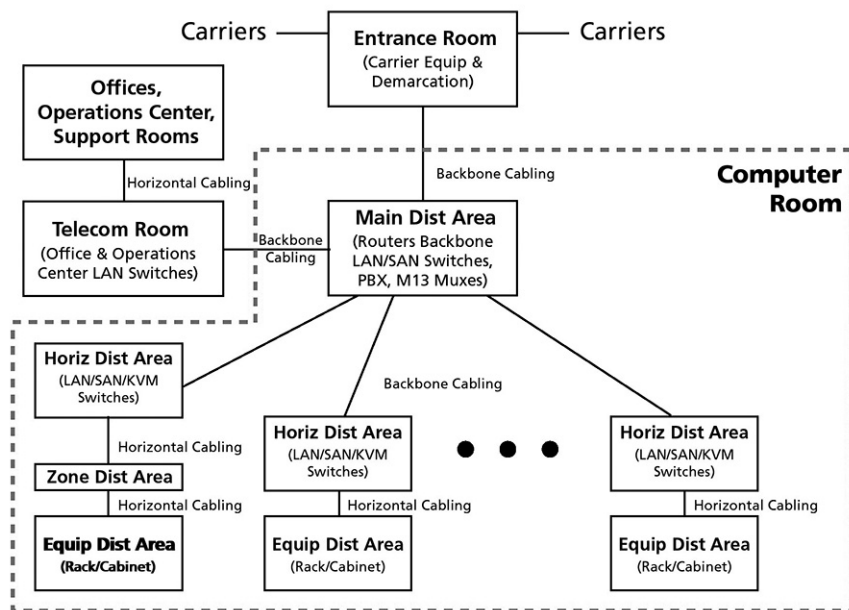
Основните направления за проучване, свързани с планирането, трябва да обхващат следните направления:

- изчислителен, мрежови и съхраняващ хардуер, който се използва в момента;
- прогноза за необходимостта от физическо пространство (площ, обем) за бъдещо оборудване или ъпгрейд на съществуващо;
- охлаждане на съществуващия център за данни – какви са възможностите да се посрещнат потребностите от охлаждане на ново оборудване (Zhang et al. 2017; Jiye et al. 2019);
- състояние на електрическото захранване като мощност, сечение на проводници, електрически предпазители и прочие електро-технически параметри;
- състояние на резервното електрозахранване – генератори, UPS, и др.;
- състояние на използваната противопожарна система;
- състояние на системата за сигурност и охрана;
- какви са физическите размери като площ и обем на помещението;
- какви средства за автоматизирано наблюдение и управление на инфраструктурата се използват в момента.

Информацията, получена на етап проучване, може значително да подпомогне да се определят специфичните изисквания към нов център за данни и да се даде предварителна преценка за общата цена и време за изграждането му, както и евентуално подходящи места за изграждането му и изисквания, които да се дадат на проектантите.

При реализацията на информационна система за управление на образователни дейности е необходимо да се използва център за данни, в който да се разположат сървъри и мрежови устройства. За

изграждането на подобни центрове има създадени стандарти, които могат да се използват при проектирането им. Подобен стандарт е създаден от Telecommunications Industry Association (TIA) и е известен като ANSI/TIA-942-B Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers. Последното обновяване е от февруари 2022 г. Стандартът поставя определени изисквания към инфраструктурата на центъра за данни (фиг. 1.1).



Фигура 1.1. Основни функционални области на център за данни, съгласно TIA-942

(източник: TIA-942 Data Center Standards Overview)

Центровете за данни могат да се класифицират съгласно система за класификация на нива, създадена от Uptime Institute (<https://uptimeinstitute.com/>) преди повече от 25 години. Тази система се счита за международен стандарт за определяне на производителността на центровете за данни. Системата дефинира необходимата инфраструктура, която да се използва.

При класификацията центрове за данни се разделят в четири нива (категории), които съответстват на конкретна функция и опре-

делят критерии за поддръжка, мощност, охлаждане и възможности за повреда. Всяко по-горно ниво включва изискванията на по-нижките нива по отношение на инфраструктурата на центъра за данни (фиг. 1.2).

	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Minimum Capacity Components to Support the IT Load	N	N+1	N+1	N After any Failure
Distribution Paths - Electrical Power Backbone	1	1	1 Active and 1 Alternate	2 Simultaneously Active
Critical Power Distribution	1	1	2 Simultaneously Active	2 Simultaneously Active
Concurrently Maintainable	No	No	Yes	Yes
Fault Tolerance	No	No	No	Yes
Compartmentalization	No	No	No	Yes
Continuous Cooling	No	No	No	Yes

Фигура 1.2. Обобщение на изискванията към отделните нива центрове за данни

(източник: Uptime Institute 2018)

Съществуват и други начини за центровете за данни и моделите за обслужване да се класифицират в различни групи, на базата на това дали са собственост на една или много организации, възможна ли е интеграция в топологията на други центрове за данни, какви технологии се използват за изчисления и съхранение, енергийна ефективност и др. На тази база някои автори дефинират четири основни типа центрове за данни (Maloo, Nikolov 2022):

- Фирмените центрове за данни са изградени, притежавани и управлявани от компании и са оптимизирани за крайните потребители на самите фирми. Най-често те се помещават в фирмената административна сграда.

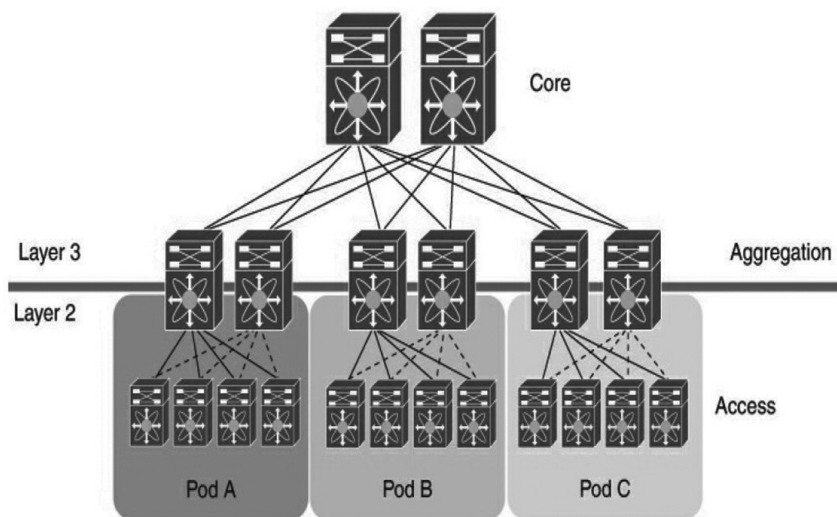
- Центровете за данни с управлявани услуги се управляват от трета страна (или доставчик на ИТ услуги) от името на фирма. Фирмата наема оборудването и инфраструктурата, вместо да ги купува.

- При колокационните центрове за данни фирми наемат пространство в рамките на територията на център за данни, притежаван от друга фирма. В центърът за данни за колокация се предлага част от инфраструктурата (сграда, охлаждане, линии за връзка, системи за

сигурност и т.н.), докато фирмата наемател осигурява и управлява ИТ компонентите като сървъри, съхранение, защитни стени и т.н.

- Облачните центрове за данни са външна форма на център за данни, при която данните и приложенията се хостват от доставчик на обществени облачни услуги като например Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, IBM Cloud, Oracle Cloud или друг публичен доставчик на облачни услуги.

Организациите на база своите стратегически планове могат да изберат един от няколко подхода: да изградят и поддържат свои собствени хибридни облачни центрове за данни (виж фиг. 1.3 за класически дизайн), да наемат пространство в места за колокация, да използват споделени изчислителни услуги и услуги за съхранение или да използват обществени облачни услуги.



Фигура 1.3. Традиционен дизайн на три нива на център за данни

(източник: Maloo, Nikolov 2022)

1.3. Охлаждане и енергийна ефективност на център за данни

В сървърните помещения е необходимо да се предвидят механизми и оборудване за охлаждане на хардуера – сървъри, мрежово

оборудване и др., за да се поддържа подходяща температура денонощно и целогодишно и да се предотврати прегряване на техниката. Американското дружество на инженерите по отопление, охлаждане и климатизация (ASHRAE) препоръчва температурите в сървърните помещения да бъдат между 18 и 27 градуса по Целзий, при относителна влажност между 20 и 80% (ASHRAE 2016; ASHRAE 2019).

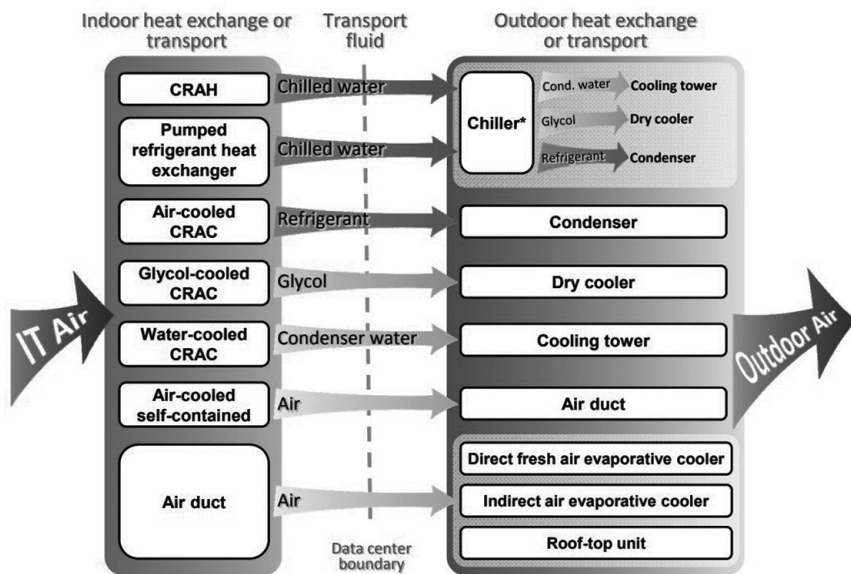
Стандартните телекомуникационни/сървърни шкафове (ракове, ракли) са с перфорирани стени и врати, което предоставя добро пасивно охлаждане, само ако помещението, в което са разположени, е добре охладено и в него е разположено предимно мрежово оборудване – рутери, суичове и други подобни. При разполагане на натоварени с изчисления сървъри пасивното охлаждане не е достатъчно да отведе отделяната топлина и е необходимо да се използва активно охлаждане, при което вентилатори осигуряват по-голяма циркулация на въздуха между шкафа и околното пространство.

При наличие на множество шкафове обикновено те се разполагат в редици, при което от двете страни на един шкаф има коридор (пътека). Образуват се 2 вида коридори: т.нар. студени и горещи коридори. От студените коридори се засмуква студен въздух, а нагретият въздух в шкафа се издухва от страната на горещия коридор, откъдето горещият въздух се отвежда от горната част на помещението.

Друг вариант е сървърното помещение да е с повдигнат под, като междинното пространство между основния и повдигнатия под играе ролята на студен коридор и през специални отвори, разположени под шкафовете, студеният въздух постъпва не странично, а отдолу на шкафа. Нагретият въздух може да излиза отгоре или отстрани на шкафа и отново да се отведе от горната част на помещението.

Системите за охлаждане на сървърните помещения могат да варират от обикновени вентилатори до сложни решения за охлаждане. За да се предпазят сървърите от прегряване, в по-малки помещения често се използват и стандартни климатици. Редица автори приемат, че съществуват 13 основни начина (фиг. 1.4) за охлаждане и отвеждане на нежелана топлинна енергия от ИТ оборудване (Evans 2012). Консумацията на ел. енергия за охлаждане

представлява голяма част от общото потребление и може да достигне до 40% от общото потребление на ел. енергия на сървърното помещение, в случай на неефективни охладителни системи (Carozzoli, Primiceri 2015).



Фигура 1.4. Основни начини за охлаждане

(източник: Evans 2012)

В случай че климатичните условия позволяват, използването на климатици може да се ограничи до няколко дни в годината при много горещо време. През останалото време е възможно охлаждането да става на принципа на естествена циркулация на въздуха (проветряване), като трябва да се вземат мерки срещу навлизане на запрашен въздух в сървърните помещения чрез филтрация на атмосферния въздух. Също така трябва да се контролира влажността на въздуха и точката на оросяване, тъй като, в случай на конденз, има опасност от корозия (ръждясване) или късо съединение по електронните схеми и платки.

Съществуват различни показатели за измерване на ефективността на центрове за обработка на данни – например: GEC

(Green Energy Coefficient - показател за „зелена“ енергия), ERF (Energy Reuse Factor – показател за преизползване на енергия), CUE (Carbon Usage Effectiveness – показател за въглеродна ефективност), IUE (Infrastructure Usage Efficiency – показател за ефективност на използване на инфраструктурата)¹.

Един от същественият показатели, утвърден в международни стандарти, е PUE (Power Usage Effectiveness – показател за ефективно използване на енергия)². Показателят PUE има пряка връзка с инфраструктурата на центъра за данни, в който се разполага сървърно, телекомуникационно и др. ИТ оборудване. То не е показател за производителност, нито може да се разглежда като самостоятелен и изчерпателен показател за ефективност. Показателят PUE показва връзката между общата консумирана ел. енергия и консумираната ел. енергия от ИТ оборудването. Поради това той може да послужи при проектирането на енергоефективни архитектури за ел. захранване и охлаждане, при разполагането на конкретно оборудване в рамките на тези архитектури, както и при следене на оперативната работа на това оборудване.

Показателят PUE се изчислява като съотношение между общата енергия към енергията, използвана от ИТ оборудването:

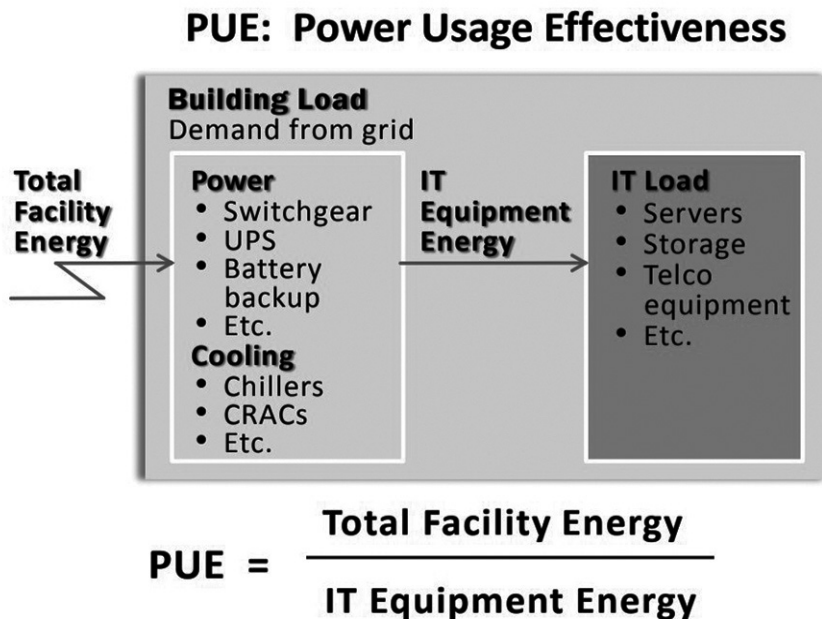
$$PUE = \text{Обща енергия} / \text{Енергия за ИТ оборудване}$$

Общата енергия включва и енергията, потребявана от ИТ оборудването, плюс всичко, което поддържа ИТ оборудването и използващо енергия. Например: трансформатори, UPS системи, разпределителни устройства, генератори, батерии, както и загуби от преноса на енергия; вентилационна и охладителна система

¹ Предложен от организацията The Green Gauge China (<http://www.tggchina.cn/>), в която участват големи китайски компании като Alibaba, Baidu, China Telecom, Huawei, Lenovo, Tencent и др.

² Предложен от организацията The Green Grid (<https://www.thegreengrid.org/>), в която участват големи компании като AMD, Bank of America, Cisco, Dell, Fujitsu, Google, Hewlett Packard, Hitachi, IBM, Intel, Microsoft, nVidia, Oracle, Schneider Electric и др. Описан в стандарти: ISO/IEC 30134-2: 2016 Information Technology -Data Centres - Key Performance Indicators - Part 2: Power Usage Effectiveness (PUE) и EN 50600-4-2 - Information technology - Data centre facilities and infrastructures - Part 4-2: Power Usage Effectiveness.

– охладители, охладителни кули, помпи, климатици, влагоабсорбатори, осветление и други консуматори (фиг. 1.5).



Фигура 1.5. Илюстрация на компоненти, включвани при изчисление на показателя PUE

(източник: Avelar et al. 2012)

Важен момент е, че при определяне на общата енергия се взема предвид само енергията, потребявана само от центъра за данни, а не от цялата сграда, в която може да са разположени офиси, кабинети и т.н. Т.е., ако центърът за данни се намира в офис сграда, количеството енергия, използвано от офисите, извън центъра за данни, трябва да се извади.

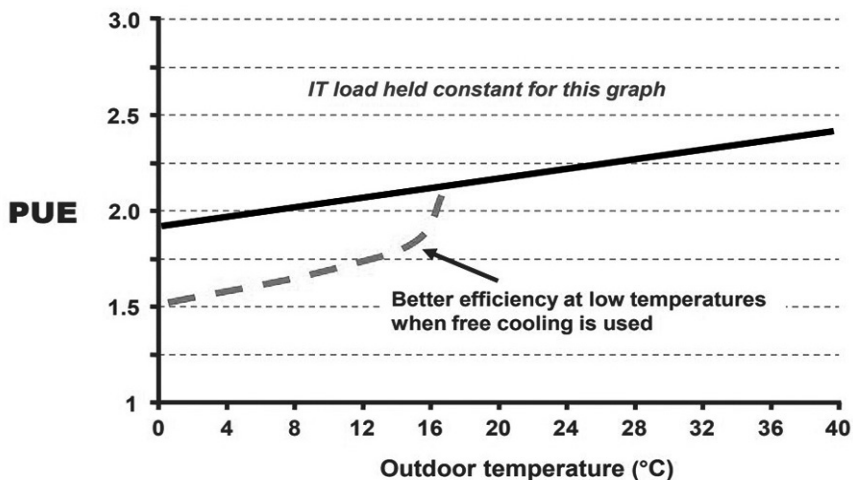
Енергията, потребявана от ИТ оборудването, включва енергията, свързана с цялото ИТ оборудване (за изчисления, съхранение на данни и мрежово оборудване), заедно с допълнителното оборудване – напр. KVM превключватели, монитори, работни станции или лаптопи, използвани за наблюдение и управление на центъра за данни.

Стойностите на показателя PUE може да варират от 1,0 до безкрайност. В идеалния случай стойността на PUE се приближава до 1,0, което означава 100% ефективност (т.е. цялата потребявана енергия се използва само от ИТ оборудване). Някои изследвания показват, че много центрове за данни може да имат PUE от 2,0 или повече, но при правилно проектиране стойностите може да са под 1,5 до 1,05 (Siddik et al. 2021; Huang et al. 2021).

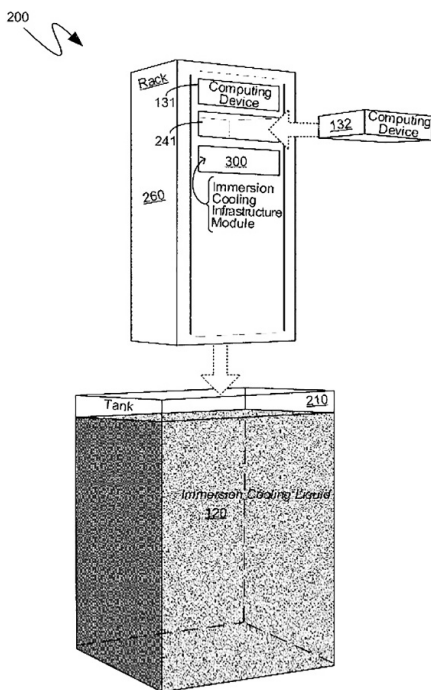
Показателят PUE може да се използва за (Avelar et al. 2012):

- подобряване на оперативната ефективност на център за данни;
- сравнение на един център за обработка на данни с други подобни;
- проследяване на ефекта от подобряване на дизайна, оборудването и процесите в течение на времето;
- изследване на възможности за пренасочване на енергия за допълнително ИТ оборудване;
- при разработка на задание за проектиране на нови центрове за обработка на данни.

Местоположението на центъра за обработка на данни може да окаже голямо влияние върху показателя PUE. Ефективността на едно и също ИТ оборудване може да бъде различна при използване в различни климатични зони, надморски височини, слънчево изложение на сградата, в което оборудването работи, и т.н. Особеностите на местния климат влияят върху периода от време, през който може да се използва т.нар. пасивно (свободно) охлаждане, което дава възможност да се осигури охлаждане на ИТ оборудването чрез използване на местните температурни условия на околната среда и естествена въздушна циркулация, за да се намали потреблението на енергия (фиг. 1.6).



Фигура 1.6. Връзка между показателя PUE и външната температура
(източник: Avelar et al. 2012)



Някои разработки предлагат ИТ оборудването да се потопява (фиг. 1.7) в охлаждаща течност (например минерално масло), като по този начин отпада необходимостта от използване на вентилатори за активна циркулация на въздуха (Microsoft Technology 2019). Активната циркулация на въздуха се налага, тъй като въздухът има над 20 пъти по-нисък коефициент на топлопредаване

Фигура 1.7. Използване на голям съд (танк) с охлаждаща течност за потапяне на цял телекомуникационен шкаф (рак) с ИТ оборудване

(източник: Microsoft Technology 2019)

спрямо маслото. Следва да се има предвид, че потапянето на механични устройства (напр. HDD, CD, DVD и др. подобни) ще доведе до тяхната повреда, освен ако не са затворени допълнително херметично.

В заключение хардуерните въпроси са неотменна част и заемат важно място при дигитализация не само на образователните, но и на всички процеси. Това на практика е инфраструктурата, на базата на която дигитализираните процеси могат ефективно да функционират. Ефективното охлаждане и енергийната ефективност, като цяло, също трябва да заемат съществено място при създаването на собствени центрове за данни.

ГЛАВА ВТОРА

МОДЕЛИ ЗА ДИГИТАЛНА ЗРЯЛОСТ В УНИВЕРСИТЕТИТЕ

Дигитализацията се утвърждава като една от основните тенденции, които ще продължават да променят обществото и бизнеса в близко и далечно бъдеще. Потенциалните ползи са многобройни – чрез дигитализиране на процеси, боравещи с големи количества данни, е възможно да се съкрати многократно времето за събиране на информацията, за нейното обработване, както и за вземане на решение, базирано на нея. В допълнение използването на софтуер вместо хартия дава възможност за автоматизиране на събирането на данни и подобряване на тяхното качество. Това от своя страна дава възможност за извършване на анализи в реално време, намаляване на риска, повишаване на приходите, намаляване на разходите и т.н.

Като резултат от опитите да се реализират посочените ползи и от неизбежните нужди, породени от пандемията, дигитализацията навлиза осезаемо в университетите. В много случаи промените могат да бъдат наречени дори „революционни“ (Castro 2019) – провеждане на онлайн изпити, в т.ч. кандидатстудентски, осигуряване на достъп до дигитални учебни материали за всички учебни дисциплини, провеждане на онлайн лекции, извършване на административни услуги за студентите, без да се налага тяхното физическо присъствие и т.н.

Преминаването към тези революционни промени и процесът на използване на нови технологии носи предизвикателства не само пред университетите в България, а и в света (Carver 2016; Reid 2014). Като се има предвид фактът, че технологиите имат толкова голямо въздействие върху развитието на университетите, е логично да се отбележи, че наличието на дигитално разделение е проблем, който заслужава да бъде изследван.

Според някои автори (James 2007) дигиталното разделение е демонстрация на традиционните разлики в използването на технологии между участници с различни финансови възможности. Терминът може да се дефинира като разликата във възможностите на потребителите (студенти, преподаватели, администрация) да достъпват ин-

формационни и комуникационни технологии, които да им помагат в изпълнение на своите задачи.

Дигиталното разделение на университетите може и ще доведе до несъответствия по отношение на икономическото развитие на университетите, но да се смята че единственият фактор за постигане на по-високо ниво на дигитална зрялост са финансовите способности би поставило много учебни заведения в спирала без изход.

Изследването е насочено към анализ на факторите, които определят нивото на дигитална зрялост на административните услуги в университетите, както и начините за тяхното подобряване.

2.1. Дигитализация, дигитална трансформация, модели на зрялост

Изследването на спецификите на даден процес изисква неговото точно дефиниране. В научната литература и интернет пространството могат да бъдат открити редица термини, свързани с изследваната област, но най-разпространените са дигитализация (digitalization) и дигитална трансформация (digital transformation). За да бъде възможно използването на софтуер, е необходимо данните, с които борави, да бъдат записани в дигитален формат (на най-ниско ниво се представят като поредица от 0 и 1). В зависимост от източника на тези данни може да се наложи използване на различни технологии – ръчно въвеждане, сканиране на снимки, пренос от VHS и конвертиране на сигнала, софтуер за разпознаване на написан текст и т.н. Процесът по превръщане на данните от аналогов в дигитален формат в англоезичната литература се нарича digitization. В публикациите на български език този термин няма самостоятелен превод и често се превежда грешно, като дигитализация. Дигитализацията обаче включва значително по-широк кръг дейности отколкото изцяло технологичното преобразуване на данни от един формат в друг, който е компютърно четим.

Според някои автори дигитализацията е процес на непрекъсната промяна, предизвикан от нарастващата употреба на цифрови технологии (Hirsch-Kreinsen 2016). Според други тя засяга промените, свързани с прилагането на цифровите технологии във всички аспекти на човешкото общество (Stolterman, Fors 2004). Henriette я дефинира като „способност за превръщане на съществуващи продукти или ус-

луги в цифрови варианти и по този начин предлагане на предимства пред материалния продукт“ (Henriette et al. 2015). Във всяка от посочените дефиниции става ясно, че процесът на дигитализация е сложна съвкупност от дейности, роли и софтуер, която по-скоро съдържа в себе си резултата от процеса по преобразуване на данни от аналогов в дигитален формат (digitization) отколкото да го отъждествява.

Терминът „дигитална трансформация“ е добил голяма популярност в интернет пространството. В ненаучната литература могат да бъдат открити различни дефиниции на термина, но в текущото изследване (както е прието и в голяма част от научната литература) термините „дигитализация“ и „дигитална трансформация“ ще бъдат използвани като взаимно заменяеми.

Значимостта на дигитализацията обуславя и големия научен интерес към нея. Направени са редица изследвания, които да дефинират нивата на дигитализация и от какво те зависят. За фактори, които влияят на дигитализацията в образованието, са посочвани достъп до дигитални технологии (например лаптопи, таблети, мобилни телефони (Håkansson Lindqvist 2015)), дигитална компетентност (Pettersson 2018a; Aesaert et al. 2015; Hatlevik, Christophersen 2013; Krumsvik et al. 2016; Mishra, Koehler 2006), развитие на нови методи за преподаване и учене (Lund, Hauge 2011; Olofsson, Lindberg 2014), институционални промени (Pettersson 2018b), ИКТ инфраструктура (Blau, Shamir-Inbal 2017) и др. Всеки от посочените фактори решава конкретен проблем, който е възникнал на локално или на глобално ниво, но е необходимо да се възприеме цялостен подход, който да може да бъде приложен във всеки университет и да даде отговори на следните въпроси: кои са променливите за измерване на дигитализацията; как могат да бъдат количествено определени; как да сравним сегашното им ниво с желаното или с това в други университети; при какво ниво на тези променливи ще се стигне до получаване на добавената стойност от дигитализацията.

В проучване, проведено от MIT Sloan Management Review и Deloitte, вземат участие повече от 4800 бизнес ръководители, мениджъри и анализатори от организации по целия свят, а една от целите е да се разбере как те виждат дигитализацията в своята компания (Kane et al. 2015). Резултатите показват, че 26% от респондентите се определят като намиращи се в ранен етап на зрялост на дигитализацията; 45% смятат, че компанията им се класифицира като развива-

ща се; 29% от респондентите се смятат за зрели компании по отношение на дигитализацията. Определилите се като зрелите компании обикновено имат ясна дигитална стратегия, съчетана с култура на сътрудничество и лидерство, които в комбинация да са двигател на трансформацията и да насърчават поемането на риск. Като често срещани причини за неуспех в дигиталната трансформация изследването посочва неуспеха на организациите да променят процесите и да изградят култура, която да насърчава промяна. Липсата на цялостна стратегия за дигитализация и конкуриращите се приоритети са най-типичните пречки за дигитална трансформация, заедно с опасенията за сигурността и недостатъчните технически умения на персонала.

Път към отговор на посочените по-горе въпроси се търси в много изследвания в областта на създаване на модели на зрялост на дигитализацията. Малка част от тях са с общо предназначение – повечето са насочени към решаване на специфични проблеми в различни отрасли. За нуждите на текущото изследване ще използваме два модела с общо предназначение, за да направим опит да очертаем основите на модел за дигитална зрялост в университетите.

Siedler et al. (2021) посочват четири нива на дигитална зрялост: ниво изследовател (ограничени опити за дигитализация), ниво начинаещ (само някои отдели се стремят към дигитализация и няма връзка между отделите), средно ниво (повечето отдели имат софтуерни решения, които са свързани), експертно ниво (всички отдели имат софтуерни решения, които са свързани и в организацията има приета стратегия за дигитализация). Тези нива на дигитална зрялост са свързани с четири измерения: стратегия за дигитализация, технологии, организация на управление на данните, социален фактор (обучение на служителите).

В друга публикация (Aslanova, Kulichkina 2020) за измерители са посочени – наличие на стратегия, готовността на управленския апарат и персонала за промени, достъпността на необходимите технологични ресурси, готовността на наличната технологичната база, както и правилно организирана работа с данни.

Съвпадението на посочените измерители е очевидно и не е случайно – те включват всичко необходимо за реализиране на един процес, който използва софтуер. Софтуерът има нужда от хардуер, на който да е разположен, и данни, които да събира и обработва. Функционирането на софтуера в университетите е свързано, от една стра-

на, с готовността на административен състав, преподаватели и студенти да работят с него, а от друга – с готовността на ръководството да отдели на финансов ресурс за софтуер и хардуер и да промени начина на работа. Всичко това добива измерим и управляем вид, ако е описано в обща стратегия.

Данните имат съществена роля в дейността на всяка организация. Те могат да съществуват в аналогов или в дигитален вид. Следствие на тяхното записване в дигитален вид и последващата обработка е възможно да бъдат използвани в софтуерните решения. С увеличаването на обема на данните, техните източници и формати се увеличава и необходимостта от приемане на редица действия – технологични и организационни, които да гарантират използваемостта и правилността на данните. Като първа стъпка обаче е необходимо да се идентифицира необходимостта от събиране на данни в университета, да се идентифицират източниците им и да се намери подходящ начин за тяхното дигитализиране.

Технологиите са основният двигател на дигиталната трансформация. Някои технологични решения са добре познати, безплатни и широко използвани (например Moodle, електронна поща и др.), други са платени и без аналог (например КЕП), трети могат да бъдат разработени специално за нуждите на университета (например студентски портал за достъп до оценки и студентско състояние). Като най-сериозно предизвикателство за висока стойност на този измерител е не толкова наличието на технология, а свързаността на използваните софтуерни системи в целия процес.

На най-ниско ниво могат да бъдат сложени организации, в които няма връзка между използваните софтуерни решения. На следващото стъпало са случаи, в които някои системи са свързани, но това води до много затруднения при използване на останалите. При по-дигитализираните организации повечето системи са свързани, но все още има проблеми с липса на интеграция. На най-високо ниво са организации, в които всички системи са свързани и всички данни се обменят между тях без допълнителна намеса.

Готовността на ръководството е един от най-важните компоненти, за да се постигне на високо ниво на дигитализация, да се реализират промени в начина на работа, да се реструктурират бизнес процеси и да се използват дигитални решения в процеса на управление. Всяка от тези дейности може да се окаже значително по-трудна

отколкото при частния сектор поради спецификата на държавните организации както от гледна точка на вътрешните разпоредби за управление, така и от законови изисквания.

Наличието на стратегия е пряко свързано и зависимо от готовността на ръководството да въведе дигитална трансформация. За успешното реализиране е необходимо тя да бъде интегрирана в стратегията за развитие на организацията. Стратегията да включва списък от конкретни, ясни действия, необходими за постигане на високо ниво на цифрова зрялост и в същото време не трябва да пречи на заложените цели в съществуващата стратегия в организацията. Вместо това трябва да я допълва, обогатява и по този начин да води до подобряване на показателите за ефективност на организацията.

Нивата на зрялост могат да бъдат определени след отговор на въпроса съществува ли такава стратегия. На първо ниво ще бъдат поставяни университети, в които не съществува такава стратегия и не е планирано нейното разработване. На следващия етап в развитието са такива, в които има план за разработване, но той не е в действие. На най-горните две нива ще бъдат университети, в които разработването е в ход, но не е завършено, и такива, при които стратегията е разработана и публикувана.

Човешки ресурс – високото ниво на дигитална зрялост предполага високо ниво на дигитална компетентност за служителите, участващи в процеса на цифрова трансформация. Успешното прилагане на стратегията предполага готовност на персонала и осъзнаване на предстоящите промени. Ангажираност, мотивация и участие на хората в стратегическите промени в рамките на една организация е ключът към успеха в процеса на дигитализация. Често срещан проблем е липсата на подготовка на персонала, което води до нежелание за начало на процеса по дигитализация и/или до невъзможност да се използват вече реализирани софтуерни решения.

Ако се вземе предвид че дигитализацията в университетите се извършва в академична среда и от състав, който подготвя специалисти по информационни технологии, става ясно, че факторите готовност на ръководството, наличие на технология, стратегия и политика за управление на данните са лесно осъществими. От друга страна обаче трябва да се вземе предвид и спецификата на потребителите на системите – преподаватели, студенти, администрация. По правило студентите са свикнали да използват модерни софтуерни решения

и те са по-скоро в ролята на изискващ, отколкото отказващ иновации. Възможно е обаче промените, които се налагат при дигиталната трансформация, да породят нежелание за работа с нови технологии в преподавателския състав и администрацията. За да се улесни преходът от един начин на работа към друг, както и за да се установят предимствата от дигитализацията, е препоръчително провеждане на обучения на потребителите.

Поради тази причина въпрос, чрез който може да се определят нивата на измерителя „човешки ресурс“ е провеждат ли се обучения на служителите. На най-ниско ниво ще са университети, в които не се предлагат обучения, а обогатяване на възможностите за обучения, както и интегрирането им в работния процес и превръщането им в условие за участие в него ще повишават нивото на дигитална зрялост на човешкия ресурс.

2.2. Предизвикателства и решения

Въпреки че значението на дигитализацията е добре известно, много организации не успяват да разберат потенциалното въздействие и ползите за използваните от тях процеси, като университетите не правят изключение. На практика има много пречки пред дигиталната трансформация. Според Henriette и др. (2015) проектите за дигитална трансформация включват прилагане на софтуерни средства за подкрепа на трансформациите на бизнес модела, засягащи цялата организация, в това число оперативни процеси, ресурси, вътрешни и външни потребители. За да бъдат успешно реализирани, често е необходима голяма промяна в навиците и начините за работа, която се основава на сътрудничество и интензивни взаимодействия.

За онагледяване на значението на посочените по-горе измерители ще бъдат разгледани два примера. Единият е за изцяло дигитализиран процес, а другият – за частично дигитализиран и неефективен процес.

Пример 1. Създаване на система за онлайн плащания на семестриални студентски такси в Икономически университет – Варна

Описание на процеса преди дигитализация

Студентите се информират от сайта на университета каква е тяхната такса, като данните са въведени в системата от служители на „Учебен отдел“. Студентите избират да заплатят на място в клон

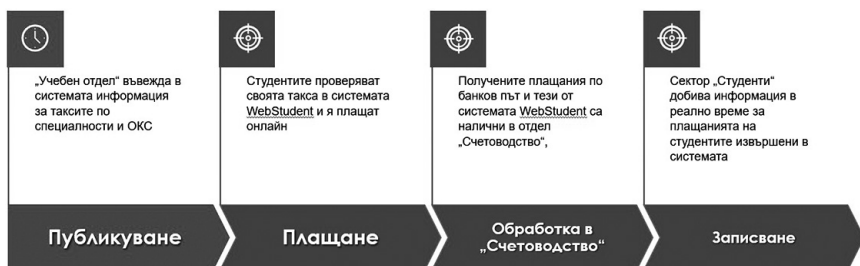
на обслужващата банка или по банков път нужната сума. Данните от тези два източника се обработват от отдел „Счетоводство“ където е нужно ръчна проверка на преведените суми, а в много случаи и удостоверяване на самоличността на наредителя, защото плащането по банков път се извършва от роднина и не съдържа коректни данни. Студентът предоставя екземпляр на платежното нареждане в сектор „Студенти“, заедно със студентската си книжка, където получава печат в книжката и записване за съответния семестър.



Фигура 2.1. Процес на заплащане на студентски такси преди дигитализация

Описание на процеса след внедряване на системата

Дигитализацията на процеса води до редица промени, както в организацията на работа в университета, така и за студентите. Като първа стъпка отново е необходимо „Учебен отдел“ да въведе в системата информация за таксите по специалности и ОКС. Всеки студент влиза в системата WebStudent и проверява своята такса, която се извлича на база записаният от него курс, специалност и ОКС. Студентите могат да платят чрез бутон в системата, което гарантира превод на правилната сума и автоматично свързване на студента с плащането. В случай че студентът е платил в клон на банка, получените плащания по банков път се анализират от специален алгоритъм и при правилно попълване на данните се отбелязват в системата. Получените плащания по банков път и тези от системата WebStudent са налични в отдел „Счетоводство“, където има интерфейс, позволяващ разрешаване на случаи, в които не са попълнени правилно данните при банково плащане и други подобни. Сектор „Студенти“ добива информация в реално време за плащанията на студентите, извършени в системата, а за допълнително обработените от отдел „Счетоводство“ – след тяхната реакция.



Фигура 2.2. Процес на заплащане на студентски такси след дигитализация

Причини за успешна реализация на проекта

При анализ на разликите в двата процеса от гледна точка на измерителите на дигитализация става видно, че са налични всички необходими условия. Данните са налични, а технологията за получаването им е добре позната – въвеждането на таксите в удобен интерфейс, от една страна, и извършване на онлайн плащане, чрез програмните интерфейси предоставяни от банката от друга.

Готовността на ръководството да приеме, наложи и поддържа новия процес е намерила изражение и в стратегията на университета, която включва богат набор от дейности по дигитализация. Скъсените срокове за събиране на информация за финансовите постъпления и възможностите за техния анализ е допълнителен стимул.

Подготвеността на човешкия ресурс е силно повлияна и от желанието да се улесни и/или премахне дейността по ръчна проверка от страна на администрацията, както и от желанието на студентите да извършат плащането по най-бързия и удобен начин, вместо да чакат с часове на опашка.

Пример 2. Главни книги

Висшите училища поддържат главна книга и книга за регистриране на издаваните дипломи за висше образование съгласно наредба за държавните изисквания към съдържанието на основните документи, издавани от висшите училища. Същата задава и изисквания към съдържанието на главните книги и начините на воденето им.

Описание на процеса

Главните книги се поръчват и съхраняват от сектор „Студен-

ти“. След успешно класиране на кандидат-студента следва неговото записване в университета. Нужно е физическото му присъствие, за да бъдат валидирани въведените от него данни от служител на университета и при необходимост допълнени и/или коригирани. Служителите от сектор „Студенти“ имат достъп до тези данни и задължението да ги пренесат от дигитален в аналогов вид на хартиената книга.

Преди началото на всеки семестър служител изписва на ръка имената на дисциплините, хорариумите за всяка дисциплина, както и учебния план на студента на база получената информация в информационната система.

В случай че студентът се прехвърля в друга специалност или форма на обучение, се създава нова страница в друга главната книга за новата му специалност, като в старата книга се записва изрично, че студентът е прехвърлен. В случай че студентът възстановява студентските си права и има разлика в учебния план, се залепва отрязан предварително празен лист от друга главна книга, върху старата партида, и така се изписва новият учебен план. За всякакви допълнителни промени за студента първо се проверява какво е записано в информационната система и след това се отрязва на ръка в главната книга.

За всяка изпитна сесия от следването на студента е нужно да бъдат разнесени оценките, които е получил. Попълването на оценките е задължение на изпитващия преподавател. Процесът изисква физическо посещение в сектор „Студенти“, откриване на правилната главна книга, страницата в нея, на която е записана информация за студента, и попълване на ръка на реквизитите – собствено име, брой точки от изпит, номер на протокол, оценка и съответно поставяне на мокър подпис.

След приключване на държавната изпитна сесия, данните от WSDB се преписват в главната книга. Данните за дипломиране включват номер и дата на протокол, членове на комисията, тема на дипломна работа (ако има такава), оценка. В случай че студентът е професионален бакалавър, се въвеждат данни за 4 комисии, 4 дати, 4 оценки.

Само след като всички активни студенти (максимално възможни 100) в главната книга имат въведени данни за успешно взет държавен изпит, главната книга се архивира, т.е. премества физически от „Сектор Студенти“ към „Архив“.



Фигура 2.3. Процес по използване на главни книги

Причини за неуспех

Описанието на процеса показва, че данните са налични – голяма част от тях дори в дигитален формат, но въпреки това се налага тяхното преписване на ръка в аналогов вид. Готовността на ръководството и съществуването на стратегия са налични и в този случай. От една страна, дигитализирането на процеса ще съкрати много ръчната работа и това е фактор, който мотивира човешкия ресурс – ще стане ненужно въвеждането на ръка на досиетата на студентите от сектор „Студенти“, както и часовете попълване на оценките от преподавателите. От друга страна обаче комбинацията между някои аспекти на технологиите и липсата на готовност на човешкия фактор са пречка за дигитализиране на този процес. Липсата на готовността на човешкия фактор е свързана най-вече с опасението, че загубата на физически контрол над главната книга ще доведе и до загуба на контрол над нейното съдържание в дигитален вид. Промяната в процеса ще доведе до преразпределяне на отговорности и задължения и създаване на нови роли.

Технологичната пречка се поражда от серията изисквания, наложени в наредбата за държавните изисквания към съдържанието на основните документи във висшите училища. По-конкретно в нея е записано, че трябва да бъдат спазени Законът за електронния документ и електронните удостоверителни услуги и Законът за защита на личните данни, Законът за електронния документ и електронните удостоверителни услуги и с Наредбата за минималните изисквания за мрежова и информационна сигурност, приета с Постановление № 186 на Министерския съвет от 2019 г. (ДВ, № 59, 2019; изм. и доп. № 36 и 47 от 2022).

Наредбата за минималните изисквания за мрежова и информационна сигурност посочва още в самото си начало – чл. 3 (2), че е синхронизирана с международния стандарт SO/IEC 27001. Стандартът е изключително подробен и изисквателен и към момента в България има 98 активни сертификата, като някои фирми имат повече от 1 (например Лирекс има 4 от тези 98). Това показва, че постигане на съгласуваност с посочените изисквания е изключително сложен процес.

Друг основен момент е посочената нужда от подпис на няколко места в наредбата. Електронен подпис по смисъла на чл. 3, т. 10 от Регламент (ЕС) № 910/2014 „означава данни в електронна форма, които се добавят към други данни в електронна форма или са логически свързани с тях, и които титулярят на електронния подпис използва, за да се подписва“.

Възможни решения

Използване на стратегия по прехвърляне на риска, т.е. използване на инфраструктура, която е сертифицирана по ISO 2700, за да бъдат удовлетворени изискванията на посочената наредба за минималните изисквания за мрежова и информационна сигурност. Цената за използване на подобен род услуга би зависила значително от използваните от университета технологии. В случай на приложение на уеб технологии и запазване на малък размер на данните месечните такси биха били поносими за всеки университет, а като допълнение това би намалило и риска от неочаквано спиране на услугите поради прекратяване на електроподаването, проблеми с интернет свързаността, хардуерни проблеми и др.

Посоченото по-горе изискване за електронен подпис дава място за тълкуване и предложения. Използването на КЕП е гарантира използването на електронен подпис, като заместител на мокрия във всички ситуации. Закупуването на КЕП би създавало неудобство за университетите, защото предполага немалък ежегоден разход. Като допълнение процесът на неговото използване и подновяване е усложнен, което би предизвикало нежелание за работа с него.

Алтернативен подход е използване на мобилно приложение за електронна идентификация и електронно подписване – BGID³. Предложението е в процес на разработка до края на годината и в описа-

³ <https://www.strategy.bg/PublicConsultations/View.aspx?lang=bg-BG&Id=6638>

нието му е записано, че ще предостави „възможности за сигурно и надеждно установяване и проверка на самоличността на потребителите на електронни административни услуги“.

Тълкуването на дефиницията „електронен подпис“ означава данни в електронна форма, които се добавят към други данни в електронна форма или са логически свързани с тях, и които титулярът на електронния подпис използва, за да се подписва“ може да доведе до разнообразни решения за генериране на електронен подпис. Възможен сигурен вариант би бил използването на данните, получени от процеса на автентикация с устройство от тип FIDO U2F, които да бъдат обработени по специфичен начин с допълнителни данни и добавени към оценката на всеки студент, за да се изпълни изискването за наличие на подпис в електронната главна книга.

Направеното изследване показва, че дигиталната трансформация на административните дейности в университетите има същите измерители като в моделите, определящи нивата на зрялост с общо предназначение. Предвид рутинността на изпълняваните функции наличието на софтуерни решения и хардуерен ресурс не е от съществено значение за задържане на някои университети на по-ниско ниво на дигитализация. Вместо това по-сериозен ефект оказват действията на ръководството за налагане на нужните промени в процесите, както и готовността на служителите да използват нови технологии и начини на работа. За постигане на по-високо ниво на дигитализация на университетите в страната е необходимо да се инвестират повече усилия в тези два измерителя.

ГЛАВА ТРЕТА

ИЗПОЛЗВАЕМОСТ НА ДИГИТАЛНИ РЕСУРСИ В ПЛАТФОРМА ЗА Е-ОБУЧЕНИЕ

3.1. Обща постановка на проучването

Проучване на използваемостта на ресурси в платформи за е-обучение е в обхвата на редица публикации (Nacheva, Sulova 2020; Todoranova et al. 2020; Todoranova, Penchev 2020). Използваемостта е пряко свързана с определени психологически характеристики на ползвателите на системи за е-обучение (Aleksandrova, Parusheva 2019; Nacheva, Sulova 2021). Специализирани проучвания сред студенти разкриват редица проблемни области и очертават възможни решения (Ana-Maria Ramona et al. 2020; Marinova 2016; Stoyanova 2020). Откриването на специфични умения у студентите изискват самостоятелни проучвания (Armyanova 2019, 2020; Sulov 2016). Някои софтуерни приложения поддържат собствени средства за следене на използваемостта (Bankov 2020; Сълов 2014), но в редица случаи се налага да се правят собствени изчисления (Cristescu 2019; Dogaru et al. 2019; Ileanu et al. 2019; Raychev 2018, 2020), за да се извлекат зависимости.

Цел на проучването в трета глава е използваемостта на дигиталните ресурси в платформа за е-обучение. Като пример е взет един от курсовете в университетската платформа eLearn – „Информационна логистика” (учебна 2021/2022 г.) за студенти магистри „Логистичен мениджмънт“, дистанционна форма на обучение. Учебният курс включва учебни материали, групирани по теми, споделена Google таблица с точки и оценки, задания, основна и допълнителна литература, тест. Участниците в курса за 39, в т.ч. 2-ма преподаватели.

Данните за активността са експортирани към Excel. Приложени са ETL процедури. Направени са някои изчисления и групиране на данни. Използвани са статистически методи – едномерни разпределения, корелационен анализ. Основните допускания на проучването са свързани с откриването на връзки и зависимости в поведението на потребителите на eLearn.

Таблица 3.1

Генерирани данни в log файловете (журналите) на Moodle

Студент	Брой редове в лог файла на Moodle
Студент 8	408
Студент 32	154
Студент 10	136
Студент 30	122
Студент 11	119
Студент 7	102
Студент 5	101
Студент 27	99
Студент 17	91
Студент 33	91
Студент 21	90
Студент 23	78
Студент 28	78
Студент 9	75
Студент 20	75
Студент 31	64
Студент 6	60
Студент 15	56
Студент 34	52
Студент 19	48
Студент 26	48
Студент 12	45
Студент 25	42
Студент 4	37
Студент 13	37
Студент 22	35
Студент 16	33

Студент	Брой редове в лог файла на Moodle
Студент 3	26
Студент 18	24
Студент 24	21
Студент 2	13
Студент 14	13
Студент 29	11
Студент 1	3
Общо	2487

От таблица 3.1 се вижда, че има студенти със сравнително често използване на eLearn и други студенти – по-рядко използващи eLearn.

Таблица 3.2

Брой разглеждания на курса

Студент	Брой разглеждания на курса
Студент 9	131
Студент 34	60
Студент 11	59
Студент 32	53
Студент 12	44
Студент 6	43
Студент 18	37
Студент 4	33
Студент 29	33
Студент 21	27
Студент 35	27
Студент 22	26
Студент 10	25

Студент	Брой разглеждания на курса
Студент 16	25
Студент 36	24
Студент 30	23
Студент 24	21
Студент 13	20
Студент 28	20
Студент 7	19
Студент 27	18
Студент 8	16
Студент 20	16
Студент 5	15
Студент 25	14
Студент 23	13
Студент 14	11
Студент 3	8
Студент 17	8
Студент 19	7
Студент 26	6
Студент 2	5
Студент 33	5
Студент 31	3
Студент 1	2
Студент 15	2
Общо	899

Според „брой разглеждания на курса“ (The user with id ‘...’ viewed the course with id ‘...’) може да се открие поляризация.

Таблица 3.3

Брой качвания на файл (Has uploaded a file to the submission)

Студент	Брой качвания на файлове
Студент 4	3
Студент 3	2
Студент 10	2
Студент 12	2
Студент 16	2
Студент 17	2
Студент 1	1
Студент 2	1
Студент 5	1
Студент 6	1
Студент 7	1
Студент 8	1
Студент 9	1
Студент 11	1
Студент 13	1
Студент 14	1
Студент 15	1
Общо	24

Някои студенти качват по 1 файл, други – по 2. Някои – по 3.

Таблица 3.4

**Брой опити да се направи теста (Has started the attempt
with id ‘...’ for the quiz)**

Студент	Брой опити
Студент 1	1
Студент 2	1
Студент 3	1
Студент 4	1

Студент	Брой опити
Студент 5	1
Студент 6	1
Студент 7	1
Студент 8	1
Студент 9	1
Студент 10	1
Студент 11	1
Студент 12	1
Студент 13	1
Студент 14	1
Студент 15	1
Студент 16	1
Студент 17	1
Студент 18	1
Студент 19	1
Студент 20	1
Студент 21	1
Студент 22	1
Студент 23	1
Студент 24	1
Студент 25	1
Студент 26	1
Студент 27	1
Студент 28	1
Студент 29	1
Студент 30	1
Студент 31	1
Студент 32	1
Общо	32

Всички студенти, които са направили теста, са го направили само веднъж – показател, че не са се явявали на поправителна сесия. Има хора, които не са се явили – не са направили теста нито веднъж.

Таблица 3.5

Преглед на ресурси от тип „файл“ (viewed the ,resource‘ activity)

Студент	Брой преглеждания на ресурси
Студент 4	73
Студент 3	26
Студент 22	24
Студент 23	19
Студент 5	18
Студент 15	13
Студент 10	11
Студент 12	10
Студент 18	10
Студент 2	9
Студент 7	9
Студент 19	9
Студент 24	8
Студент 1	7
Студент 21	5
Студент 11	4
Студент 20	4
Студент 6	3
Студент 8	2
Студент 9	2
Студент 16	2
Студент 13	1
Студент 14	1

Студент	Брой преглеждания на ресурси
Студент 17	1
Студент 25	1
Общо	272

По показателя „брой преглеждания на ресурси“ е ясно откроява поляризация. Студенти, които разглеждат всичко, и студенти, които разглеждат само някои ресурси.

Таблица 3.6

Преглед на ресурси от тип „URL“ адрес (viewed the „url“ activity)

Студент	Брой преглеждания
Студент 8	78
Студент 10	36
Студент 31	24
Студент 17	20
Студент 27	20
Студент 3	17
Студент 32	17
Студент 11	15
Студент 6	11
Студент 28	11
Студент 5	10
Студент 19	9
Студент 7	7
Студент 15	6
Студент 22	6
Студент 9	5
Студент 25	5
Студент 33	5
Студент 4	4

Студент	Брой преглеждания
Студент 12	4
Студент 2	3
Студент 13	3
Студент 20	3
Студент 23	3
Студент 18	2
Студент 21	2
Студент 24	2
Студент 29	2
Студент 1	1
Студент 14	1
Студент 16	1
Студент 26	1
Студент 30	1
Общо	335

При преглед на ресурси от тип URL също се наблюдава поляризация по показателя „брой преглеждания“ на ресурса.

Таблица 3.7

Обобщени данни по студенти

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Студент	Брой преглеждания на курса	Брой преглеждания на ресурси от тип URL	Брой преглеждания на ресурси от тип файл	Брой направени тестове	Брой качвания на файлове
Студент 1	2	0	0	0	0
Студент 2	5	1	0	0	0
Студент 3	8	3	0	1	0
Студент 4	33	17	0	0	0

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Студент	Брой преглеждания на курса	Брой преглеждания на ресурси от тип URL	Брой преглеждания на ресурси от тип файл	Брой направени тестове	Брой качвания на файлове
Студент 5	15	4	7	1	0
Студент 6	43	10	9	1	1
Студент 7	19	11	0	1	1
Студент 8	16	7	26	1	2
Студент 9	131	78	73	1	3
Студент 10	25	5	18	1	1
Студент 11	59	36	3	1	0
Студент 12	44	15	9	1	1
Студент 13	20	4	2	1	0
Студент 14	11	3	0	1	1
Студент 15	2	1	0	1	0
Студент 16	25	6	2	1	0
Студент 17	8	1	11	1	0
Студент 18	37	20	4	1	1
Студент 19	7	0	0	1	0
Студент 20	16	2	10	1	0
Студент 21	27	9	1	1	1
Студент 22	26	3	1	1	2
Студент 23	13	2	0	1	0
Студент 24	21	6	13	1	1
Студент 25	14	3	0	0	0
Студент 26	6	2	2	1	0
Студент 27	18	5	1	1	0
Студент 28	20	1	10	1	0

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Студент	Брой преглеждания на курса	Брой преглеждания на ресурси от тип URL	Брой преглеждания на ресурси от тип файл	Брой направени тестове	Брой качвания на файлове
Студент 29	33	20	9	1	2
Студент 30	23	11	4	1	1
Студент 31	3	0	0	1	0
Студент 32	53	2	5	1	1
Студент 33	5	1	24	1	1
Студент 34	60	24	19	1	2
Студент 35	27	17	8	1	2
Студент 36	24	5	1	1	0
Общо	899	335	272	32	24

Данните от таблица 3.7 са прехвърлени в PSPP. Изведена е корелационна матрица.

Correlations

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Q1 Pearson Correlation	1.000	.914 ^a	.715 ^a	.173	.617 ^a
Sig. (2-tailed)		.000	.000	.314	.000
N	36	36	36	36	36
Q2 Pearson Correlation	.914 ^a	1.000	.738 ^a	.102	.593 ^a
Sig. (2-tailed)	.000		.000	.555	.000
N	36	36	36	36	36
Q3 Pearson Correlation	.715 ^a	.738 ^a	1.000	.205	.653 ^a
Sig. (2-tailed)	.000	.000		.231	.000
N	36	36	36	36	36
Q4 Pearson Correlation	.173	.102	.205	1.000	.289
Sig. (2-tailed)	.314	.555	.231		.088
N	36	36	36	36	36
Q5 Pearson Correlation	.617 ^a	.593 ^a	.653 ^a	.289	1.000
Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.088	
N	36	36	36	36	36

a. Significant at .05 level

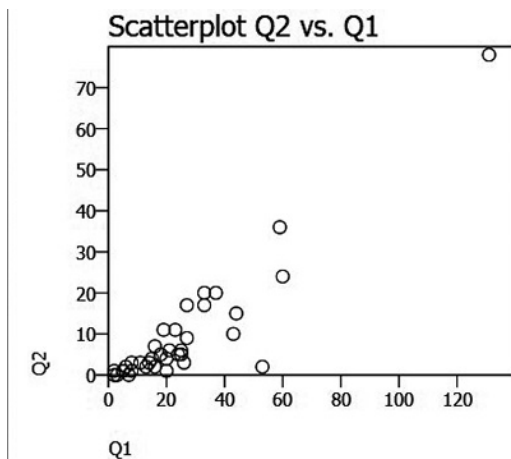
Фигура 3.1. Корелационна матрица между различните елементи на използваемостта

3.2. Обобщение на резултатите и клъстеризация на групите студенти

Можем да направим следните изводи.

Първо, съществува силна зависимост между „брой преглеждания на курса“ (Q1) и „брой преглеждания на ресурси от тип URL“ (Q2) ($r=0.914$, $n=36$, $p<0.05$).

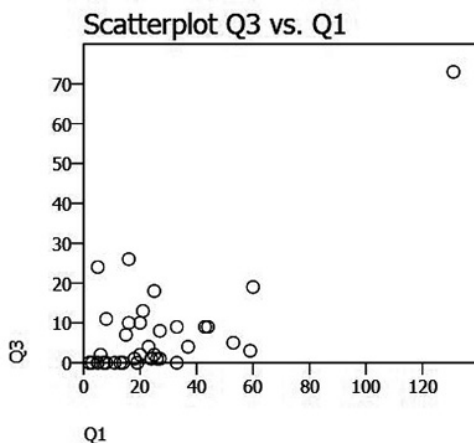
Хистограмата между Q1 и Q2 потвърждава извода.



Фигура 3.2. Хистограма между Q1 и Q2

Второ, съществува силна зависимост между „брой преглеждания на курса“ (Q1) и „брой преглеждания на ресурси от тип файл“ (Q3) ($r=0.715$, $n=36$, $p<0.05$).

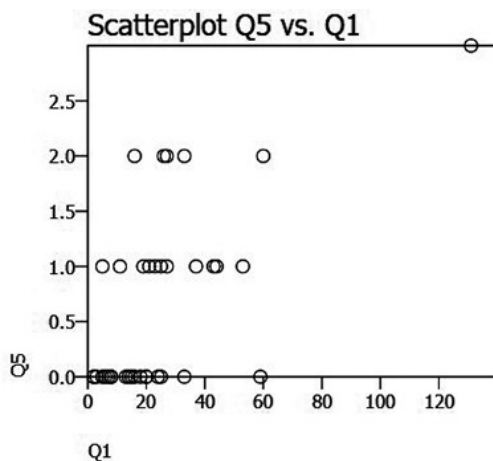
Хистограмата между Q1 и Q3 потвърждава извода.



Фигура 3.3. Хистограма между Q1 и Q3

Трето, съществува силна зависимост между „брой преглеждания на курса“ (Q1) и „брой качвания на файлове“ (Q5) ($r=0.617$, $n=36$, $p<0.05$).

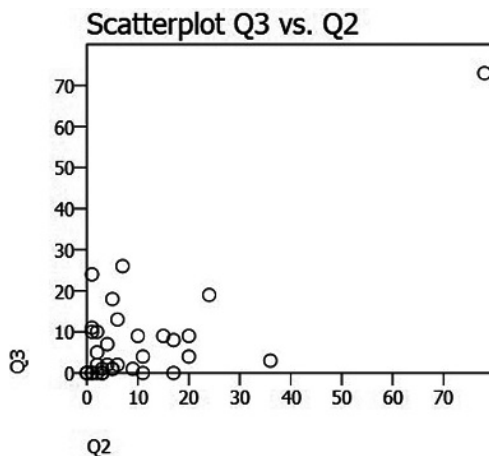
Хистограмата между Q1 и Q5 потвърждава извода.



Фигура 3.4. Хистограма между Q1 и Q5

Четвърто, съществува силна зависимост между „брой преглеждания на ресурси от тип URL“ (Q2) и „брой преглеждания на ресурси от тип файл“ (Q3) ($r=0.738$, $n=36$, $p<0.05$).

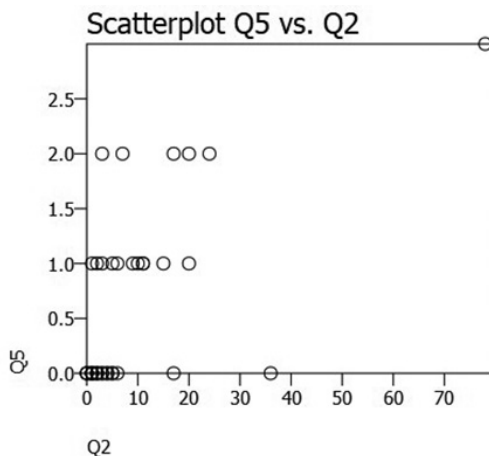
Хистограмата между Q2 и Q3 потвърждава извода.



Фигура 3.5. Хистограма между Q2 и Q3

Пето, съществува силна зависимост между „брой преглеждания на ресурси от тип URL“ (Q2) и „брой качвания на файлове“ (Q5) ($r=0.593$, $n=36$, $p<0.05$).

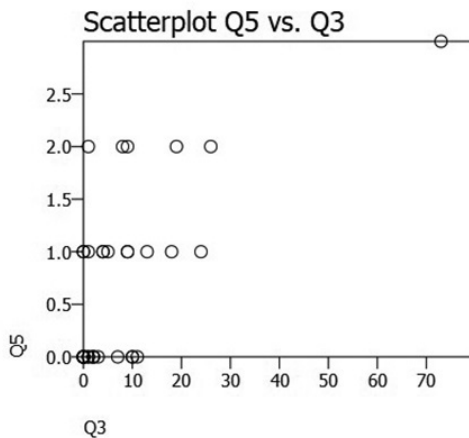
Хистограмата между Q2 и Q5 потвърждава извода.



Фигура 3.6. Хистограма между Q2 и Q5

Шесто, съществува силна зависимост между „брой преглеждания на ресурси от тип файл“ (Q3) и „брой качвания на файлове“ (Q5) ($r=0.653$, $n=36$, $p<0.05$).

Хистограмата между Q3 и Q5 потвърждава извода.



Фигура 3.7. Гистограма между Q3 и Q5

За целите на анализа е направен опит за класифициране на студентите. При k-means класификацията се получават 2 клъстера. В първи клъстер (cluster 1) попадат 35-ма студенти. Във втори клъстер (cluster 2) – само 1.

Final Cluster Centers

	Cluster	
	1	2
Q1	21.94	131.00
Q2	7.34	78.00
Q3	5.69	73.00
Q4	.89	1.00
Q5	.60	3.00

Number of Cases in each Cluster

	Count
Cluster 1	35
Cluster 2	1
Valid	36

Фигура 3.8. K-means класификация

Резултатът от K-means класификацията не може да се използва, защото в двата идентифицирани клъстера попадат студенти с различен брой и то различаващ се съществено: в клъстер 1 попадат 35-ма студенти, а в клъстер 2 – само 1 студент. В единия клъстер попада почти цялата съвкупност.

С цел открояване на групи от студенти със сходни характеристики е проведен факторен анализ. Използваната разновидност на факторния анализ е Principal Component Analysis. Използвана е Varimax ротация. Използваният метод е Covariance.

Rotated Component Matrix

	Component		
	1	2	3
Q1	20.86	4.66	9.73
Q2	12.75	5.93	.90
Q3	5.46	10.27	5.93
Q4	.02	.03	.08
Q5	.36	.32	.28

Фигура 3.9. Ротирана компонентна матрица

Идентифицират се **три клъстера**.

Първо, студенти, които разглеждат сравнително многократно ресурси от тип URL и сравнително по-рядко ресурсите от тип „файл“.

Второ, студенти, които разглеждат сравнително по-рядко ресурсите от тип URL и сравнително многократно ресурсите от тип „файл“.

Трето, студенти, които разглеждат сравнително по-рядко ресурсите от тип URL и сравнително по-рядко ресурсите от тип „файл“.

В резултат на проведения анализ могат да се направят следните обобщения. Някои студенти сравнително често използват eLearn, а други студенти – по-рядко използват eLearn. Има хора, които раз-

глеждат всичко в курса, други – само са се логнали. В ресурсите за самостоятелна работа (тип „задание“) обикновено се качват 1 или 2 файла. Хората, които са разгледали ресурси от тип URL, обикновено са разгледали и ресурсите от тип „файл“. Хората, които често преглеждат ресурси от тип URL или файл, са тези, които най-често качват задания в eLearn. При провеждане на факторен анализ са идентифицирани 3 групи студенти. Първо, студенти, които разглеждат сравнително многократно ресурси от тип URL и сравнително по-рядко ресурсите от тип „файл“. Второ, студенти, които разглеждат сравнително по-рядко ресурсите от тип URL и сравнително многократно ресурсите от тип „файл“. Трето, студенти, които разглеждат сравнително по-рядко ресурсите от тип URL и сравнително по-рядко ресурсите от тип „файл“. Бъдещи изследвания могат да се проведат с други масиви от данни от други курсове.

ГЛАВА ЧЕТВЪРТА

ДОБРИ ДИГИТАЛИЗАЦИОННИ ПРАКТИКИ ПРИ ИЗПОЛЗВАЕМОСТ НА СТУДЕНТСКИЯ ПОРТАЛ WEBSTUDENT В ИКОНОМИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ВАРНА

4.1. Дигитализация на университетски процеси

Дигитализацията в университетите е процес, към който имат отношение много и различни заинтересовани страни. Уменията за работа с дигитални технологии стават все по-актуални във всеки контекст, особено на работното място, следователно една от основните цели на университетите е подготовката на бъдещи професионалисти, които да могат да се справят с проблеми и да търсят решения на базата на своята дигитална компетентност.

Подготовката на тези умения започва още от училищата, където през последните години в България бяха направени сериозни инвестиции за дигитализация от страна на МОН. Централизирането на системата на средното образование позволява да се разработят софтуерни решения, които да се използват от всички училища и по този начин ги превръща в де факто стандарт. Като резултат завършващите ученици вече имат опит в използване на разнообразни дигитални технологии както в учебния процес, така и за осъществяване на връзка с администрацията на училищата.

Дигитализацията в университетите напредва принудително от условията, които създаде ковид пандемията (Zaimakis, Papadaki 2022). Въпреки че използването на дигитални активи подобрява процеса на обучение и предлага нови възможности за администрацията на университетите, няма разработени единни стандарти за вида, съдържанието и характеристиките на дигиталните услуги, които да бъдат предложени на студентите и по този начин университетите значително изостават от гледна точка на дигитални услуги, които получават учениците. Като доставчици на образователни услуги университетите зависят от това как студентите се справят с въпросните предлагани средства за дигитализация. Ето защо е важно да се установи отношението на студентите към използваните технологии и при необходимост да се нанесат своевременни корекции.

Проведеният експеримент е насочен към установяване на начина, по който студентите възприемат административните дигитални услуги, предоставяни от университета в системата WebStudent. Порталът е замислен като място, в което те да получават информация за учебния процес, да комуникират помежду си и не на последно място да достъпват отдалечено и бързо услуги, за които се е изисквало посещение на място.

Системата WebStudent е разработена на база архитектурата модел-изглед-контролер. MVC (model-view-controller) е архитектурен шаблон, създаден за десктоп приложения (Freeman 2012), приложен за уеб чрез различни работни рамки в т.ч. CodeIgniter, Symfony (Lyman 2009), Laravel, CakePHP, Zend Framework и др. Основната цел, подобно на трислойната архитектура, е разделяне на презентацията от логиката на приложението (Dockins 2017). Моделите представят обектите, за които се отнася приложението, налагат ограничения върху данните и комуникират с базата от данни. Изгледите създават потребителския интерфейс и съдържат предимно HTML и CSS код и често използват специфичен синтаксис (или система за шаблони). Контролерът е свързващото звено между изгледа и модела. Там е записан кодът, който приема потребителския вход и чрез модела обновява базата от данни, а след това приема новите данни от модела и ги изпраща на изгледа. За провеждане на експеримента е създадена допълнителна функционалност в контролера, която да записва информация за текущия потребител, включваща посетенa страница, точен час на действието (Unix Time или Unix Timestamp), специалност, възраст и пол. За да се анонимизират данните, е създаден допълнителен интерфейс, който да ги експортира. При активиране на опцията за експорт се реализират следните действия:

1. Изпълнява се скрипт, който да пресметне средния успех на всеки студент, записан в таблицата. Алгоритъмът обхожда данни в голям брой таблици, което, поради естеството на релационните бази от данни, води до по-бавна заявка. Дейността е пренесена в процеса на експортиране, за да не утежнява процесът по запис на дейностите на потребителите във времето на тяхното възникване.

2. Данните се експортират под формата на файл с разширение .sql, който съдържа заявки от тип INSERT.

Времето за изпълнение на посочените две стъпки може да надмине 20 секунди, но с оглед на факта, че данните се използват за

извършване на анализи, а не на OLTP операции, е приемлив като продължителност. Събраните записи са 953037, като първият е от 2022-06-22 11:13:51, а последният е записан на 2022-10-15 23:54:54.

Полученият файл следва да бъде импортиран в различна база от данни, която да бъде разположена на друг сървър, за да не затруднява работата на основния. Импортирането на данните не може да премине през графичния интерфейс на PhpMyAdmin, защото файловете са с голям размер. За да се разреши този проблем, изпълнението на заявките в тях се извършва през команден ред. След осъществяване на връзка с mysql сървъра:

1. се активира специално създадена за целта база от данни;
2. задава се настройка на използвания символен набор за комуникация със сървъра чрез командата SET NAMES utf8;
3. използва се командата *source* за изпълнение на SQL код записан в текстов файл.

В получената таблица се добавя нова колона, която да конвертира записаното време за достъп до данните от формат Unix time (брой изминали секунди от 1 януари 1970) в по-удобен за обработка формат от тип дата и час (MySQL, 2022), чрез функция в MySQL - DATE_FORMAT(FROM_UNIXTIME('ts'), '%Y-%m-%d %H:%i:%s').

Системата записва информация за страници, които съдържат следната функционалност:

- Разписание – учебно разписание за текущия семестър.
- Табло – началния екран на системата видим след успешен логин. Съдържа основна информация за студента.
- Профил – възможност за промяна на снимка и управление на потребителските данни.
- Кандидатствания – възможност за онлайн кандидатстване за стипендии, общежития и Еразъм+.
- Оценки и точки – проверка на точки от текущ контрол и получени оценки за целия период на обучение.
- Плащания – дава възможност за извършване на онлайн плащания за различни услуги в университета – от студентски такси до битови сметки и такса за общежитие.
- Изпитна сесия – разписание за датите на предстоящите изпити.
- Моите групи – информация за групите в които е записан студентът, в т.ч. списък на студенти в тях и възможност за изпращане на имейл.

- Обучение – съдържа информация за целия учебен план на студента и дава възможност за селектиране на изборни дисциплини.
- Здравно осигуряване – подаване на декларация за здравно осигуряване
- Новини и събития – студентите имат възможност да се информират за всичко, което се е случило или предстои на територията на университета.
- Академичен календар – съдържа информация за началото и края на учебния процес за всяко ОКС.
- Студентски стол – достъп до ежедневно публикуваното меню за студентския стол
- Електронни изпити – дава възможност за вход в системата за онлайн изпити, както и за преглед на резултати от явяване на минали изпити.
- Студентска карта – съдържа най-обща информация за студентската смарт карта, както и 3D визуализация.
- Студентски съвет – информация и гласуване за членове на студентски съвет
- Библиотека – проверка за заети книги и срокове за тяхното връщане
- Потвърждение – допълнителна стъпка за потвърждение на въведения имейл адрес.
- За системата – проследява хронологично развитието на информационната система на университета през последните 15 години.

4.2. Функционалност на дигитализирани процеси

Най-често достъпваната функционалност е разписанието за текущия семестър (табл. 4.1). Фактът, че е с повече посещения от „табло“, показва, че много потребители не излизат от системата и при следващо посещение зареждат директно своето разписание. По-вишеното използване на страниците „профил“ и „кандидатствания“ може да бъде свързано с факта, че периодът обхваща записване на първокурсници и магистри и една от първите дейности, които изпълняват е да обновят информацията за себе си и да кандидатстват за общезития.

Таблица 4.1

Брой посещения на страниците в платформата

Страница	Брой посещения	Процент
Разписание	269647	28.29
Табло	239035	25.08
Профил	62557	6.56
Кандидатствания	57659	6.05
Оценки и точки	57304	6.01
Плащания	46201	4.85
Изпитна сесия	43747	4.59
Моите групи	42922	4.50
Обучение	26171	2.75
Здравно осигуряване	23910	2.51
Новини и събития	17644	1.85
Академичен календар	14318	1.50
Студентски стол	13091	1.37
Електронни изпити	11988	1.26
Студентска карта	9448	0.99
Студентски съвет	7790	0.82
Библиотека	7682	0.81
Потвърждение	1280	0.13
Смяна на език	523	0.05
За системата	120	0.01

Използваемостта на системата не зависи от пола на студентите – процентното отношение на записаната активност е приблизително равно на отношението между различните полове записани студенти в университета.

Таблица 4.2

Зависимост на посещенията от пола на студента

Пол	Брой посещения	Процент	Процентно отношение на активни студенти
Жени	620496	65.11	64.06
Мъже	332541	34.89	35.94

Не се наблюдават и сериозни отклонения от предпочитанията за използване на функции на база пол. В десет от страниците използваемостта е абсолютно еднаква, в 8 е минимална, а само в две страници – „изпитна сесия“ и „електронни изпити“ се наблюдава по-засилен интерес от страна на студентите от мъжки пол.

Таблица 4.3

Класиране на предпочитанията за достъп до страници според пола

Страница	Процент от жените	Място	Процент от мъжете	Място	Разлика
Разписание	28.57	1	27.77	1	
Табло	24.54	2	26.09	2	
Профил	6.51	3	6.67	3	
Кандидатствания	6.28	4	5.62	5	1
Оценки и точки	5.96	5	6.12	4	1
Плащания	4.85	6	4.84	7	1
Моите групи	4.44	7	4.63	8	1
Изпитна сесия	4.40	8	4.94	6	2
Обучение	2.84	9	2.56	9	
Здравно осигуряване	2.60	10	2.34	10	
Новини и събития	1.92	11	1.72	11	
Академичен календар	1.59	12	1.35	13	1
Студентски стол	1.52	13	1.11	14	1
Електронни изпити	1.19	14	1.39	12	2
Студентска карта	0.95	15	1.07	15	
Библиотека	0.84	16	0.75	17	1
Студентски съвет	0.82	17	0.81	16	1
Потвърждение	0.13	18	0.14	18	
Смяна на език	0.04	19	0.07	19	
За системата	0.01	20	0.01	20	

Интерес представлява и анализът на използваемостта на системата в зависимост от средния успех на студента. Изведената справка за среден успех на студентите в университета и на ползвателите

на системата показва, че интересът към функциите ѝ е по-висок от студентите с оценка под много добър и бележи най-сериозен растеж при оценка среден, а най-голям спад в процентно отношение има при отличниците.

Таблица 4.4

Процентно отношение на студентите по успех и техните действия в платформата

Оценка	Процент в университета	Процент в системата
Отличен (> 5.50)	16.73	1.87
Мн. Добър (4.50 - 5.49)	40.55	19.17
Добър (3.50 - 4.49)	31.12	40.22
Среден (2.50 - 3.49)	11.23	32.52
Слаб (2.00 - 2.49)	0.37	6.23

В таблица 4.5 са подредени страниците според своята популярност сред студентите с различен успех, като с 1 е отбелязана страницата с най-много посещения, а с 20 тази с най-малко. При анализ на резултатите правят впечатление няколко факта:

1.Отличниците са значително по-заинтересувани от своите оценки и точки, както и промяна на своя профил, отколкото студентите с оценки между слаб и много добър.

2.Разписанието е друга функция, която се използва различно от отличниците и останалите студенти – по всичко личи, че те успяват по-бързо да го запомнят и нямат нужда от чести проверки какви часове предстоят.

3.Изненадващо е да се забележи, че функционалността за кандидатстване не е популярна сред отличниците. За сметка на това е на трето място при студентите с добър и много добър успех. Това отчасти може да се дължи на факта, че малка част от отличниците кандидатстват за общезития.

Таблица 4.5

Предпочитани страници според успеха на студента

Страница	Отличен	Мн. добър	Добър	Среден	Слаб
Табло	1	1	2	2	2
Оценки и точки	2	4	4	5	4
Профил	3	6	7	7	6
Разписание	4	2	1	1	1
Изпитна сесия	5	7	6	3	3
Плащания	6	5	5	4	5
Обучение	7	9	10	10	7
Електронни изпити	8	17	14	12	11
Моите групи	9	10	9	8	8
Здравно осигуряване	10	8	8	9	10
Кандидатствания	11	3	3	6	9
Студентска карта	12	14	15	15	14
Новини и събития	13	11	11	11	13
Студентски стол	14	13	13	14	16
Академичен календар	15	12	12	13	12
Библиотека	16	16	17	17	17
Студентски съвет	17	15	16	16	15
Смяна на език	18	18	18	18	18
За системата	19	20	19	20	20
Потвърждение	20	19	20	19	19

Не на последно място прави добро впечатление високото използване на функциите за сигурност (таблица 4.6). Използването на двуфакторна защита е препоръчително за повишаване на нивото на сигурност. Тя се състои от два компонента: обикновената парола и допълнителен токен, който потребителят трябва да въведе. Паролите са едно от слабите места в киберсигурността – лесни са за кражба, а ако са достатъчно сложни, са трудни за запомняне.

Таблица 4.6

Използване на услугите за повишаване на сигурността

Страница	Операция	Общ брой посещения	Посещения от новозаписани студенти
Профил	Двуфакторна автентикация	280	223
Профил	Подсигуряване на профила	1270	1156
Профил	Промяна на парола	3810	3182

Резултатите от направения експеримент сочат, че студентите възприемат добре новата информационна система – потреблението е високо и не е стихийно свързано с единични функции, които да са задължени да използват. Системата няма нужда от преработка от гледна точка на удобство за ползване и предпочитания на различните полове, защото в процентно отношение показва почти еднаква активност от тази гледна точка, така че да удовлетворява различни изисквания от конкретен пол. Забелязват се и по-различни навици при използването на системата от студентите с отличен успех в сравнение със студентите със среден и добър, както и сравнително нисък процент активност със системата на студентите с отличен успех.

В интерфейса е добавена възможност потребителите да докладват за проблеми в работата на системата, както и да предлагат нововъведения. Тази функционалност може да бъде считана за ключова по отношение на създаване на продукт, който да бъде полезен за колкото се може повече студенти.

ГЛАВА ПЕТА

ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ РАБОТАТА

НА ДИГИТАЛИЗИРАНИ ПРОЦЕСИ СЛЕД СРИВ

5.1. Хардуерните дефекти като причина на срыв

Хардуерните дефекти на сървъри и десктоп компютри са често срещан проблем, който засяга всички организации. Липсата на достъп до информационната система или загубата на важни данни може да доведе до големи проблеми в образователните и управленските дейности, прекъсвания на работата и значителни разходи за ремонт.

Възможните причини за повреда в хардуера могат да бъдат от различно естество, а познаването на причините за хардуерните дефекти може да намали ефекта от проблемите още преди да се развият, като се избегне или намали времето за престой. При планирането е необходимо да се състави план за действие при извънредни ситуации в случай на хардуерни дефекти.

При наличие на хардуерен дефект първата стъпка за решаване на проблема е да се определи как и защо се е появил дефектът, като се идентифицира компонентът, който стои в основата на самия дефект, и причината за това. Едновременно с установяването на основната причина може да се премине към използване на резервен сървър, докато не се отстрани повредата на основния хардуер, както и причините, довели до дефектирането, доколкото това е възможно.

Основните възможни причини за отказ на хардуер са следните:

- Прегряване. В случай че хардуерът не се охлажда достатъчно и работи при твърде високи температури, това може да доведе първоначално до намаляване на производителността, а в последствие и до пълен отказ. Поради тази причина сървърните помещения се нуждаят от подходяща вентилационна и охлаждаща система с контрол на температурата, за да се избегне прегряване. Възможно е да се натрупа прах или мръсотия по вътрешните и външните повърхности на компютрите, по вентилатори и охлаждащи радиатори, в резултат на строителни или ремонтни дейности, които се извършват в сървърното помещение или до него.

- Повреда в резултат на нормална експлоатация. Хардуерните компоненти, в които има механика и електроника, може да

дефектират в резултат на износване, което обикновено е функция от възрастта на оборудването. Необходимо е непрекъснато да се следи за промяна в производителността на хардуера, при което може да се установят на хронологична база и предвидят в бъдеще време нормалните и пиковите периоди на натоварване (Zhou et al. 2020). При установяване на намалена производителност, извън очакванията, това може да е знак за предстоящ дефект, тъй като понякога преди пълния отказ е възможно да има период на деградиране на производителността. Възможно е отклоненията от очакванията да разкрият и потенциални хардуерни и софтуерни проблеми, както части от сървърното помещение, които изискват допълнително охлаждане. Поддържането на архив от лог файлове може значително да помогне при определяне на това какво е нормално и пиково натоварване на дневна, седмична, месечна или годишна база.

- Повреда в резултат на проблеми с електрическото захранване. Проблемите, свързани с електрическото захранване, обикновено са трудни за прогнозиране и предотвратяване, защото могат да се случат на случаен принцип (Megdiche et al. 2021). Освен рутинна поддръжка е необходимо остарелите части на основното, резервното и аварийното електрическо захранване да се подменят или направо да се смени цялата машина – например UPS с батерии или генератор с изчерпан моторресурс.

- Природни бедствия. Земетресения, пожари, наводнения, гръмотевици бури и др. могат да доведат до неблагоприятни условия за работа на хардуера и да причинят дефект. Необходим е план за възстановяване при бедствия и аварии, който, в случай на подобно събитие, може да спести дългите периоди на престой или загуба на данни. Наличието на резервни варианти е от съществено значение, в случай че се развие най-неблагоприятният сценарий.

- Грешки в софтуера. Недобре написан софтуер е възможно да накара някои хардуерни компоненти да работят по-интензивно, отколкото е нормално да се очаква, при което те дефектират по-често. Необходимо е редовно да се инсталират актуализации, които да подобряват производителността и да защитават системите от софтуерни уязвимости.

- Претоварване на системата. Големи периоди от време, в които хардуерът работи в режим на върхово натоварване, водят до прето-

варване на отделни компоненти и като резултат – отказ на системата като цяло.

- Човешка грешка. Човешкият фактор е невъзможно да се премахне. Автоматизацията може само да намали вероятността от човешки грешки, но не и да я сведе до нула, тъй като все още за редица дейности е необходима човешка намеса. За намаляване на риска е необходимо да се поддържа строг контрол на достъпа до сървъри и други помещения и да се поддържат подробни дневници на събитията (Onibonoje et al. 2019; Wang et al. 2020).

5.2. Използване на архивна памет при решения за дигитализация

Архивната памет може да се използва при обработката на големи данни в случаи, когато потокът от големи данни е по-голям от възможностите и потребностите за оперативната им обработка. В този случай данните могат да се архивират и когато в последствие се появи възможност или потребност да се обработят, тогава да се заредят в системата и да се приложат съответните обработки.

Друг вариант за използване на архивната памет е в случаи, когато големи по обем данни вече са обработени и не са оперативно необходими след някакъв момент от време. В този случай, за да се освободят системни ресурси, вече обработените данни може да се архивират вместо да се изтрият (унищожат), като по този начин се запазва възможността за повторна бъдеща обработка на същите данните. Тази бъдеща обработка може да е с цел проверка или с цел обработка с нови алгоритми при търсене на нови зависимости, тенденции и т.н.

В теорията е прието, че архивната памет представлява външна памет, в която данните се използват сравнително рядко. В нея обикновено се съхраняват резервни копия на важни данни и програми, които да се възстановят в случай на повреда на някое друго устройство или носител. Като архивна памет най-често се използват устройства, които могат да работят със сменяеми носители – магнитни ленти, оптични устройства, а в последните години устройства като флаш памет, външни твърди дискове и външни полупроводникови устройства. Възможно е да се използват и облачни услуги или комбинация от различни подходи с цел допълнително резервиране.

Оптичните устройства използват свойството на материалите да пречупват и отразяват в различна степен светлината. Те биват няколко вида: CD (Compact Disc), DVD (Digital Versatile Disc) и BD (Blu-ray Disc). След вида на устройството се поставя съкращение за възможностите му. Съкращението ROM (Read Only Memory) означава, че устройството може само да чете дискове – CD-ROM може само да чете CD носители, DVD-ROM може да чете CD и DVD носители, а BD-ROM може да чете CD, DVD и BD носители. Съкращението RW (ReWritable) означава, че устройството може и да записва. При BD вместо RW се използва съкращението RE (Recordable Erasable). Съкращението DL (Double Layer) означава, че устройството може да работи с двуслойни носители с два пъти по-голям капацитет от еднослойните.

Капацитетът на носителите е различен: CD – 650-870 MB, DVD – 4,7/9,4 GB, BD – 25/50 GB. При DVD и BD удвояването на капацитета е при двуслойните дискове. При означенията след вида на носителя също се поставя съкращение за възможностите му. Съкращението R (Recordable) означава, че дискът може да бъде записан еднократно. Съкращенията RW (ReWritable) и RE (Recordable Erasable) означават, че дискът може да бъде записан, изтриван и презаписан. Съкращението DL (Double Layer) указва, че дискът има два слоя за запис на данни, а SL (Single Layer) – един слой.

Характерно за оптичните носители е ниската им цена. В зависимост от производителя, цените към края на 2021 г. варират около 0,2 - 2 лв. на носител.

Флаш паметта представлява вид полупроводникова памет, която е енергонезависима, т.е. дори при липса на електрическо напрежение устойчиво запазва състоянието си. Малките размери и необходимостта само от USB порт са основните фактори за тяхната популярност.

Външните HDD и SSD устройства също придобиват широка популярност и използват USB портове за връзка. Най-често се предлагат във форм фактор 3,5“, 2,5“ и 1,8“. Към края на 2021 г. капацитетите достигат до 6 - 14 TB при най-скъпите модели.

Магнитните ленти се използват от над 60 години при професионалното архивиране на данни и технологията продължава да се усъвършенства. Големият обем съхранявани данни, при сравнително ниска цена на единица обем, значително надминават възможностите на останалите технически носители. Въпреки че магнитните ленти вече

почти не се използват за съхраняване на аудио- и видеоинформация в домашни условия, за професионални цели не трябва да се пренебрегват възможностите им като перспективен технически носител.

Основните предимства на магнитната лента са: малък пространствен обем при голям обем на съхраняваната информация; относително ниска цена на носителя; нисък разход на електроенергия при четене и запис; възможност за многократен презапис; носителят трудно се поврежда при механични удари.

Недостатъците са свързани преди всичко с начина на достъп до информацията – последователен достъп, което води до по-бавно намиране на необходимата информация. Последователният начин на съхраняване прави магнитните ленти подходящи за съхраняване на големи информационни масиви (например копие на съдържанието на цял твърд диск) и неподходящи за съхраняване на множество малки по обем файлове. От друга страна, обикновено при използването на архивна информация времето за достъп до архивния файл не е от голямо значение, което прави магнитните ленти подходящо средство за дългосрочно съхраняване.

В близкото минало в практиката се използват няколко основни технологии, базирани на магнитна лента, предназначени за различни пазарни сегменти. Например технологията DAT/DDS не се развива от 2015 г. и носител Sony DDS-2 Tape Cartridge - DAT DDS-2 - 4GB (Native)/8GB (Compressed) е с цена 11 USD към средата на 2022 г. (<https://www.amazon.com/Sony-DDS-2-Tape-Cartridge-Compressed/dp/B00007MCB6>). Друга технология, която в днешно време не се развива е AIT (Advanced Intelligent Type), разработена от Sony и изоставена от 2012 г. Не се препоръчва използването на устройства, базирани на тези технологии, тъй като са възможни проблеми при снабдяването с технически носители, резервни части и цели устройства.

Носителите от тип LTO (Linear Tape Open) са пуснати на пазара през 2000 г. след съвместна разработка от IBM, HP и Seagate, като продължават активно да се развиват, но цените им стават съпоставими с цените на обикновените HDD.

Според данни от различни компании времето на живот на качествени (от реномирани производители) носители LTO е 15 - 30 години и 5000 ползвания, т.е. при пълен презапис всяка седмица периодът 15 - 30 години е достатъчен. Времето варира в зависимост от модела на носителя.

Магнитните ленти трябва да се пазят от силни магнитни полета, които могат да ги размагнитят, но дори и без силно външно магнитно поле, както всеки изкуствено намагнитен материал, така и магнитните ленти, се размагнитват с времето, което налага периодично презаписване на информацията. Според някои специалисти лентите трябва периодично (примерно веднъж годишно) да се пренавиват, за да се осигури равномерно натягане. При оптимални условия на съхранение на лентата (температура до 20 градуса и относителна влажност – до 40%), записаната информация може да се съхрани и над 30 г. Повечето предлагани от производителите устройства осигуряват обратна съвместимост с предишни модели носители, което дава възможност за прехвърляне на информацията на нови по тип (и съответно по възраст) магнитни ленти.

Ресурсът на една касетка с магнитна лента от нисък клас се изчерпва обикновено след 50 - 100 използвания и ако лентите се използват 4 - 8 пъти в годината, ресурсът им се изчерпва с края на живота на носителя, който е след 15 - 20 г.

Благодарение на усъвършенстването през дълъг период от време устройствата с магнитни ленти могат да се разглеждат като надеждно и евтино средство за съхранение на информация. Въз основа на тях могат да се създават роботизирани системи архиви, в които смяната на касетите става автоматизирано и без човешка намеса.

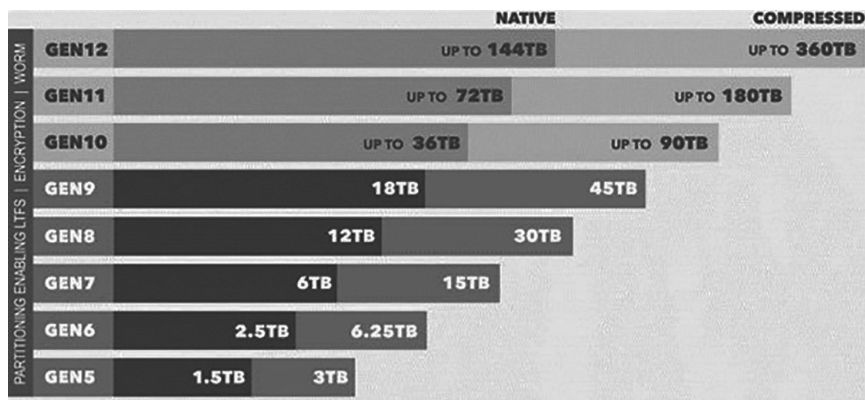
Архивирането на данни на магнитна лента може да се използва като защита от кибератаки, тъй като данните се съхраняват офлайн или в режим „само добавяне“ (т.нар. подход WORM - write-once, read-many).

Например в облачната услуга Azure на Microsoft при използване на лента за дългосрочно съхранение в настройките на Specify long-term goals, за това колко дълго да се съхраняват данните на лентата, може да се посочват стойности от 1 до 99 г. (Microsoft 2021).

Водеща в днешно време при технологиите за съхраняване на данни на магнитна лента е организацията Linear Tape-Open (LTO), в която основна роля имат компаниите Hewlett Packard, IBM и Quantum, които декларират, че планират да продължават да развиват технологията и в бъдеще (Iliadis et al. 2021).

Технологията LTO към момента е 9-то поколение (фиг. 5.1), с над 20 години история за сигурно и надеждно съхранение на данни (Curiel 2020). Спецификацията на LTO-9 поддържа обеми от порядъ-

ка на до 45 TB на касета (компресирани данни) и скорост на трансфер на данни на лентово устройство до 1 GB/s или казано по друг начин има производителност за съхраняване на до 3,6 TB на час на едно устройство (фиг. 5.2).



Фигура 5.1. Пътна карта за развитие на технологията LTO (Източник: LTO (n.d., circa 2021) - <<https://www.lto.org/roadmap/>>)



Фигура 5.2. Снимка на устройство за архивиране от тип LTO, предлагано към края на 2021 г. Модел HPE StoreEver LTO Ultrium Tape Drive (Източник: https://buy.hpe.com/emea_europe/en/storage/tape-storage/tape-drives-ultrium/storeever-ultrium-tape-drives/hpe-storeever-lto-ultrium-tape-drives/p/4150338)

В заключение можем да обобщим, че независимо от качеството на компонентите, които се използват в инфраструктурата за

дигитализация, е възможна появата на технически дефекти, които да прекъснат нормалното изпълнение на процесите. Поради това въпросите, свързани с архивиране на данните и предварителното обмисляне на стратегията за възстановяване на данните и нормалната работа на процесите след срыв, не трябва да се подценяват и би следвало да заемат важно място при планиране и изпълнение на дейностите по дигитализация.

ГЛАВА ШЕСТА

ПОДХОДИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ ПРИ РАЗРАБОТКАТА НА СОФТУЕР ЗА ДИГИТАЛИЗАЦИЯ НА ПРОЦЕСИ

6.1. Обзор на подходите за управление на разработката на софтуер

Редица автори предлагат структурирани подходи на разработка (Curtis, Cobham 2008; Rowley, Hartley 2017), които изискват декомпозиция на системата на функции, подходящо структуриране, наличие на пълна спецификация в самото начало на разработката и минимални промени в последствие, цялостно завършване на една фаза преди започване на следващата. Реализира се в хронологично последователни фази за разработка на продукта: определяне на системата (цел, задачи, обхват, реализуемост и изисквания), проектиране, програмиране, тестване и интегриране, използване (внедряване и поддръжка). В проектирането се описват функции и структура на системата, процеси, логическа структура на данните, интерфейс на системата.

Структурата на софтуерната система се представя като йерархия от модули с техните свойства – вход и изход, функция, механизъм за реализация на функции, вътрешни данни (Nuchprayoon, Phuaksaman 2018). В следващите фази продуктът се кодира, тества и внедрява. Вариант на структурираните подходи е каскадният модел на жизнения цикъл, който има възможност за връщане в предходен етап за корекции. Подходът е приложим за силно структурирани проекти в области с устойчиви изисквания. Като основен недостатък може да се посочи растяща цена за корекция на грешки в предходна фаза, голямо натоварване на екипа при тестване и ниска адаптивност спрямо т.нар. гъвкави подходи.

Друг често използван подход в практиката е обектноориентираният, който е пряко свързан с еволюцията на обектноориентираното проектиране и програмиране. При него системата се разглежда като съставена от обекти (групирани по тип като класове) с тяхното статично състояние и поведение в динамика. Разработваната система се описва чрез обектноориентирани мо-

дели⁴. При обектноориентирания подход специфични дейности са: анализ, проектиране, програмиране и тестване. В резултат се моделират статични и динамични характеристики на системата чрез система от класове и обекти с тяхната структура, връзки и поведение.

Проектирането на продукта е на две нива – системно (външно, за софтуерната архитектура, подсистеми, потребителски интерфейс и логическа структура данни) и обектно (вътрешно, за класове, обекти, интерфейсно описание, операции и взаимодействия между тях). След като проектът е готов, следва програмиране на обектноориентиран език за програмиране. Тестването се извършва по класове (модулно) и тестване на група класове (интеграционно). Ключово в подхода е създаването на обектноориентирани модели (архитектурно центрирани), които се описват на език за моделиране. За целта може да се използва UML, който е отворен за разширение към други системи⁵.

Техниките за управление при обектноориентирания подход могат да се разделят на управление на процес, управление на проект и продукт и управление на персонал. При управление на процес се счита, че най-голям резултат може да се получи от процес, движен от сценарии за взаимодействие на потребителя със системата, който е основан на модели, и е итеративен и инкрементален (Booch 2018). Допълнително може да се използва рекурсивно-паралелен подход, който разработва последователно разширяващ се прототип (с всички фази за всеки прототип) до изграждане на краен продукт (Wautelet 2020). Управлението на персонал и проект е организирано в роли – стратегии, програмисти на компоненти и на приложения. Първите задават насока, съветват и координират. Вторите проектират, разработват и тестват компоненти. Когато са готови, поставят ги в библиотека от компоненти, за да могат програмистите на приложения да ги ползват в конкретните продукти (Dwivedi, Rohilla 2017).

Гъвкавите подходи са вид подходи, широко прилагани в съвре-

⁴ Системата се описва чрез обектноориентирани модели, чрез изграждане на йерархия от класове и обекти, които да представят нейните статични структура и състояние, както и да реализират динамично поведение чрез взаимодействие между обектите с помощта на съобщения (Booch 2018). Моделите представляват т.нар. „изгледи на системата“.

⁵ Универсалността и разширението позволяват моделиране на всякакви системи, обекти и процеси с тях.

менната практика. При малки проекти често има предизвикателства за кратки срокове, конкурентна цена и променливи изисквания, съкратен технологичен и пазарен живот на продуктите. Подходите за ускорена разработка, в които влизат и гъвкави подходи, се появяват през 90-те години на миналия век след установяване на слаба ефикасност и ниски резултати при класически прецизно дефинирани и напълно управляеми процеси на разработване, при усъвършенстването на продуктите с повече функции и опции, увеличаване на конкуренцията и повишаване на изискванията за качество. В този смисъл гъвкавите подходи са предназначени да отговорят на съвременните изисквания за разработка на софтуер и нови продукти, приложения с богат интерфейс в интернет и мобилна среда, електронни форми на бизнес и т.н. Аналогия има с проектирането на нови фабрични продукти, където се налагат при дизайна и разработката⁶. Основната разлика спрямо строго формализирания процес е, че разработката на софтуер е дизайн на нов продукт и процесът се оприличава по-скоро на „откриване“, а не на масово производство (предвидимо, с детайлни спецификации в началото) (Conboy, Carroll 2019). При разработката на софтуер възможността да се предвижда и управлява се появява с натрупване на опит по проекта, при което може да се очаква известна непредвидимост и промени в изискванията към продукта в хода на разработка.

Гъвкавите подходи решават проблема с адаптация към промените (Bass, Nahby 2019) чрез работа на стъпки с обратна връзка от клиента, които са итеративни, инкрементални, еволюционни и адаптивни, т.е. продуктът се подготвя на отделни етапи и „израства“ постепенно. Итерацията, като базов компонент, представлява самостоятелна времева фаза от проект, в която се извършват всички дейности по анализ, проектиране, програмиране, тестване на планирана функционалност и завършва с някакъв частично финализиран (интегриран и тестван) продукт за нея. Последната итерация реализира изцяло завършен продукт. Итеративната разработка е и инкрементална (с натрупване), като следващи итерации добавят функционалност и „продуктът расте“. Важно правило в повечето гъвкави подходи е итерацията да е фиксирана времево, като периодът винаги се спазва за сметка на функционалност с нисък приоритет. Продължителността

⁶ Имаме предвид процеса на проектиране и разработка на нов продукт, а не самото му фабрично производство. Първото е уникален проект и процес, а второто е повторяем по задание, което е резултат на разработката.

на отделните итерации може да е различна (Oorschot et al. 2018).

Подборът на функционалност за реализация в една итерация следва приоритет, който е или движен от риска – първи са по-рисковите функционалности, или движен от клиента – първи са тези с най-голяма бизнес стойност (Gren et al. 2020). Като цяло подходите за итеративна инкрементална разработка възприемат промяната като неизбежност и следват еволюционен адаптивен процес. Те използват обратна връзка с потребителя⁷, възможност за промяна на изисквания и корекции, което е възможност за адаптация. За да има предвидим и стабилен процес, се налага като ограничение промените да са възможни преди фиксиране на изискванията за итерация и невъзможни (или минимални) по време на разработка в итерация.

Повечето модерни подходи за итеративна инкрементална разработка започват с разработка на визия, най-важните ключови изисквания, анализ и проектиране на ключова архитектура. При планиране на усилия, разходи и време трябва да се отчита ефектът „конус на несигурност“, като отклонение между планирано преди започване на работа и краен резултат по проект. Обикновено в началото има само общ обхват, прави се една или няколко итерации и когато „конусът“ се свие, планът се коригира като реалистичен и възможните отклонения в края са по-малки (McConnell 2019).

Гъвкавите подходи се базират на следните по-съществени принципи:

- ранна, непрекъсната и в срок доставка на ценен за потребителя софтуер;
- първичният измерител за прогрес и постижение е работещият софтуер;
- постоянна обратна връзка за продукта от клиента;
- клиентът работи редовно с екипа има с него пряка връзка;
- вниманието е насочено към отлични решения, добър дизайн и простота на решенията;
- необходим е екип с мотивация, свобода и компетенции да свърши работата;
- регулярно екипът коригира поведението си към по-добра ефективност.

⁷ Под потребител се има предвид всяка форма на краен потребител или проверяващ - клиент, краен потребител, тестери, потребителска фокус група и т.н. в зависимост от продукта и реалните крайни потребители.

В хронологичен план с най-дълга история е подходът Evo (Evolutionary Value Delivery) – еволюционен подход (Abbas et al. 2008; Clarke et al. 2018). Характерно при него е, че се набляга на кратки цикли с еволюционно формирани изисквания, дизайн и доставка, и адаптивно планиране, движено от ценност на функциите. Използва се език за спецификации от високо ниво, измерими показатели за прогрес и числово дефинирани количествени изисквания. Изисква ясно дефиниране, сбитост, оценка и измерване на представянето като качество, капацитет, разход на ресурси, наблюдавани по време на дизайн и итерации (Hanssen 2011).

Подходът UP (Unified Process, унифициран процес) и търговският му вариант RUP са създадени от авторитетни изследователи в областта на обектноориентираното моделиране⁸. Подходите се характеризират с универсалност и постъпателна разработка в кратки фиксирани итерации (Kroll, MacIsaac 2006; Anwar 2014; Kiv et al. 2017; Ozkan et al. 2020). Жизненият цикъл се състои от четири фази с итерации: начална ⁽¹⁺⁾, развитие ⁽²⁾, конструиране (много), преход⁽²⁾. По-съществени особености на подхода са:

- Фазите са с итерации, при което с приоритет са високорискови и високостойностни елементи.

- Архитектурно ориентиран – представяне на системата чрез UML модели.

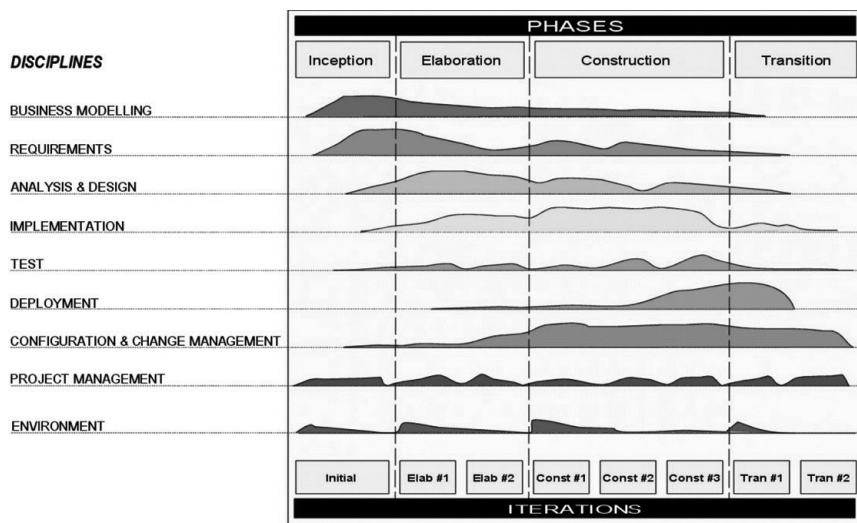
- Приспособяване на промените рано в проекта. Екипът работи заедно като цяло.

- Подходът представлява по същество фреймуърк за създаване на индивидуален процес.

За всяка фаза се дефинира модел с ясно предназначение и набор от диаграми. Следват се сценарии за взаимодействие със системата (ако областта позволява). Началната фаза започва с визия и модел на взаимодействието със системата (ако е движено от тях процес). За развитие се използва концептуален, за конструиране – логически, а за прехода – физически модел. Прецизиране на моделите в следваща фаза/итерация е възможно. Подходът дефинира 6 основни и 3 допълнителни дисциплини (дейности, потоци от работа), които работят с артефакти (информационни продукти). За всяка фаза е де-

⁸ Подходът UP е разработен от Jacobson, Booch и Rumbaugh като базов подход, а подходът RUP го реализира в търговски продукт с шаблони за всички артефакти (информационни продукти).

финирано приложението на дисциплини и артефакти⁹. Взаимовръзка между фази, итерации и дисциплини е дадена на фиг. 6.1.



Фигура 6.1. Фази, итерации и дисциплини в UP/RUP (Anwar 2014)

Подходът UP/RUP предвижда използването на практики като съгласувана архитектура, визуално моделиране за комуникация, поддържане към използване на компоненти, управление на изисквания и промени, постоянна проверка на качество и др., включително от други методологии (напр. за работа в екип и тестване). Планирането в подхода е на две нива – общ проектен план и итеративен план за всяка итерация. Подходът UP може да се използва от всички видове софтуерни проекти, тъй като представлява среда с множество опции, от която се прави индивидуален процес за проект или организация (Larman 2011).

Подходът SCRUM (Systematic Customer Resolution Unraveling Meeting) е създаден като опростен подход, подходящ за различни видове проекти. Най-характерното за него са т.нар. „ценности”: ангажираност с цели, отговорност и автономност за изпълнение, фокус на екипа, отвореност и прозрачност на проект, екипна отговорност,

⁹ Артефактите (дефинирани са около 50) са информационни продукти. UP и RUP предвиждат ползване на визия, списък рискове и още няколко, но само минимално необходимите. Екипът подбира за конкретния проект кои да са те.

респект, кураж и доверие на ръководството. Подходът е гъвкав, при което самият екип избира нивото (минимално възможно). Счита се, че оптимални резултати се получават, когато размерът на един екип е до седем човека и работи в общо помещение.

Множество екипи могат да работят по един софтуерен проект и представителите им да осъществяват ежедневни срещи. Състои се от четири фази – планиране, организиране (staging), разработка и пускане (release). Във фаза „планиране” се установява визията, очакванията, подsigурява се финансиране, определят се и се оценяват изисквания (Product Backlog items). Във фаза „организиране” се идентифицират изискванията, подбират се приоритети за първа итерация и се подготвят архитектура и прототипи. Във фаза „разработка” се изгражда системата в серия от 30-дневни итерации (sprints). Клиентът работи с екипа и дава списъка с изисквания и приоритета им, а програмистите работят по изисквания в списъка за итерация (Sprint Log) по приоритет.

Всяка итерация започва с планиране, дефиниране и оценка на работата по задачи в нея (Sprint Backlog). Следва работа по тях, но не се добавя работа в започната итерация. Ежедневно се започва с 15-минутна среща (scrum) за разясняване на статуса. Екипът разработва и тества ежедневно с интеграционен и регресионен тест. В края на итерацията се прави преглед с реална демонстрация пред клиента (Sprint Review). Фаза „пускане” включва внедряване, документация, продажбени дейности. Може да се комбинира с подход UP – SCRUM е подобрен вариант на UP и XP (Maximini 2015; Larman, Vodde 2016).

Подходът XP е създаден като лека методология за малък екип (до 10 човека), разработващ софтуер при неясни или бързо изменящи се изисквания. В основата на подхода са залегнали пет основни принципа: бърза обратна връзка, простота, инкрементални промени, ангажиране с промените и качествена работа, както и 10 допълнителни принципа. Практиките, които работят, само ако се прилагат в комплект, са (Mangalaraj et al. 2009; Stellman, Greene 2014; Sohaib et al. 2019):

- Планиране – определяне на реализация на база бизнес приоритети и технически възможности.
- Малки реализации в рамките на 1 - 2 месеца.
- Метафора – изисквания се описват с проста аналогия с цел разбираемост от всички.

– Просто проектиране – винаги системата да има прост проект, без сложности.

– Тестване – модулни тестове преди кодиране, а клиентът прави приемни тестове.

– Рефакторинг – реструктуриране към простота, гъвкавост и без излишества.

– Програмиране по двойки – двойка програмисти пише код на един компютър.

– Колективна собственост – всеки може да променя всеки код.

– Непрекъсната интеграция – при завършване на една част тя се интегрира веднага.

– 40-часова работна седмица – нормална работна седмица, без претоварване.

– Клиентът при разработчика – компетентен клиент работи с екипа ежедневно.

– Стандарти за кодиране – код се пише съгласно добре дефинирани правила.

При подхода XP екипът работи заедно в една стая, с пряка връзка помежду си и с представител на клиента на място. Провежда ежедневни срещи със специални въпроси. Ролите и отговорностите са сравнително добре разпределени: „клиентът“ дава изисквания, приоритет, разяснява, приема продукта с тест; „мениджърът“ изпълнява организационни задачи, осигурява екип и ресурси; „водачът/треньорът“ е комуникативен и компетентен, с фокус над правилния процес и работа; „проследяващият“ има грижа за метрики, срокове, проследява изпълнението на задачите; „програмистът“ работи в двойка и редува тестване, кодиране и рефакторинг¹⁰. Процесът е в два вида стъпки – реализации¹¹ и итерации.

В реализациите клиентът задава желан набор от функционалности, поставя приоритет и подбира за изпълнение според приоритет и оценки на екипа. Реализацията се разделя на итерации със стриктен срок за изпълнение, при които итерации програмистите

¹⁰ Рефакторингът представлява процес на „почистване“ на програмния код чрез премахване на дублиращ се код и редактиране с цел програмният код да бъде лесен за четене и поддръжка при следващите итерации.

¹¹ В литературата се използва и думата релийз (от release), но по своята същност това представлява итерация с доставка, т.е. издаване на работещ продукт в края на итерацията. Затова, според нас, е по-правилно да се използва терминът „реализация“.

определят малък брой истории и задачи за изпълнението им. След приключване на реализация клиентът проверява с приемни тестове продукта.

Подходът DSDM (Dynamic Systems Development Method) е създаден в опит да се определи обща стандартна рамка за доставка на софтуерни продукти, базирани на разбирането за бърза разработка на софтуер (RAD – Rapid Application Development). Подходът се използва като база за управление, изпълнение и мащабиране на софтуерни проекти. Ключови принципи са: бизнес потребности, активно включване на потребител, вдъхновени екипи, честа доставка, интегрирано тестване и сътрудничество с възложител. Изискванията се планират на високо ниво при старта с приоритет в степените (схема MoSCoW) – „трябва да има” (M), „би трябвало, ако може” (S), „може, но не е критично” (C), „може да се отложи” (W). Критичните изисквания се приключват задължително в кратки фиксирани итерации (Plonka et al. 2014).

Подходът FDD (Feature-Driven Development – разработка, движена от характеристики) използва модели с кратки итерации за всяка характеристика (малък, но много полезен, „в очите на клиента“, резултат). При подхода FDD се започва с разработка на цялостен модел и следва серия от двуседмични итерации. Основната идея е да се проектира и разработва с дейности: преглед област, дизайн, проверка на дизайн, кодиране, тест на код, интеграция. Практиките са модел на областта¹², собственост на код, екипна работа, инспекции, управление на конфигурации, регулярно интегриране, цялостно тестване, видимост на прогрес и резултати. Подходът е подходящ при работа в големи екипи (Mahdavi-Hezave, Ramsin 2015).

Подходът LSD¹³ е разработен като адаптация на принципи и практики от движението Lean Enterprise за фабричното производство и разработката на продукти в разработката на софтуер (Farid et al. 2017). Основната му концепция е, че с определени принципи и инструменти екипът трябва да се концентрира върху доставяне на „стойност” (удовлетворени ценни потребности) за потребителя във възможно по-кратко време и високо качество, което се постига

¹² В литературата има редица примери за успешно прилагане и на подход DDD - Domain-Driven Design (Evans, Szpoton 2015) при разработка на системи.

¹³ Терминът „продуктивен” е най-подходящ, защото ключовото е доставка на най-голяма ценност за клиент.

чрез ефективен „поток на стойността”¹⁴. Основните принципи са следните:

- Елиминиране на загубите – премахване на седем пречки за ефективен „поток”.

- Впускане в обучение (процесът има експериментиране, изобретяване, учене с опит).

- Вземане на решения възможно най-късно, когато са необходими и с по-нисък риск.

- Доставка възможно най-бързо – бързо изпълнение на продукта в итерациите.

- Вдъхновяване на екипа – подходящ нов стил на работа с екипа.

- Вграден на интегритет – добър съгласуван външен и вътрешен дизайн на продукт.

- Поглед над цялото – цялостен поглед и оптимизация на системата, а не частични.

Подходът дава насоки и 22 инструмента за тяхното постигане. По-важни сред тях са: елиминиране на загубите (седем специфични типа) и построяване на карта на „потока на стойността”, изобразяваща какво трябва да се свърши/постигне, за да се получи продуктът. Използва се жизнен цикъл от гъвкавите подходи – начални етапи по проучване, одобрение на проекта, предварително проектиране (архитектура), след това итерации за сегменти от продукта (всяка с проектиране, програмиране, тестване и преглед с клиента на сегмента) и накрая – внедряване.

Задължително „потокът” трябва да се „тегли от заявки на клиента” с акцент над ефективност и скорост в потока от работа при разработка. За тази цел се използват инструменти: обратна връзка с клиента, приоритети, синхронизация, наблюдаване на емпиризма и „ученето” в процеса на разработка, и т.н. (Perpendieck, Cusumano 2012). Фокусът при вземане на решения е към подход за решения за сложни продукти с множество опции, ориентиран към личностите и малките екипи като бърз и ефективен подход. Специално внимание се отделя на проектирането, вдъхновяване на екипа, подобрене на процеса и др.

В литературата са описани и множество други гъвкави подходи като: „Адаптивна софтуерна разработка на Хайсмит” (Highsmith

¹⁴ Терминът е Value Stream Map, идващ от производството, в контекста на настоящото изложение можем да приемем като жизнен цикъл на продукта.

2013), подходящ за големи производители на среди за разработка (например Microsoft); подходи за ускорено разработване и т.нар. „слято разработване” (Boyer et al. 2021); подход „Разработване с прототипи” като алтернатива на структурния/каскадния модел с цел намаление на ефекта от грешки в проектирането (Tanvir et al. 2017); подход „Разработване с участие на потребителя”, чрез който посредством съвкупност от техники и целенасочени действия се осигурява активното участие на потребителя във всички фази на процеса; подход „Разработване с мултиплициране”, който залага на използване на съществуващи софтуерни елементи (идеи, алгоритми, модели и най-често софтуерни компоненти) в нови софтуерни продукти; подход „Разработване на надежден софтуер” за разработване на софтуер с висока критичност, при който целта е минимизиране на дефекти чрез детайлни формални спецификации, проектиране с капсулиране (само необходимо за задачата), механизми за осигуряване на качество със систематична верификация и валидизация, стриктно тестване след тях, следене за опасни конструкции и др.

За нуждите на дигитализирани образователни и управленски процеси по-подробно по-горе са разгледани само по-важните подходи, които според нас са и по-подходящи за малки екипи.

6.2. Управление на софтуерни проекти

За да бъде моделът на дигитализираните образователни и управленски процеси успешен, трябва да се създаде организация за управление, която да го изпълнява и подобрява. Организирането се разглежда като ключово понятие в теорията на управлението. Организациите могат да се определят като „целенасочени социални образувания, проектирани като съзнателно структурирани и координирани системи от дейности, свързани с външната среда” (Daft 2020). Създадената организация на управление може да постигне дефинирана цел, която е над възможностите на един човек, чрез по-производителни методи – разделение на труда, по-машабни и съвременни технологии, икономии от разходите и др.

От тази гледна точка дигитализираните образователни и управленски процеси изпълняват специфични дейности и чрез резултатите от тях се постига целта. От своя страна структурата определя поведението на дигитализираните образователни и управленски процеси,

а то е от изключително значение, тъй като създава привързаност към общи цели и ценности и оказва влияние при свързване на служителите с външната среда, тъй като резултатът от дейността се извява извън организацията.

При работа с нови технологии много често вземането на решения е основно в условия на риск и неопределеност. Затова по-детайлното дефиниране на управленските функции може съществено да подобри работата, тъй като е възможно да се избегнат някои проблемни ситуации на по-ранен етап, което е и по-оптимално с оглед на цялостното функциониране на организацията в дългосрочен план.

При разработка на софтуер широко приложение намират методите на емпиризм и принципът на обратна връзка:

- процесите се движат на принципа на „тегленето” (известен и като Kanban);

- ръководителят присъства на място, сред служителите, където се създава продуктът;

- цели се винаги и всичко, което е възможно, да се тества и оценява, включително и оценка на служителите, което може да не е подходящо за началните етапи на функциониране на дигитализираните образователни и управленски процеси поради липса на време и ресурси;

- стратегическото управление е с процесен, а не с аналитичен подход – стратегията се формира от активна и гъвкава вътрешна среда¹⁵, постепенно, при взаимодействие с външната;

- експериментална адаптация чрез учене от опита вместо предварително дългосрочно прогнозиране.

Тези принципи надграждат класическите теории за управление в направление за работа в по-малки пазари, по-гъвкави модели продукти, при по-нестабилна външна среда. На тази база се създава моделът за учещата се организация – учене чрез опит и системни групи и процеси за усъвършенстване; модел на бенчмаркинг – сравнение с лидер в бранша; модел на двойния кръг – за получаване на обратна връзка от партньорите и конкурентите за промени в средата; модел на мрежата – външната среда е не само обобщено пазарът, а комплексна мрежа от взаимодействия с много организации в различни измерения; предлагане на решения на база малки постоянни групи, постоянно усъвършенстване.

¹⁵ Гъвкавата вътрешна среда е работна среда, която може лесно да се адаптира към външните (за организацията) условия.

Въз основа на тези постановки впоследствие се изгражда методологията Lean Production (стегнато производство) и през 90-те години на XX век – Lean Development (стегната разработка). Тя е адаптивна към промени, базирана на опита и интегритета на всички части от организацията, с високо качество и интегритет продукция (Poppendieck, Cusumano 2012).

Освен организационната структура съществен въпрос е и използваният механизъм за координация и управление на проекти. Разработката на софтуер по своите характеристики принадлежи към групата, наречена разработка на продукт (Product development). За разлика от обичайното производство в тази група се „произвежда“ проект за един продукт с определени изисквания и по-късно той се „размножава“ в производствена система, продава, дистрибутира и внедрява (Poppendieck 2011). Затова в разработката на софтуер се ползват методологии, базирани на общата рамка за разработка на продукт със съответната специализация, принципи, методи и инструменти на работа. Класическият модел е в четири етапа (Kahn 2012; Zassa, Dayan 2017):

1. Изработка на изисквания – действията, които продуктът трябва да извършва.

2. Проектиране на продукта – определяне на начините, по които продуктът изпълнява изискванията.

3. Реализиране на продукта – конструиране и тестване на продукта.

4. Комерсиализация – пускане, продажба, внедряване, сервиз.

Всеки етап има различни стъпки и инструменти, които се ползват. Най-рисков етап е този на изискванията, в който има различни подходи, според степента на неопределеност и вида на външната среда, от която се получават. При избора на методология следва да се имат предвид няколко критерия, специфични за дигитализираните образователни и управленски процеси:

1. Източник на изисквания – пазарни проучвания и обратна връзка от обучаеми и вече завършили обучаеми – интервюта, фокус група, образователен прототип и др.

2. Адаптивност към изисквания – да може да се адаптира към промени на изисквания, тъй като те не са изцяло ясни в началото, развиват се във времето и с обратната връзка от клиентите.

3. Адаптивност към времето – да може да се достави продукт

навреме. Нещо повече, ред методологии говорят за ползване на междинно готов минимално функциониращ продукт (MVP), с който да се работи.

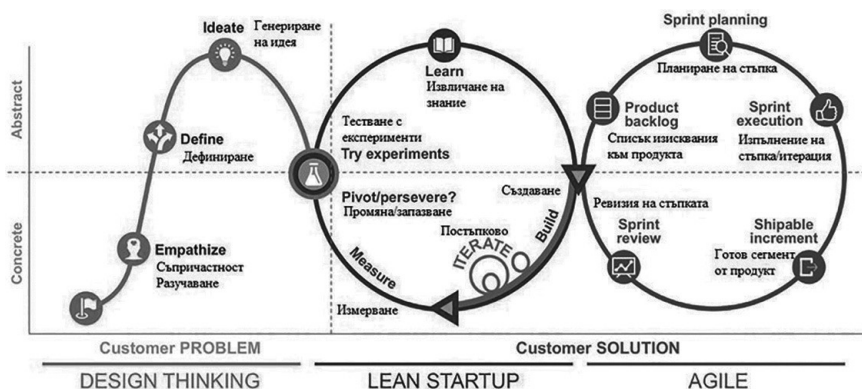
4. Подходяща за продукт и нужен екип – преценявайки по класификация за критерии цена на загуба и размер на екип.

Важен параметър, който трябва да се има предвид, е източникът на изисквания за продукта, тъй като това влияе на яснотата и променливостта на изискванията към продукта. Яснотата има значение – дали изискванията могат да се определят в началото, дори с риск от изменение в последствие, или са напълно неясни и постепенно добивани от опита. Яснотата е важен параметър, тъй като някои класически методологии като Stage-Gate model (Waterfall) са подходящи за стабилна среда с ясни и непроменливи изисквания.

Трети групи, основно от групата „стегната разработка”, са проектирани да работят в неяснота, излизане на пазара, променлива среда. Също така методологията и нейните практики трябва да са познати на участниците.

Другият важен елемент на дигитализираните образователни и управленски процеси, който в едни случаи предшества, а в други случаи се разработва паралелно с продукта, е разработка на бизнес модел. При така изложените ограничения има развити методологии за разработка на модел с пазарна валидация. В тях съществуват стъпки на откриване на проблем, решение, пазар, валидиране, корекция и др.

На фиг. 6.2 е показана примерна конструкция на процес, съчетаващ три етапа – изобретяване, разработка на бизнес модел и разработка на технологично решение. Във втория и третия етап се използват гъвкави методологии, те могат да бъдат последователни във времето, но по-удачно е да протичат паралелно. Фигурата е с посочени термини на английски и на български език. Кръговете изобразяват постъпкова разработка (с итерации) и връзка като данни и процеси. Възможна е повтораемост в един инструмент, обратна връзка и връщане назад в процеса, когато се установи, че дадена идея, изискване или хипотеза не могат да се изпълнят или не са подкрепени от тестове.



Фигура 6.2. Диаграма на процеса в Lean Startup, интегрирана с разработка на софтуер

Източник: Gartner, Inc <<https://medium.com/@SteveGlaveski/the-difference-between-design-thinking-lean-startup-and-agile-5cf07b117562>> (09.10.2020)

Практики за координация, които се ползват често в тези подходи и са често срещани в литературата и практиката, са обобщени в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Обобщение на практиките за координация, описани в теорията и често срещани в практиката (разработка на автора)

Практика за координация	Описание
Разделяне на проектни малки групи с ръководител	Продуктът се декомпозира на модули или части, всяка група се занимава с една част
Разделяне на разработката по време на стъпки (итерации)	Всяка добавя или изменя в продукта отчасти с всички дейности
Регулярни срещи за синхронизиране в екип	Планиране, ежедневна работа, край на етап или проект за обратна връзка
Прилагане на метод за „Управление на проект“	Задачи, ресурси, разпределение в екип и по време, вкл. отчети за екипно, стъпково, лично представяне, споделена проектна документация
Свързваща роля с „бизнес възложител“	Въвеждане на роля „бизнес аналитик“ със задача спецификация на изисквания
Свързваща роля „проектен мениджър“	Управлява всичко за проекта по избран метод за управление на проекта

Практика за координация	Описание
Свързващите роли са в екипа	Роли „бизнес аналитик“, „проектен мениджър“ и други са част от екипа и участват във всички срещи и решения на екипа
Координиране на решения с опции	При вземане на решение за взаимно зависими елементи винаги се предлага група опции за избор и се стиковат от двете страни
Синхронизиране на интерфейси	Разделяне на продукта по модули и екипи, а ръководители на отдели и архитекти координират „свързване на модулите“ да е ясно, устойчиво и малко изменчиво
Разработка на слоеве	Софтуерът се разработва на слоеве, така че системата да е устойчива на промени в един слой без нужда от корекции в друг (опакovanje на модули)
Информационни радиатори	Информацията за статуса на проект/продукт е достъпна за всички, чрез визуално онагледяване на прогреса на видно и леснодостъпно място
Информационни табла	Най-важните оперативни отчети са на видно място за всеки според правомощията и актуализирани постоянно
Работа по двойки	Двама специалисти работят по една задача
Работа в един офис един екип	За пряка хоризонтална комуникация
Ревю на код, взаимно одобрение	Първичен контрол на качеството чрез одобрение от колеги и контрол на спазването на стандарти на работа
Регулярна/автоматизирана интеграция на продукт	При всяка промяна или ежедневно от текуща работа продуктът се асемблира готов за тест
Регулярни/автоматизирани системи за тестване	Регулярна обратна връзка за качеството на продукта и нужда от корекции
Виртуален офис	Споделяне на информация в екипа независимо от работното място
Групи и срещи по технологии	За обмен на това какво се работи, как, какви проблеми има и технологичен обмен по функционален признак
Матрични структури	Специалистът е във функционален отдел, в който се развива професионално, но основно работи в проект с проектен ръководител

Практика за координация	Описание
Следване на стандартни процеси	Процесът е добре дефиниран и неговото изпълнение от всички участници осигурява взаимна координация
Отворени стандарти за технологии и решения	Ползват се публично достъпни и популярни стандарти, технологии, решения, инструменти, с цел икономия на развой, по-лесна интеграция на модулите, обучение

Съвременното разбиране за успешно управление утвърждава необходимост както от изграждане на добри бизнес процеси, така и на подходяща и ефективна софтуерна система. Софтуерната система помага на дигитализираните образователни и управленски процеси за въвеждане на нови форми за управление с по-висока ефективност и за оптимизиране на процеси. Тя трябва да предоставя информация за навременно, адекватно и ефективно вземане на решения. Удачно е да се направи обзор на целите ѝ и съвременните тенденции. От тази гледна точка информационното осигуряване има следните роли:

1. Предоставяне на информация за управлението на: софтуерен процес в рамките на софтуерен проект; софтуерния бизнес по функции и задачи.

2. Автоматизация по вземане на решения за управление: средства за подпомагане вземането на решения и автоматично вземане на решения от системата (например разпределение на работа и време по проект от разполагаемото и очаквано време).

Тенденциите при разработката, доработката и съответно прилагането на софтуерните системи са обусловени както от технологичните промени в хардуера и софтуера, така и от повишаващите се изисквания от страна на бизнеса. Основни направления за прилагане на софтуерни системи за управление на бизнеса според нас са: употреба на системи за управление на бизнеса (ERP) – те покриват много функции с настройваемост, цялостен поглед и възможност за оптимизиране на бизнес процеси; приложение на системи за връзка с клиентите (CRM) – за по-добро познаване на клиент, потребности, история, покупки, целеви маркетингови усилия; системи за управление на веригите за доставка (SCM) – ефективно и интегрирано управление (по тип бизнес) на процесите по

снабдяване, производство и дистрибуция; групова работа – екипа работи заедно, чрез системата съобразно отговорностите; централизация на данните и достъпа до системата (технология клиент - сървър); приложение на интернет технологии с възможна мобилна мрежова работа; бездокументални (с електронен вход/изход) информационни системи; електронни форми на бизнес и интеграция с основния бизнес софтуер; виртуализация на информационната система, достъп на екипа чрез виртуални методи и средства до информационната система (Илиев и др. 2010); автоматизация на управленски процеси чрез залагане на правила и политики; общи стандарти за формат и обмен на данни, отвореност/съвместимост на системи; използване на лесен за употреба и настройка потребителски интерфейс; възможности за индивидуализация чрез настройка; възможност за преизползване чрез директен програмен достъп (API / SOAP).

При работа по софтуерен проект всяка организация, включително и университет, е изправена пред труден избор на подходящи инструменти, които да се използват за управление във всички етапи на разработване на софтуера (от проектирането до внедряването).

В заключение могат да се добавят и други детайли, но по-важни са тенденциите, касаещи дигитализирането на образователни и управленски процеси.

ГЛАВА СЕДМА

МЕТОДИЧНИ ПРОБЛЕМИ, СВЪРЗАНИ С РАЗРАБОТКАТА НА СОФТУЕРНИ ПРОДУКТИ ЗА ДИГИТАЛИЗАЦИЯ НА ПРОЦЕСИ

7.1. Софтуерният продукт като компонент при дигитализацията

За понятието „софтуерни продукти” (software product) приемаме определението на IEEE – съвкупност от компютърни програми, процедури, правила и евентуално придружаваща документация, както и данни, отнасящи се до функционирането на една компютърна система (IEEE 1990). Дейността по дигитализиране на образователни и управленски процеси включва спецификация, разработка, внедряване, продажба, поддръжка на софтуер, както и услуги за него, но акцентът е върху производството и поддръжката. Дейността може да се класифицира като¹⁶:

- производство и продажба на собствени търговски продукти;
- собствени компоненти за влагане в продукти на други разрабoтчици;
- производство по възлагане от клиенти (външни възложители);
- индивидуални услуги¹⁷ за настройка, адаптация и внедряване на продукт;
- поддръжка на съществуващи и внедрени продукти от горните категории.

Всеки вариант има специфика по отношение на възложител, задание, финансиране, резултат, жизнен цикъл, повторяемост и т.н., а дейността на дигитализираните образователни и управленски процеси може да бъде смесица от различни варианти с различни продукти. Всеки един може да се реализира в един или серия проекти. Проектите, както е известно, имат за основни параметри обхват, качество,

¹⁶ Вариантите се използват под различни подварианти в софтуерната индустрия и някои автори ги делят на продукти и услуги. Има тенденции за преминаване в бизнес с продукти, предоставящи услуги (Ескенази, Манева 2006).

¹⁷ Има се предвид индивидуални услуги над/със съществуващ продукт. Други автори включват и други услуги (напр. продукт на външен клиент), но тук визираще услуги над съществуващ работещ продукт.

цена и време, които се определят в договор за разработка с външен клиент или задание за разработка на собствен продукт.

Софтуерният продукт за външен клиент е по възложен проект (от директен контакт, търг, надстройка на друг разработен продукт, експеримент, други). Често подобни проекти се поемат, за да се провери идея, да се съберат изисквания за продукт, да се изучи клиент с цел последваща повтораемост и стандартизация. Параметрите се определят в договор преди същинската работа по проекта. Обхватът и спецификацията се задават от клиента или се изготвят от аналитик.

Понякога обхватът на заданието не е дефиниран всеотраслено и изчерпателно в договора, тъй като при началните етапи негови части не могат да се дефинират изцяло или са описани без детайли. На база личен опит можем да твърдим, че нерядко клиентът желае да промени/допълни изисквания, когато види начина, по който действа софтуерът, или дадените изисквания не са адекватни. Нивото на качество се задава индивидуално за проекта (Janes et al. 2017; Desyatirikova et al. 2017; Khosravi, Nilashi 2018; Jain et al. 2019; Kaur 2020), като то може да е индивидуално уговорено или да е на базата на национален или международен стандарт. Времето за изпълнение на проекта може да е различно, но според нас обичайно е от една седмица до една година. По ограниченията за обхват, цена и време проектите могат да се разделят например на: фиксирани като обхват, цена и време; фиксирани, но с опцията за промени в изискванията за време и цена; променливи по обхват, време, цена на база изразходван ресурс.

Независимо от типа задължение на компанията е да изпълни проекта в договорен обхват, качество, време и бюджет. Въпреки че има типове с променливи параметри, в зависимост от клиента и случая, всеки тип проект има краен (възможно е и неизвестен в началото) финансов, времеви и психологически лимит (спрямо договора). Допълнително предимство на компанията може да бъде, ако тя работи освен за изпълнение на проект и за степен на удовлетворение или дори „очароване на клиента“ с решение, надвишаващо договореното¹⁸. Това е важно, ако разработваният продукт е ключов за клиента или ако има потенциал както за добра референция, така и за продукт, от който може да последват свързани поръчки за обновление и поддръжка, така и на отправна точка за нова пазарна ниша.

¹⁸ Целенасоченото надхвърляне на предварителните очаквания на клиента е известно в маркетинга като „очароване на клиента“ (customer delight).

Тук е необходима проникателна преценка за свързаните с това реална възможност и рискове.

Собствените софтуерни продукти са инициатива на компанията, която има отговорността за планиране, спецификация, изпълнение и финансиране. Изискванията са от вътрешен възложител (р-л продукт, маркетингови специалисти), но се допълват в различна форма с обратна връзка от потребители. Качеството и цената (бюджетът) се определят също от компанията според избраното позициониране на пазара и възможностите.

Собственият софтуерен продукт предлага по-големи възможности за печалба с мултипликация на продажбите, но е редно да се очаква повече динамика в изисквания, процес на разработка и параметри, повече предизвикателства. Последните включват избор на точна пазарна ниша и момент на пускане, адекватност към бъдещи потребителски потребности, технологии и стандарти за покриване, по-високи стандарти за качество, широк кръг потребители, съвместимост с различни среди, динамика в развитие на технологии, състезание с конкуренти за пускане на продукт, технологично остаряване, силен производител да заеме нишата със своя пакет, кратък период за пазарни продажби и др. В контраст с индивидуалния продукт собственият продукт изисква по-добра документация, повече поддръжка за краен потребител, както и вътрешна документация за поддръжка. Реализацията в проекти е обичайно в един начален по-голям проект за дефиниране на минимална версия и след това по-кратки за следващи версии.

Собственият софтуерен компонент е аналог на собствения софтуерен продукт. Компонентът е междинен продукт, готова „част“, включвана в софтуерни продукти. Обичайно потребителите им са професионалисти от бранша (разработчици, програмисти, дизайнери, проектанتي). От това следва, че документацията и поддръжката са ориентирани към професионалисти. Положителният ефект е продажба на специализиран пазар и възползване от пазарни ниши на други „производители“ на краен продукт. Детайли за компонентите са дадени по-долу.

Индивидуалните услуги са еднократно действие и услуга за определен клиент (външен възложител). Те са извън обсега на настоящето изследване. В някои случаи, когато услугата е по-сложна, те могат да се интерпретират като работа по проект на външен клиент.

Разликата е, че става дума за услуги по настройка, внедряване или интеграция на съществуващ продукт (собствен, от външен проект или на трета страна).

Поддръжката на продукт е обичайна за определени в договора срок и задължения. Тя може да е постоянна, с наблюдение, или поддръжка при заявен проблем от клиента. Отличителното е, че се работи регулярно по мониторинг или по оплаквания за дефекти. Може да включва и минимално усъвършенстване на продукт.

Често към процеса по поддръжка на софтуер се включва и процесът на съпровождане, но в зависимост от контекста на употреба на понятието между двата процеса може да има разлика. Според международните стандарти за жизнения цикъл на софтуерните системи поддържането включва дейности по осигуряване функционирането на системата¹⁹. От друга страна, според други автори: „съпровождането е процес на постоянно наблюдение върху работата на системата с цел разкриване на проблеми и своевременното им отстраняване“²⁰. При обявяване на обществени поръчки в нашата страна под „съпровождане“ се има предвид съпровождане на потребителите, т.е. обучение и подпомагане на персонала при усвояване на особеностите на работата с нова софтуерна система.

Можем да обобщим, че поддръжката е свързана с осигуряване на нормална работа на изграден и внедрен продукт, а съпровождането е свързано с внасяне на промени за коригиране на установени грешки, адаптация към нова среда, операционна система, хардуер, за подобрене на съществуващи и добавяне на нови функционални възможности. Много често значението на съпровождането се пренебрегва от специалистите по информационни технологии, тъй като те предпочитат да работят по създаването на нов софтуер (на база личен опит).

Според нас при съпровождането е подходящо да се добави регулярното наблюдение и документиране, които имат за цел да се проследява функционирането на продукта, установяването на нередности и описването на промените. Основни задачи са:

- изучаване на продукт, изготвяне на документация за поддръжка, обучение;

¹⁹ ISO/IEC/IEEE 15288:2015 Systems and software engineering - System life cycle processes.

²⁰ Пенева, П., Я. Александрова, М. Армянова. Бизнес информационни системи. Учебник за дистанционно обучение. Варна: Наука и икономика, 2013, с. 27.

- регулярно наблюдение на поддръжания софтуер;
- приемане на оплаквания от клиенти и комуникация с тях;
- анализ на проблемите, проектиране на измененията, програмиране и тестване;
- интегриране и системно тестване на продукта;
- описване на промените в експлоатационна и съпровождаща документация.

Поддръжката и съпровождането са трудоемки дейности, поради което са създадени множество средства за автоматизация като модулно и интеграционно тестване, управление на конфигурации, документиране, интегрирани и лесно адаптируеми среди за разработка и др.

Когато се разработва софтуерна система, следва да се подготви план за реализация. Съществен проблем е, че липсват достатъчно примери за подобни планове за реализация, които да се използват за по-бърза и безпроблемна работа.

7.2. Управление на разработката на софтуерни продукти

Разработката на софтуер е висок интелектуален труд по създаване²¹ на нов продукт. За разлика от стандартното производство, където продуктът е еднотипен, тук се оформя изцяло нов продукт. Динамиката на изисквания и технологии внася допълнителна сложност. Управлението на сложността и иновациите в продукта могат да се получат с подходящ екип специалисти, процес, среда и управление. В този смисъл се откроява важноста на управлението на човешките ресурси. Някои съществени характеристики на човешките ресурси при дигитализираните образователни и управленски процеси могат да се групират по следния начин²²:

- екип професионалисти, които ефективно създават иновативен и качествен продукт;
- необходимост от нови знания, умения и качества на специалистите;
- висок дял на разходите за човешки ресурси и тенденция за ръст на възнаграждения и мобилност.

²¹ Някои автори (Larman 2011) споменават дори изобретяване на нов продукт с процес на учене.

²² Цитираните групи и други допълнителни са дефинирани в DeMarco, Lister 2013.

Специфични изисквания към управлението по повод на мотивацията на човешките ресурси и важноста на първата група идва от търсения резултат – качествен, нов, продаваем продукт. Тук трябва да отчетем и ролята на обучението, което можем да разделим в три групи:

- за професионални умения, технологии и новости за конкретна среда;
- в адекватни подходи, методи, техники за усъвършенстване процеса на разработка;
- подобрене на работа чрез самообучение (обратна връзка и натрупване на опит).

Технологичното развитие на средствата за разработка, за автоматизация в програмиране и тестване изместват фокуса на дейности-те и уменията. Затова трябва да не просто програмисти, а съзидателни личности, готови на автономност, отговорност и постоянно обучение. Счита се, че, за да се работи успешно в бизнеса, трябва определена ценностна система и култура. Това поставя важния въпрос за подбора на екип. Например възможно е при типичната мотивационна структура, след постигане на безопасност, да следва ред на добрите връзки и поддържане на статуквото, т.е. липса на мотивация за поемане на риск, новаторство и акцент над качеството.

Важността на човешките ресурси се обуславя и поради финансови причини, тъй като те имат преобладаващ дял в разходите за краен продукт и тенденция към повишаваща се цена, и мобилност на професионалистите. Според едно изследване съотношението в производителност на труда между „най-добри“ и „най-слаби“ е 10:1, а най-значимо обстоятелство е с кого работиш в екип²³ (DeMarco, Lister 2013). Това налага по-голям акцент върху ефективното управление. Без да навлизаме в детайли, обръщаме внимание на областите, които са важни за всяка организационна и методическа промяна. На първо място е подбор и организационна култура. Следва усещане за лична сигурност, за да може комуникацията в екипа и процесът да вървят нормално с фокуса над работата.

Важно е мястото на мотивацията на екипа. Това е широкоспектърен процес с много условия (не само парични стимули). Същест-

²³ Изследването е от състезания. Показва, че най-добрите са 2 - 2,5 пъти по-добри от средното ниво, а минимално значение (в проценти) имат показатели като език за програмиране (от едно и също ниво), опит (над 6 месеца) и заплата. Допуснати дефекти и по-добра работна среда водят като тенденция до по-добро време/резултат.

вуват множество теории и модели за мотивация, а правилното им прилагане може да доведе до повишаване на производителността и организационното представяне. За дейността на компанията е важно и ефективното лидерство (Трейси 2011), което да насочва екипа и да взема крайните решения²⁴. Лидерът в екипа трябва да интегрира знание и разбиране за бизнес потребности, технологии и употребата им. Неправилно е той да е зает с административно управление на задачи и отделен от екипа (Икономи 2018; Даскал 2018). Можем да обобщим, че човешкият ресурс е елементът с най-голяма сложност за управление, но единственият, който може да допринесе за значими достижения в дигитализираните образователни и управленски процеси.

Както посочват редица автори (Duff 2013; Martin 2017; Jolselt 2019) обществото навлиза в ера, наречена информационно общество. Тя се характеризира с изравняване на ролята на информацията с другите ресурси, широк достъп на всеки член от обществото до информационни ресурси (без класифицираните), условия за по-пълноценно използване на човешките интелектуални способности. Това изисква информатизация на управлението на стопанските системи с цел въвеждане на нова форма за управление с по-висока ефективност и оптимизиране на процеси.

Успешното управление на всяка компания в днешно време зависи от софтуерната система. Тя трябва да предоставя информация за навременно, адекватно и ефективно вземане на решения. Изясняването на информационните потребности е необходимо за обхвата, очакван от софтуерната система, и задачите ѝ. За процеса на разработка е нужна информация за:

- вид, размер и статус на ресурсите на компанията – материални, финансови, човешки;
- продукти в процес на разработка²⁵, техните параметри и статус им;
- потребности от ресурси, време и разпределението им по проекти и етапи;
- изисквания към всеки продукт, документация, проектни варианти;

²⁴ Според Трасу (2015) основните качества на лидера са: визионерство/проницателност, почтеност, смелост, реализъм и отговорност.

²⁵ Планирани или възложени продукти, договорени проекти за разработка на продукти.

- състояние на продукта и реализация на изискванията в разработвания софтуер;
- статус на проекта и процеса, с който се изпълнява;
- представяне на екипа като цяло в проекта и индивидуално;
- разход на ресурси и време в проекта;
- изпълнение и реализация на продукта (и негови версии);
- обратна връзка от клиента и крайните потребители (ако са различни).

За поддръжката на продукти се изисква информация за:

- договорена поддръжка и данни за клиенти;
- оплаквания (заявки) на клиенти за проблеми и дефекти, статус;
- статус на заявките и направеното по тях, удовлетвореност на клиентите;
- методи/тестове за регулярно наблюдение, резултати и открити дефекти;
- екип – статус, отговорности по поддръжката и по заявки, представяне на екипа;
- разходи по поддръжката и отделни проблеми;
- съотношение на приход от продукт/поддръжка и разходи за тази дейност;
- внедряване на промени и нови версии, документация за потребител и поддръжка.

7.3. Прилагане на подходяща методология за разработка на софтуерни продукти

Съществуват различни методологии за разработка на софтуер, подходящи за дигитализиране на образователни и управленски процеси. Интерес представляват т.нар. „леки методологии”, които по същество са опростени и с ниско ниво на формализация и верификация.

Пример за методологии, които са и в същото време популярни сред специалисти, разработващи софтуер, са SCRUM (Fowler 2019) и XP (eXtreme Programming) (Larman 2011). Друга подходяща методология за разработка на нов софтуерен продукт е LSD (Lean Software Development) (Poppendieck, Cusumano 2012). Общото между тях е, че продуктът се изгражда постъпателно, по етапи (releases) и стъпки (iterations), като на всеки етап има реализация на частично завършен (преработен) продукт.

В процеса на работа планът може да се изменя (стъпката започва с планиране), но в рамките на една стъпка той е по-скоро фиксиран. Характерна е регулярната обратна връзка от клиента, работа в малки екипи, ревизия на направеното и процеса в края на всяка стъпка. Член на екипа има роля да следи за спазване на принципите, противичане на процеса и работа на екипа с клиента.

Отделните подходи изискват създаване на артефакти (елемент работа и документация, част от продукта и междинни резултати) и имат определена терминология. Жизненият цикъл на разработка се състои от начални етапи, стъпки на изграждане и етап на завършване/внедряване на продукта. Например за стегната разработка (Lean) етапите са: проучване, одобрение на проекта, предварително проектиране (архитектура), итерации за сегменти от продукта (всяка с проектиране, програмиране, тестване и верифициране с клиента) и завършва с внедряване.

Във всеки подход „потокът работа” трябва да се „определя от заявки на клиента” с акцент над ефективност и скорост. За целта може да се използват инструменти за обратна връзка с клиента, приоритети, наблягане на емпиризма, „ученето” в процеса на разработка и др. (Fowler 2018). Важен елемент са знанията, опитът и възприемчивостта на екипа към методологията, като на този етап се смята, че е много вероятно екипи от софтуерния бранш да познават някоя от така изброените методологии.

В англоезичната литература са развити различни специализирани методологии, производни на по-общии методологии за т.нар. „стегната работа“ (Lean Development). Интерес представлява адаптацията на общия подход „Стегната разработка”, която за нови разработки е наречена „Стегнато стартиране” (Lean Startup/Lean Launchpad) (Ries 2011). В този подход основната концепция е, че с определени принципи и инструменти екипът трябва да се концентрира над доставяне на „стойност” (в смисъла на удовлетворени ценни потребности) на потребителя във възможно най-кратко време и високо качество, което се постига чрез ефективен „поток на стойността” и постоянен цикъл на тестване, валидиране на хипотези, учене от опита и тестове. В методологията Lean Startup са вложени следните принципи и инструменти (Ries 2011; Maurya 2012; Blank 2013; Alvarez 2014):

1. Основен резултат е бизнес моделът, а не само новият продукт.
 - а. инструмент Lean Canvas – схема на бизнес модел на база

схемата на Остервалдер (Business Model Canvas) (Osterwalder, Pigneur 2010).

2. Фокус над създаващите стойност дейности.
 3. Интензивна обратна връзка от клиенти:
 - a. създава се минимално функциониращ продукт (MVP) (Duc et al. 2016);
 - b. регулярна обратна връзка от клиентите;
 - c. тестване на версии с група клиенти за валидация (Split or A/B Testing);
 - d. ползват се действени показатели (Actionable Metrics), водещи пряко до управленски решения;
 - e. структуриран процес за корекции в модела (Pivot).
 4. Опростен и повторям процес:
 - a. проблем и решение (Problem/Solution Fit) с цел намиране на MVP;
 - b. продукт и пазар (валидиране на бизнес модела) (Product/Market Fit);
 - c. разрастване (Scale).
 5. Кратки цикли итерации с три стъпки за създаване на артефакти:
 - a. създаване (Build) – създава се артефакт (MVP, модел и други) с хипотези;
 - b. тестване (Measure) – тест с показатели, обратна връзка от клиенти;
 - c. извличане на знание (Learn) – с тестване на хипотези се извлича знание.
 6. Ползване на методи за гъвкава разработка (Agile Engineering).
- Основна разлика между методите Lean Startup и Lean LaunchPad е в началната идея – базирана на технология или на клиентски проблем. В процеса има интеграция на изобретяване (Design Thinking), процес за лесно стартиране (Lean Startup) и гъвкава методология за разработка на софтуер²⁶.

²⁶ Т.нар. „гъвкава разработка“ използва „гъвкава методология“, най-общо казано представлява съвкупност от техники за управление разработката на софтуер, при които основната идея е, че разработката на софтуер е динамичен процес, при който дългосрочното планиране има ниска ефективност. В хода на работа по даден продукт е необходимо разработчиците постоянно да поддържат обратна връзка с клиента и непрекъснато да адаптират разработката си съобразно новопостъпващите изисквания.

Изброените модели на процеси са приложими и за технологични (софтуерни) иновации. Разликата е в набора от използвани инструменти за реализацията им и дали те могат да се използват изцяло. Нещо повече, възможно е етапите на лесно стартиране и гъвкава разработка да са паралелни и взаимно зависими (Mullins, Komisar 2013; Moran 2016), а именно – разработката на бизнес модел и продукт да текат паралелно, като между тях се обменя информация относно изисквания за продукта, разработен междинен продукт, тестове с продукта и клиенти, и корекция.

Разработени са и други модели на процеси със съответна прилика. Някои автори посочват инструмент „верига на иновационната стойност” и модел за управление на иновацията с 4 етапа – създаване на идея, избор на проект, разработка и комерсиализация (Robehmed 2013). Други автори представят различни модели за технологични иновации и създават интегриран модел на технологични иновации (ИМТИ). В него бизнес моделът е интегрална част от иновационния процес с основни елементи – маркетингов продукт, технологично решение и канал за продажби. ИМТИ има три фази (Русева 2015):

1. Генериране и избор на идея – резултатът е маркетингов продукт.

2. Валидиране и моделиране на бизнес идея – резултатът е бизнес модел.

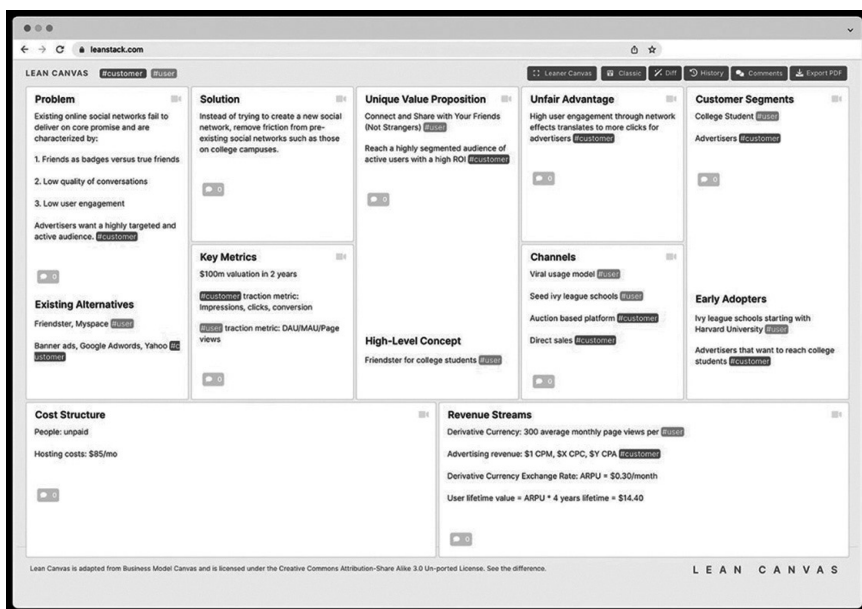
3. Технологично решение – създаване като минимално необходим продукт (MVP).

Според същия автор софтуерното решение е последен етап в процеса, защото поради високата скорост на развитие в бранша е невъзможно създаване на конкурентно предимство чрез технологично решение (Русева 2015).

Трети подход е бизнес моделите да се групират от друга гледна точка на модел за генериране на приходите (Croll 2013), канали за продажба (Maurya 2012; Blank 2013), индивидуализация на решението и др. Правим уточнението, че това е само един компонент на бизнес моделите. Например някои автори идентифицират основни елементи на бизнес модела (маркетингов продукт, технологично решение и канал за продажби) и предоставят класификация на бизнес модели по две скали – индивидуализация на решението и канали за продажба (Русева 2015).

Независимо от вида на модела по-важни са неговите конкретни

компоненти и подходящият начин да се определят, изпълнят, валидират. Възможно е да се ползват базови модели за описание на бизнес модели (Osterwalder, Pigneur 2010), бизнес планове, но за нови разработки е важно да се концентрира върху най-важното. От тази гледна точка в литературата има описани методи и инструменти за описание на модели. Например в съгласуваност с посочените методологии за разработка и принципите на стегната разработка някои автори описват инструмент за дефиниция, наречен схема за стегнато стартиране (виж фиг.7.1) за разработка на бизнес модел (Maurya 2012; Link 2016; Nidagundi, Novickis 2017).



Фигура 7.1. Схема за стегнато стартиране (Lean Canvas) за разработка

Източник: Leanstack <<https://leanstack.com/lean-canvas>> (23.08.2022)

Схемата за стегнато стартиране (Lean Canvas) за разработка на модел има 9 свързани елемента и се представя обичайно като схема на една страница. Базирана е на схемата за бизнес моделиране (Business Model Canvas), създадена от Alex Osterwalder (<https://www.alexosterwalder.com/>). Основните елементи на схемата са следните: проблем (problem), решение (solution), уникалната комбинация

от продукти и услуги, която има стойност за клиента (unique value proposition), нечестни предимства (unfair advantage), потребителски сегменти (customer segments), ключови метрики (key metrics), канали за дистрибуция (channels), структура на разходите (cost structure), източници на приходи (revenue streams). Предлага се и онлайн инструмент за нейното създаване – <https://leanstack.com/lean-canvas>.

В заключение може да се обобщи, че в настоящата точка се разглеждат основните проблеми, свързани с разработката на софтуерни продукти, като е обърнато внимание на особеностите на софтуерния продукт за външен клиент, собствените софтуерни продукти, собствения софтуерен компонент, индивидуалните услуги, поддръжката и съпровождането на продукт. Съществен проблем е, че липсват достатъчно примери за планове на реализация, които да се използват за по-бърза и безпроблемна работа. По-нататък са разгледани специфични въпроси, касаещи управлението на: човешките ресурси, финансовите ресурси и процеса на разработка. Изследвано е използването на различни методологии за разработка на софтуер, различни модели и процес на създаване на бизнес модел, представена е схемата за стегнато стартиране (Lean Canvas) за разработка на бизнес модел. Налага се изводът, че управлението на софтуерни проекти в дигитализираните образователни и управленски процеси е сложен процес, който има нужда от допълнително изследване.

Заклучение

Забелязва се тенденцията с увеличаване на темповете на дигитализация на образователните дейности да се увеличават и потребностите на университетите да съхраняват и обработват все по-големи обеми от данни. Това поставя редица организационни въпроси, свързани с това да се получи информация как е организирана тази дейност към момента и какви са възможните варианти за развитие.

При изграждане на собствен център за данни трябва да се отчита, че това е дългосрочен и сравнително скъп проект, затова е необходимо внимателно планиране, като се отчитат не само настоящите, но и бъдещите потребности. Необходимо е да се прецени и ефективността при отчитане на текущите и бъдещите потребности при разглеждане на различни варианти.

При планирането трябва да се отчита съществуващата инфраструктура, образователните потребности и какви технологии предстои да се използват. Детайлното познаване на параметрите на съществуващия център за данни и неговият капацитет или на настите услуги (в случай че липсва център за данни), които се използват, дава възможност да се прецени какви нови компоненти са необходими. Възможно е да се окаже, че и със съществуващите изчислителни ресурси могат да се задоволят текущите образователни и управленски потребности от обработка на данни чрез по-добро и оптимално организиране и преразпределяне на дейностите.

Необходим е всеобхватен процес на оценка на ситуацията, за да се обхванат не само технологичните въпроси, но и те да са в синхрон с образователните и управленските дейности на организацията. Поради тази причина е необходимо и да се проучат въпросите: какви обеми данни ще се обработват; откъде се получават данните; как ще се съхраняват; как ще се достъпват; кой ще използва данните и за какви цели.

Информацията, получена на етап проучване, може значително да подпомогне да се определят специфичните изисквания към нов център за данни и да се даде предварителна преценка за общата цена и време за изграждането му, както и евентуално подходящи места за разположението му и изисквания, които да се дадат на проектантите.

В съвършените помещения е необходимо да се предвидят механизми и оборудване за охлаждане на хардуера – сървъри, мрежово обо-

рудване и др., с цел да се поддържа денонощно и целогодишно подходяща температура, за да се предотврати прегряване на техниката.

Стандартните телекомуникационни/сървърни шкафове (ракове, ракли) са с перфорирани стени и врати, което предоставя добро пасивно охлаждане, само ако помещението, в което са разположени, е добре охладено и в него има предимно мрежово оборудване – рутери, суичове и др. подобни. При разполагане на натоварени с изчисления сървъри пасивното охлаждане не е достатъчно, за да отведе отделената топлина, и е необходимо да се използва активно охлаждане, при което вентилатори осигуряват по-голяма циркулация на въздуха между шкафа и околното пространство.

Съществуват различни показатели за измерване на ефективността на центрове за обработка на данни. Един от съществените показатели, утвърден в международни стандарти, е PUE (Power Usage Effectiveness – показател за ефективно използване на енергия). Показателят PUE показва връзката между общата консумирана ел. енергия и консумираната ел. енергия от ИТ оборудването. Поради това той може да послужи при проектирането на енергоефективни архитектури за ел. захранване и охлаждане, при разполагането на конкретно оборудване в рамките на тези архитектури, както и при следене на оперативната работа на това оборудване.

Някои разработки предлагат ИТ оборудването да се потопява в охлаждаща течност (например минерално масло), като по този начин отпада необходимостта от използване на вентилатори за активна циркулация на въздуха, която се налага, тъй като въздухът има над 20 пъти по-нисък коефициент на топлопредаване спрямо маслото.

Хардуерните въпроси са неотменна част и заемат важно място при дигитализация не само на образователните, но и на всички процеси. Това на практика е инфраструктурата, на базата на която дигитализираните процеси могат ефективно да функционират. Ефективното охлаждане и енергийната ефективност като цяло също трябва да заемат съществено място при създаването на собствени центрове за данни.

Дигитализацията се утвърждава като една от основните тенденции, които ще продължават да променят обществото и бизнеса в близко и в далечно бъдеще. Потенциалните ползи са многобройни – чрез дигитализиране на процеси, боравещи с големи количества данни, е възможно да се съкрати многократно времето за събиране на

информацията, за нейното обработване, както и за вземане на решение, базирано на нея. В допълнение, използването на софтуер вместо хартия дава възможност за автоматизиране на събирането на данни и подобряване на тяхното качество. Това дава възможност за извършване на анализи в реално време, намаляване на риска, повишаване на приходите, намаляване на разходите и т.н.

Изследването на спецификите на даден процес изисква неговото точно дефиниране. В научната литература и интернет пространството могат да бъдат открити редица термини, свързани с изследваната област, но най-разпространените са дигитализация (digitalization) и дигитална трансформация (digital transformation). За да бъде възможно използването на софтуер, е необходимо данните, с които борава, да бъдат записани в дигитален формат. В зависимост от източника на тези данни може да се наложи използване на различни технологии – ръчно въвеждане, сканиране на снимки, пренос от VHS и конвертиране на сигнала, софтуер за разпознаване на написан текст и т.н. Процесът на превръщане на данните от аналогов в дигитален формат в англоезичната литература се нарича digitization. В публикациите на български език този термин няма самостоятелен превод и често се превежда грешно като дигитализация. Дигитализацията обаче включва значително по-широк кръг дейности отколкото изцяло технологичното преобразуване на данни от един формат в друг, който е компютърно четим.

Терминът „дигитална трансформация“ е добил голяма популярност в интернет пространството. В ненаучната литература могат да бъдат открити различни дефиниции на термина, но в това изследване (както е прието и в голяма част от научната литература) термините „дигитализация“ и „дигитална трансформация“ се използват като взаимнозаменяеми.

Данните имат съществена роля в дейността на всяка организация. Те могат да съществуват в аналогов или в дигитален вид. Следствие на тяхното записване в дигитален вид и последващата обработка е възможно те да бъдат използвани в софтуерните решения. С увеличаването на обема на данните, техните източници и формати, се увеличава и необходимостта от приемане на редица действия – технологични и организационни, които да гарантират използваемостта и правилността на данните. Като първа стъпка обаче е необходимо да

се идентифицира необходимостта от събиране на данни в университета, да се идентифицират източниците им и да се намери подходящ начин за тяхното дигитализиране.

Технологиите са основният двигател на дигиталната трансформация. Някои технологични решения са добре познати, безплатни и широко използвани (например Moodle, електронна поща и др.), други са платени и без аналог (например КЕП), трети могат да бъдат разработени специално за нуждите на университета (например студентски портал за достъп до оценки и студентско състояние). Като най-сериозно предизвикателство за висока стойност на този измерител е не толкова наличието на технология, а свързаността на използваните софтуерни системи в целия процес.

На най-ниско ниво могат да бъдат сложени организации, в които няма връзка между използваните софтуерни решения. На следващото стъпало са случаи, в които някои системи са свързани, но това води до много затруднения при използване на останалите. При добре дигитализираните организации повечето системи са свързани, но все още има проблеми с липса на интеграция. На най-високо ниво са организации, в които всички системи са свързани и всички данни се обменят между тях без допълнителна намеса.

Готовността на ръководството е един от най-важните компоненти за постигане на високо ниво на дигитализация, за да реализира промени в начина на работа, да реструктурира бизнес процеси и да използва дигитални решения в процеса на управление. Всяка от тези дейности може да се окаже значително по-трудна отколкото при частния сектор поради спецификата на държавните организации, както от гледна точка на вътрешните разпоредби за управление, така и от законови изисквания.

Високото ниво на дигитална зрялост предполага високо ниво на дигитална компетентност за служителите, участващи в процеса на цифрова трансформация. Успешното прилагане на стратегията предполага готовност на персонала и осъзнаване на предстоящите промени. Ангажираност, мотивация и участие на хората в стратегически промени в рамките на една организация е ключът към успеха в процеса на дигитализация. Често срещан проблем е липсата на подготовка в персонала, което води до нежелание за начало на процес по дигитализация и/или до невъзможност да се използват вече реализирани софтуерни решения.

Дигитализацията на процеса води до редица промени както в организацията на работа в университета, така и за студентите. Висшите училища поддържат главна книга и книга за регистриране на издаваните дипломи за висше образование съгласно наредба за държавните изисквания към съдържанието на основните документи, издавани от висшите училища. Същата задава и изисквания към съдържанието на главните книги и начините на воденето им.

Цел на проучването в трета глава е използваемостта на дигиталните ресурси в платформа за е-обучение. Като пример е взет един от курсовете в университетската платформа eLearn – „Информационна логистика“ за студенти магистри „Логистичен мениджмънт“, дистанционна форма на обучение. Учебният курс включва учебни материали, групирани по теми, споделена Google таблица с точки и оценки, задания, основна и допълнителна литература, тест.

Данните за активността са експортирани към Excel. Приложени са ETL процедури. Направени са някои изчисления и групиране на данни. Използвани са статистически методи – едномерни разпределения, корелационен анализ. Основните допускания на проучването са свързани с откриването на връзки и зависимости в поведението на потребителите на eLearn.

В резултат на проведения анализ могат да се направят следните обобщения. Някои студенти сравнително често използват eLearn, а други студенти – по-рядко. Има хора, които разглеждат всичко в курса, други – само са се логнали. В ресурсите за самостоятелна работа (тип „задание“) обикновено се качват 1 или 2 файла. Хората, които са разгледали ресурси от тип URL, обикновено са разгледали и ресурсите от тип „файл“. Хората, които често преглеждат ресурси от тип URL или файл, са тези, които най-често качват задания в eLearn. При провеждане на факторен анализ са идентифицирани 3 групи студенти. Първо, студенти, които разглеждат сравнително многократно ресурси от тип URL и сравнително по-рядко ресурсите от тип „файл“. Второ, студенти, които разглеждат сравнително по-рядко ресурсите от тип URL и сравнително многократно ресурсите от тип „файл“. Трето, студенти, които разглеждат сравнително по-рядко ресурсите от тип URL и сравнително по-рядко ресурсите от тип „файл“. Бъдещи изследвания могат да се проведат с други масиви от данни от други курсове.

В глава четвърта са разгледани добри дигитализационни практики при използваемост на студентския портал Webstudent в Икономически университет – Варна. Дигитализацията в университетите е процес, към който имат отношение много и различни заинтересовани страни. Уменията за работа с дигитални технологии стават все по-актуални във всеки контекст, особено на работното място, следователно една от основните цели на университетите е подготовката на бъдещи професионалисти, които да могат да се справят с проблеми и да търсят решения на база на своята дигитална компетентност.

Подготовката на тези умения започва още от училищата, където през последните години в България са направени сериозни инвестиции за дигитализация от страна на МОН. Централизирането на системата на средното образование позволява да се разработят софтуерни решения, които да се използват от всички училища и по този начин ги превръща в де факто стандарт. Като резултат завършващите ученици вече имат опит в използването на разнообразни дигитални технологии както в учебния процес, така и за осъществяване на връзка с администрацията на училищата.

Системата WebStudent е разработена на база архитектурата модел-изглед-контролер. MVC (model-view-controller) е архитектурен шаблон създаден за десктоп приложения, който е приложен за уеб чрез различни работни рамки в т.ч. CodeIgniter, Symfony, Laravel, CakePHP, Zend Framework и др. Основната цел, подобно на трислойната архитектура, е разделяне на презентацията от логиката на приложението. Моделите представят обектите, за които се отнася приложението, налагат ограничения върху данните и комуникират с базата от данни. Изгледите създават потребителския интерфейс, съдържат предимно HTML и CSS код и често използват специфичен синтаксис (или система за шаблони). Контролерът е свързващото звено между изгледа и модела. Там е записан кодът, който приема потребителския вход и чрез модела обновява базата от данни, а след това приема новите данни от модела и ги изпраща на изгледа. За провеждане на експеримента е създадена допълнителна функционалност в контролера, която да записва информация за текущия потребител, тя включва посетенa страница, точен час на действието (Unix times), специалност, възраст и пол. За да се анонимизират данните, е създаден допълнителен интерфейс, който да ги експортира.

В глава пета е разгледано възстановяване на работата на дигитализирани процеси след срив. Хардуерните дефекти на сървъри и десктоп компютри са често срещан проблем, който засяга всички организации. Липсата на достъп до информационната система или загубата на важни данни може да доведе до големи проблеми в образователните и управленските дейности, прекъсвания на работата и значителни разходи за ремонт.

Възможните причини за повреда в хардуера могат да бъдат от различно естество и познаването на причините за хардуерните дефекти може да намали ефекта от проблемите още преди да се развият, като се избегне или намали времето за престой. При планирането е необходимо да се състави план за действие при извънредни ситуации в случай на хардуерни дефекти.

При наличие на хардуерен дефект първата стъпка за решаване на проблема е да се определи как и защо се е появил дефектът, като се идентифицира компонентът, който стои в основата на самия дефект, и причината за това. Едновременно с установяването на основната причина, може да се премине към използване на резервен сървър, докато не се отстрани повредата на основния хардуер, както и причините, довели до дефектирането, доколкото това е възможно.

Архивната памет може да се използва при обработката на големи данни в случай, когато потокът от големи данни е по-голям от възможностите и потребностите за оперативната им обработка. В този случай данните могат да се архивират и когато в последствие се появи възможност или потребност да се обработят, тогава да се заредят в системата и да се приложат съответните обработки.

Друг вариант за използване на архивната памет е в случаи, когато големи по обем данни вече са обработени и не са оперативно необходими след някакъв момент от време. В този случай, с цел да се освободят системни ресурси, вече обработените данни може да се архивират, вместо да се изтрият (унищожат), като по този начин се запазва възможността за повторна бъдеща обработка на същите данните. Тази бъдеща обработка може да е с цел проверка или с цел обработка с нови алгоритми при търсене на нови зависимости, тенденции и т.н.

В теорията е прието, че архивната памет представлява външна памет, в която данните се използват сравнително рядко. В нея обик-

новено се съхраняват резервни копия на важни данни и програми, които да се възстановят в случай на повреда на някое друго устройство или носител. Като архивна памет най-често се използват устройства, които могат да работят със сменяеми носители – магнитни ленти, оптични устройства, а в последните години устройства като флаш памети, външни твърди дискове и външни полупроводникови устройства. Възможно е да се използват и облачни услуги или комбинация от различни подходи с цел допълнително резервиране.

Независимо от качеството на компонентите, които се използват в инфраструктурата за дигитализация, е възможна появата на технически дефекти, които да прекъснат нормалното изпълнение на процесите. Поради това въпросите, свързани с архивиране на данните и предварителното обмисляне на стратегията за възстановяване на данните и нормалната работа на процесите след срыв, не трябва да се подценяват и би следвало да заемат важно място при планиране и изпълнение на дейностите по дигитализация.

В глава шеста са разгледани подходи за управление при разработката на софтуер за дигитализация на процеси. Структурата на софтуерната система се представя като йерархия от модули с техните свойства – вход и изход, функция, механизъм за реализация на функция, вътрешни данни. В следващите фази продуктът се кодира, тества и внедрява. Вариант на структурираните подходи е каскадният модел на жизнения цикъл, който има възможност за връщане в предходен етап за корекции. Подходът е приложим за силно структурирани проекти в области с устойчиви изисквания. Като основен недостатък може да се посочи растящата цена за корекция на грешки в предходна фаза, голямото натоварване на екипа при тестване и ниската адаптивност спрямо т.нар. гъвкави подходи.

Друг често използван подход в практиката е обектноориентираният подход, който е пряко свързан с еволюцията на обектноориентираното проектиране и програмиране. При него системата се разглежда като съставена от обекти (групирани по тип като класове) с тяхното статично състояние и поведение в динамика. Разработваната система се описва чрез обектноориентирани модели. При обектноориентирания подход специфични дейности са: анализ, проектиране, програмиране и тестване. В резултат се моделират статични и динамични характеристики на системата чрез система от класове и обекти с тяхната структура, връзки и поведение.

Проектирането на продукта е на две нива – системно (външно, за софтуерната архитектура, подсистеми, потребителски интерфейс и логическа структура данни) и обектно (вътрешно, за класове, обекти, интерфейсно описание, операции и взаимодействия между тях). След като проектът е готов, следва програмиране на обектноориентиран език за програмиране. Тестването се извършва по класове (модулно) и тестване на група класове (интеграционно). Ключово в подхода е създаването на обектноориентирани модели (архитектурно центрирани), които се описват на език за моделиране. За целта може да се използва UML, който е отворен за разширение към други системи.

Гъвките подходи са вид подходи, широко прилагани в съвременната практика. При малки проекти често има предизвикателства за кратки срокове, конкурентна цена и променливи изисквания, кратен технологичен и пазарен живот на продуктите. Подходите за ускорена разработка, в които влизат и гъвкави подходи, се появяват през 90-те години на миналия век след установяване на слаба ефикасност и ниски резултати при класически прецизно дефинирани и напълно управляеми процеси на разработване, при усъвършенстването на продуктите с повече функции и опции, увеличаване на конкуренцията и повишаване на изискванията за качество. В този смисъл гъвките подходи са предназначени да отговорят на съвременните изисквания за разработка на софтуер и нови продукти, приложения с богат интерфейс, в интернет и мобилна среда, електронни форми на бизнес и т.н. Аналогия има с проектирането на нови фабрични продукти, където се налагат при дизайна и разработката.

Подходът SCRUM (Systematic Customer Resolution Unraveling Meeting) е създаден като опростен подход, подходящ за различни видове проекти. Най-характерното за него са т.нар. „ценности”: ангажираност с цели, отговорност и автономност за изпълнение, фокус на екипа, отвореност и прозрачност на проект, екипна отговорност, уважение, кураж и доверие на ръководството. Подходът е гъвкав, при което самият екип избира нивото (минимално възможно). Счита се, че оптимални резултати се получават, когато размерът на един екип е до седем човека и работи в общо помещение.

Множество екипи могат да работят по един софтуерен проект и представителите им да осъществяват ежедневни срещи. Състои се от четири фази – планиране, организиране (staging), разработка

и пускане (release). Във фаза „планиране” се установява визията, очакванията, подсигурява се финансиране, определят се и се оценяват изисквания (Product Backlog items). Във фаза „организиране” се идентифицират изискванията, подбират се приоритети за първа итерация и се подготвят архитектура и прототипи. Във фаза „разработка” се изгражда системата в серия от 30-дневни итерации (sprints). Клиентът работи с екипа и дава списъка с изисквания и приоритета им, а програмистите работят по изисквания в списъка за итерация (Sprint Log) по приоритет.

За да бъде моделът на дигитализираните образователни и управленски процеси успешен, трябва да се създаде организация за управление, която да го изпълнява и подобрява. Организирането се разглежда като ключово понятие в теорията на управлението. Създадената организация на управление може да постигне дефинирана цел, която е над възможностите на един човек, чрез по-производителни методи – разделение на труда, по-мащабни и съвременни технологии, икономии от разходите и др.

От тази гледна точка дигитализираните образователни и управленски процеси изпълняват специфични дейности и чрез резултатите от тях се постига набелязаната целта. От своя страна, структурата определя поведението на дигитализираните образователни и управленски процеси, а то е от изключително значение, тъй като създава привързаност към общи цели и ценности и оказва влияние при свързване на служителите с външната среда, тъй като резултатът от дейността се изявява извън организацията.

При работа с нови технологии много често вземането на решения е основно в условия на риск и неопределеност. Затова по-детайлното дефиниране на управленските функции може съществено да подобри работата, тъй като е възможно да се избегнат някои проблемни ситуации на по-ранен етап, което е и по-оптимално с оглед цялостното функциониране на организацията в дългосрочен план.

Съвременното разбиране за успешно управление утвърждава необходимост както от изграждане на добри бизнес процеси, така и на подходяща и ефективна софтуерна система. Софтуерната система помага на дигитализираните образователни и управленски процеси за въвеждане на нови форми за управление с по-висока ефективност и за оптимизиране на процеси. Тя трябва да предоставя информация за навременно, адекватно и ефективно вземане на решения.

В глава седма се третираат някои методични проблеми, свързани с разработката на софтуерни продукти за дигитализация на процеси. Понякога обхватът на софтуерното задание за дигитализация на процес не е дефинирано всеобхватно и изчерпателно, тъй като при началните етапи негови части не могат да се дефинират изцяло или са описани без детайли. На база опита можем да твърдим, че нерядко клиентът желае да промени/допълни изисквания, когато види начина, по който действа софтуерът, или дадените изисквания не са адекватни.

Поддръжката на продукт е обичайна за определени в договора срок и задължения. Тя може да е постоянна, с наблюдение или поддръжка при заявен проблем от клиента. Отличителното е, че се работи регулярно по мониторинг или по оплаквания за дефекти. Може да включва и минимално усъвършенстване на продукт.

Често към процеса по поддръжка на софтуер се включва и процесът на съпровождане, но в зависимост от контекста на употреба на понятието между двата процеса може да има разлика. Според международните стандарти за жизнения цикъл на софтуерните системи поддържането включва дейности по осигуряване функционирането на системата. От друга страна, според други автори: „съпровождането е процес на постоянно наблюдение върху работата на системата с цел разкриване на проблеми и своевременното им отстраняване“. При обявяване на обществени поръчки в нашата страна под „съпровождане“ се има предвид съпровождане на потребителите, т.е. обучение и подпомагане на персонала при усвояване на особеностите на работата с нова софтуерна система. Много често значението на съпровождането се пренебрегва от специалистите по информационни технологии, тъй като те предпочитат да работят по създаването на нов софтуер.

Технологичното развитие на средствата за разработка – автоматизация при програмиране и тестване, измества фокуса на дейности и уменията. Затова трябва не просто програмисти, а съзидателни личности, готови на автономност, отговорност и постоянно обучение. Счита се, че за да се работи успешно в бизнеса, трябва да се изгради определена ценностна система и култура. Това поставя важния въпрос за подбора на екип. Например възможно е при типичната мотивационна структура, след постигане на безопасност, да следва ред на добрите връзки и поддържане на статуквото, т.е. липса на мотивация

за поемане на риск, новаторство и акцент над качеството.

Важността на човешките ресурси се обуславя и поради финансови причини, тъй като те имат преобладаващ дял в разходите за краен продукт и тенденцията към повишаваща се цена, както и мобилността на специалистите.

Проучването на различни аспекти на дигитализацията в настоящия труд може да имат важно значение за оптимизиране в практиката на процесите по управление и образователните услуги в университетска среда.

Използвана литература

1. Даскал, Л. (2018). 7 стратегически умения за по-ефективно лидерство. // Мениджър. <<https://manager.bg/liderstvo/trayna-7-nachina-da-bdete-po-efektivni-lideri>> [23.08.2022].
2. Икономи, П. (2018). Тайните на ефективното лидерство. // Мениджър. <<https://manager.bg/liderstvo/trayna-taynite-na-efektivnoto-liderstvo>> [23.08.2022].
3. Илиев, П., Сълов, В., Петров, П. (2010). Виртуални системи. Монографична библиотека „Цани Калянджиев“. Варна: Наука и икономика.
4. Русева, Р. (2015). Моделиране на технологични иновации. Интегриран подход за моделиране на технологични иновации, дисертация. СУ, ФМИ, <https://fmi.uni-sofia.bg/sites/default/files/dissertation_work_of_phd/radostina_ruseva_phd_thesis_final_print_for_pdf.pdf> [10.10.2018].
5. Сълов, В. (2014). Производителност и ефективност на компютърните системи. Варна: Наука и икономика.
6. Сълов, В. и др. (2019). Информатика. Варна: Наука и икономика.
7. Трейси, Б. (2011) Ефективното лидерство. София: Скорпио.
8. Abbas, N., Gravell, A. M., Wills, G. B. (2008). Historical roots of agile methods: Where did „Agile thinking” come from? // International conference on agile processes and extreme programming in software engineering. Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 94–103.
9. Aesaert, K., van Braak, J., Van Nijlen, D., Vanderlinde, R. (2015). Primary school pupils' ICTcompetences: Extensive model and scale development. // Computers & Education, 81, pp. 326–334.
10. Aleksandrova, Y., Parusheva, S. (2019). Social media usage patterns in higher education institutions - An empirical study. // International Journal of Emerging Technologies in Learning, 14(5), pp. 108–121, <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i05.9720>.

11. Alvarez, C. (2017). Lean customer development: Building products your customers will buy. O'Reilly.
12. Ana-Maria Ramona, S., Marian Pompiliu, C., Stoyanova, M. (2020). Data Mining Algorithms for Knowledge Extraction. // Challenges and Opportunities to De-velop Organizations Through Creativity, Technology and Ethics (pp. 349–357). https://doi.org/10.1007/978-3-030-43449-6_20
13. ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1: Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings, 2019, <<https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-90-1>>
14. Anwar A. (2014). A review of RUP: Rational unified process. // International Journal of Software Engineering (IJSE), 5 (2), pp. 8–24.
15. Armyanova, M. (2019). Design patterns for smart home systems development. // Известия на съюза на учените – Варна. Серия Икономически науки, 8 (2), pp. 56–67.
16. Armyanova, M. (2020). Applying patterns to e-government. // Известия на съюза на учените – Варна. Серия Икономически науки, 9(1), pp. 156–167.
17. ASHRAE TC9.9 Data Center Power Equipment Thermal Guidelines and Best Practices, 2016, <https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/bookstore/ashrae_tc0909_power_white_paper_22_june_2016_revised.pdf>
18. Aslanova, I.V., Kulichkina, A.I. (2020). Digital Maturity: Definition and Model. 10.2991/aebmr.k.200502.073.
19. Avelar, V., Azevedo, D., French, A., Power, E. N. (2012). PUE: a comprehensive examination of the metric. The Green Grid, White paper № 49.
20. Bankov, B. (2020). Game design principles in enterprise web applications. 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference Proceedings SGEM 2020. // Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing, 20, pp. 161–168. <https://doi.org/10.5593/sgem2020/2.1/s07.021>

21. Bass, J. M., Haxby, A. (2019). Tailoring product ownership in large-scale agile projects: managing scale, distance, and governance. // *IEEE Software*, 36(2), pp. 58–63.
22. Blank, S. (2013). *The Four Steps to the Epiphany*. K&S Ranch Publishing.
23. Blau, I., Shamir-Inbal, T. (2017). Digital competences and long-term ICT integration in school culture: The perspective of elementary school leaders. // *Education and Information Technologies*, 22(3), pp. 769–787.
24. Bloomberg, Jason. (2018). Digitization, Digitalization, And Digital Transformation: Confuse Them At Your Peril (<https://www.forbes.com/sites/jasonbloomberg/2018/04/29/digitization-digitalization-and-digital-transformation-confuse-them-at-your-peril/?sh=44dcf52f2c7f>)
25. Booch, G. (2018). The history of software engineering. // *IEEE Software*, 35(5), pp. 108–114.
26. Boyer, S., Sharp, J., Matthews, A., Stollery, P. (2021). Fusion development approach to building apps using Power Apps. Microsoft. Ebook: <<https://docs.microsoft.com/en-us/powerapps/guidance/fusion-dev-ebook/>> [11.11.2021].
27. Capozzoli, A., Primiceri, G. (2015). Cooling systems in data centers: state of art and emerging technologies. // *Energy Procedia*, 83, pp. 484–493. <<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.12.168>>
28. Carver, L. B. (2016). Teacher Perception of Barriers and Benefits in K-12 Technology Usage. // *Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET*, 15, pp. 110–116.
29. Clarke, P., O'Connor, R., Yilmaz, M. (2018). In search of the origins and enduring impact of agile software development. // *Proceedings of the 2018 International Conference on Software and System Process*, pp.142–146.
30. Conboy, K., Carroll, N. (2019). Implementing large-scale agile frameworks: challenges and recommendations. // *IEEE Software*, 36(2), pp. 44–50.

31. Cristescu, M. P. (2019). Specific aspects of the optimization of the reengineering processes of the distributed information applications. International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 19(2.1), pp. 627–636, <https://doi.org/10.5593/sgem2019/2.1/s07.082>
32. Croll, A., Yoskovitz, B. (2013). Lean Analytics. O'Reilly Media.
33. Curiel, S. (2020). The Future of Magnetic Tape Technology. <<https://www.novastor.com/blog/the-future-of-magnetic-tape-technology>>
34. Curtis, G., Cobham, D. (2008). Business information systems: Analysis, design and practice. Pearson Education.
35. Daft, R. (2020) Organization theory & design. Cengage learning.
36. Deepika, T., Prakash, P. (2020). Power consumption prediction in cloud data center using machine learning. // Int. J. Electr. Comput. Eng. (IJECE), 10(2), pp.1524–1532.
37. DeMarco, T., Lister, T. (2013) Peopleware: productive projects and teams. Addison-Wesley.
38. Desyatirikova, E., Belousov, V., Zolotarev, V., Lavlinskaia, O. (2017). Design process of software quality management. // 2017 International Conference Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&QM&IS). IEEE. pp. 496–499.
39. Dockins, K. (2017). Design Patterns in PHP and Laravel. Apress Berkeley
40. Dogaru, V., Brandas, C., Cristescu, M. (2019). An urban system optimization model based on CO2 sequestration index: A big data analytics approach. // Sustainability (Switzerland), 11(18), 4821. <https://doi.org/10.3390/su11184821>
41. Duc, A., Abrahamsson, P. (2016). Minimum viable product or multiple facet product? The role of MVP in software startups. // International Conference on Agile Software Development. Springer. pp.118–130.
42. Duff, A. (2013). Information society studies. Routledge.

43. Dwivedi, R., Rohilla, V. (2017). Empowering Agile Method Feature-Driven Development by Extending It in RUP Shell. // *Advances in Computer and Computational Sciences*. Springer, pp.729–739.
44. E. Henriette, F. Mondher, I. Boughzala. (2015). The Shape of Digital Transformation: A Systematic Literature Review. // *Ninth Mediterranean Conference on Information Systems (MCIS)*. Samos, Greece
45. Evans, T. (2012). The Different Technologies for Cooling Data Centers. White Paper 59. <https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=SPD_VAVR-5UDTU5_EN>
46. Farid, A. B., Helmy, Y. M., Bahloul, M. M. (2017). Enhancing lean software development by using DevOps practices. // *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 8(7), pp. 267–277.
47. Fowler M. (2019). Agile Software Guide. <<https://martinfowler.com/agile.html>> [10.12.2020].
48. Freeman, A. (2012) The MVC Pattern. // *Pro ASP.NET MVC 4*. Apress, Berkeley, https://doi.org/10.1007/978-1-4302-4237-6_3
49. Gren, L., Goldman, A., Jacobsson, C. (2020). Agile ways of working: a team maturity perspective. // *Journal of Software: Evolution and Process*, 32(6), e2244.
50. Håkansson Lindqvist, M. (2015). Gaining and sustaining TEL in a 1:1 laptop initiative: Possibilities and challenges for teachers and students. // *Computers in the Schools*, 32(1), pp. 35–62.
51. Hanssen, G. K. (2011). Agile software product line engineering: enabling factors. // *Software: Practice and Experience*, 41(8), pp. 883–897.
52. Hatlevik, O. E., Christophersen, K.-A. (2013). Digital competence at the beginning of upper secondary school: Identifying factors explaining digital inclusion. // *Computers & Education*, 63, pp. 240–247.
53. Hepisuthar, M. (2021). Comparative Analysis Study on SSD, HDD, and SSHD. // *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 12(3), pp. 3635–3641.

54. Highsmith, J. (2013). Adaptive software development: a collaborative approach to managing complex systems. Addison-Wesley.
55. Hirsch-Kreinsen H (2016). Digitization of industrial work: development paths and prospects. // J Labour Market Res 49, pp. 1–14. <https://doi.org/10.1007/s12651-016-0200-6>
56. Huang, T., Zhai, T., Zhang, X., Di, X. (2021). Electric Power-grid Friendly Characteristic Data Center Energy Consumption Optimization Method. // Journal of Physics: Conference Series (Vol. 2095, № 1, p. 012026). IOP Publishing.
57. Ileanu, B. V., Ausloos, M., Herteliu, C., Cristescu, M. P. (2019). Intriguing behavior when testing the impact of quotation marks usage in Google search results. // Quality and Quantity, 53(5), pp. 2507–2519. <https://doi.org/10.1007/s11135-018-0771-0>.
58. Iliadis, I., Jordan, L., Lantz, M., Sarafijanovic, S. (2021). Performance Evaluation of Automated Tape Library Systems. // 2021 29th International Symposium on Modeling, Analysis, and Simulation of Computer and Telecommunication Systems (MASCOTS), pp.1–8.
59. Jain, P., Sharma, A., Ahuja, L. (2019). A customized quality model for software quality assurance in agile environment. // International Journal of Information Technology and Web Engineering (IJITWE), 14(3), pp. 64–77.
60. Jalili, M., Manousakis, I., Goiri, Í., Misra, P.A., Raniwala, A., Alissa, H., Ramakrishnan, B., Tuma, P., Belady, C., Fontoura, M., Bianchini, R. (2021). Cost-efficient overclocking in immersion-cooled datacenters. // 2021 ACM/IEEE 48th Annual International Symposium on Computer Architecture (ISCA), pp. 623–636.
61. James, J. (2007). From origins to implications: Key aspects in the debate over the digital divide. // Journal of Information Technology, 22(3), pp. 284–295.
62. Janes, A., Lenarduzzi, V., Stan, A. (2017). A continuous software quality monitoring approach for small and medium enterprises. // Proceedings of the 8-th ACM/SPEC on International Conference on Performance Engineering Companion. pp. 97–100.

63. Jiye, W., Biyu, Z., Fa, Z., Xiang, S., Nan, Z., Zhiyong, L. (2019). Data center energy consumption models and energy efficient algorithms. // *Journal of Computer Research and Development*, 56(8), pp.1587–1593.
64. Jolseft, J. (2019). Information society: its meanings and implications. *Journal of Library. // Science Education and Learning Technology*, 1(1), pp.181–190.
65. Kane, G., Palmer, D., Phillips, A., Kiron, D., Buckley, N. (2015). Strategy, not Technology, Drives Digital Transformation, Becoming a digitally mature enterprise [Online]. MIT Sloan Management Review, Available: <http://sloanreview.mit.edu/projects/strategy-drives-digital-transformation/>
66. Kaur, A. (2020). A systematic literature review on empirical analysis of the relationship between code smells and software quality attributes. // *Archives of Computational Methods in Engineering*, 27(4), pp.1267–1296.
67. Khosravi, A., Nilashi, M. (2018). Toward software quality enhancement by Customer Knowledge Management in software companies. // *Telematics and Informatics*, 35(1), pp.18–37.
68. Kiv, S., Heng, S., Wautelet, Y., Kolp, M. (2017). Towards a goal-oriented framework for partial agile adoption. // *International Conference on Software Technologies*. Springer, pp. 69–90.
69. Kroll, P., MacIsaac, B. (2006). *Agility and Discipline Made Easy: Practices from OpenUP and RUP*. Pearson Education.
70. Krumsvik, R. J., Jones, L. Ø., Øfstegaard, M., & Eikeland, O. J. (2016). Upper secondary school teachers' digital competence: Analysed by demographic, personal and professional characteristics. // *Nordic Journal of Digital Literacy*, 11(3), pp. 143–164.
71. Larman, C. (2011). *Scaling Lean And Agile Development*. Pearson Education.
72. Larman, C., Vodde, B. (2016). *Large-scale scrum: More with LeSS*. Addison-Wesley Professional.
73. Link, P. (2016). *How to Become a Lean Entrepreneur by Applying Lean Start-Up and Lean Canvas?* // *Innovation and Entrepreneurship*

- in Education (Advances in Digital Education and Lifelong Learning, Vol. 2), Emerald Group Publishing Limited, pp. 57–71.
74. LTO (n.d., circa 2022). LTO ULTRIUM ROADMAP. <<https://www.lto.org/roadmap/>>
 75. Lund, A., Hauge, T.E. (2011). Designs for teaching and learning in technology rich learning environments. // Nordic Journal of Digital Literacy, 4, pp. 258–272.
 76. Lyman, F. (2009) Pro Zend Framework Techniques. Apress Berkeley
 77. Mahdavi-Hezave, R., Ramsin, R. (2015). FDMD: Feature-driven methodology development. // 2015 International Conference on Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering (ENASE), IEEE. pp. 229–237.
 78. Maloo, S., Nikolov, I. (2022). Cisco Data Center Fundamentals. Cisco Press.
 79. Mangalaraj, G., Mahapatra, R., Nerur, S. (2009). Acceptance of software process innovations – the case of extreme programming. // European Journal of Information Systems, 18(4), pp. 344–354.
 80. Marinova, O. (2016). Business intelligence and data warehouse programs in higher education institutions: current status and recommendations for improvement. // Economics and Computer Science, 2(5), pp. 17–25. http://eknigibg.net/Volume2/Issue5/spisanie-br5-2016_pp.17-25.pdf
 81. Martin, W. (2017). The global information society. Taylor & Francis.
 82. Maurya, A. (2012). Running lean: iterate from plan A to a plan that works. The lean series. O'Reilly.
 83. Maximini, D. (2015). Scrum Culture. Introducing Agile Methods in Organizations. Springer.
 84. McConnell, S. (2019). More Effective Agile: A Roadmap for Software Leaders. Construx Press.
 85. Megdiche, M., Park, J., Hanna, S. (2021). Data Center Electrical Design. // Data Center Handbook: Plan, Design, Build, and Operations of a Smart Data Center, pp. 441–481.

86. Microsoft Technology Licensing LLC (2019). Patent US10750637B1, Immersion cooling infrastructure module having compute device form factor, <<https://patents.google.com/patent/US10750637B1/>>
87. Microsoft, (2021). Back up file data with MABS. <<https://docs.microsoft.com/en-us/azure/backup/back-up-file-data>>
88. Mishra, P., Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A new framework for teacher knowledge. // Teachers College Record, 108(6), pp. 1017–1054.
89. Moran, A. (2016). Managing Agile. Springer.
90. Mullins, J., Komisar, R. (2013). Getting to Plan B: Breaking Through to a Better Business Model. Harvard Business Press.
91. MySQL, (2022) 12.7 Date and Time Functions. <<https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/date-and-time-functions.html>> [07.11.2022].
92. Nacheva, R., Sulova, S. (2020). Internationalization in Context of Education 4.0: AHP Ranking of Bulgarian Universities. // ACM International Conference Pro-ceeding Series, pp. 278–284. <https://doi.org/10.1145/3407982.3408006>
93. Nacheva, R., Sulova, S. (2021). Research on the Overall Attitude Towards Mo-bile Learning in Social Media: Emotions Mining Approach. // Digital Transfor-mation, Cyber Security and Resilience of Modern Societies. Studies in Big Da-ta (pp. 429–440). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65722-2_27
94. Nidagundi, P., Novickis, L. (2017) Introducing lean canvas model adaptation in the scrum software testing. // Procedia Computer Science, 104, pp. 97–103.
95. Nuchprayoon, K., Phuaksaman, C. (2018). Evaluation of Key Success Factors in Project Management of Information Systems and Selection of Operators using Analytical Hierarchy Process. // International Journal of Applied Engineering Research, 13(7), pp. 5515–5521.
96. Olofsson, A. D., Lindberg, O. (2014). Moving from theory into practice - on the informed design of educational technologies. // Technology, Pedagogy and Education, 23(3), pp. 285–291.

97. Onibonoje, M. O., Bokoro, P. N., Nwulu, N. I., Gbadamosi, S. L. (2019). An IoT-Based Approach to Real-Time Conditioning and Control in a Server Room. // 2019 International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP), pp.1–6.
98. Oorschot, K. E., Sengupta, K., Van Wassenhove, L. N. (2018). Under pressure: The effects of iteration lengths on Agile software development performance. // Project Management Journal, 49(6), pp. 78–102.
99. Osterwalder, A., Pigneur, Y. (2010). Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. John Wiley and Sons.
100. Ozkan, N., Gok, M., Kose, B. (2020). Towards a Better Understanding of Agile Mindset by Using Principles of Agile Methods. // 2020 15th Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS), IEEE, pp. 721–730.
101. Pettersson, F. (2018a). On the issues of digital competence in educational contexts – a review of literature. // Education and Information Technologies, 23(3), pp. 1005–1021.
102. Pettersson, F. (2018b). Digitally Competent School Organizations – Developing Supportive Organizational Infrastructures. // International Journal of Media, Technology & Lifelong Learning, 14(2), pp. 132–143.
103. Pincirolì, R., Yang, L., Alter, J., Smirni, E. (2021). Lifespan and Failures of SSDs and HDDs: Similarities, Differences, and Prediction Models. IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing.
104. Plonka, L., Sharp, H., Gregory, P., Taylor, K. (2014). UX design in agile: a DSDM case study. // International Conference on Agile Software Development. Springer, pp. 1–15.
105. Poppendieck, M. (2011) Principles of lean thinking. // IT Management Select, 18, pp. 1–7.
106. Poppendieck, M., Cusumano, M. A. (2012). Lean software development: A tutorial. // IEEE software, 29(5), pp. 26–32.
107. Raychev, T. (2018). Assessment of canceled and problematic concession projects in the water supply and sewerage sector worldwide (in Bulgarian). // Journal of the Union of Scientists, 7(3), pp. 184–195.

108. Raychev, T. (2020). Assessment of structural changes of concessions in the water and sewerage sector. // *Economics and Computer Science*, 6(1), pp. 92–123.
109. Reid, P. (2014). Categories for barriers to adoption of instructional technologies. // *Education and Information Technologies*, 19, pp. 383–407.
110. Ries, E. (2011). *The Lean Startup*. Crown Publishing Group.
111. Robbins, S., Coulter, M., DeCenzo, D. (2020). *Fundamentals of management*. Pearson.
112. Robehmed, N. (2013) What Is A Startup? Forbes, <<https://www.forbes.com/sites/natalierobehmed/%202013/12/16/what-is-a-startup/>> [16.12.2020].
113. Rowley, J., Hartley, R. (2017). *Organizing Knowledge: An Introduction to Managing Access to Information*. Routledge.
114. Siddik, M. A. B., Shehabi, A., Marston, L. (2021). The environmental footprint of data centers in the United States. // *Environmental Research Letters*, 16(6), 064017; <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abfba1>
115. Siedler, C. et al. (2021). Maturity model for determining digitalization levels within different product lifecycle phases. // *Prod. Eng. Res. Devel*, 15, pp. 431–450. <https://doi.org/10.1007/s11740-021-01044-4>
116. Sohaib, O., Solanki, H., Dhaliwa, N., Hussain, W., Asif, M. (2019). Integrating design thinking into extreme programming. // *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 10(6), pp. 2485–2492.
117. Stellman, A., Greene, J. (2014). *Learning agile: Understanding scrum, XP, lean, and kanban*. O'Reilly
118. Stolterman, E., Fors, A.C. (2004). Information Technology and the Good Life. // Kaplan, B., Truex, D.P., Wastell, D., Wood-Harper, A.T., DeGross, J.I. (eds). *Information Systems Research*. IFIP International Federation for Information Processing, Vol. 143. Springer. https://doi.org/10.1007/1-4020-8095-6_45

119. Stoyanova, M. (2020). Good practices and recommendations for success in construction digitalization. // TEM Journal, 9(1), pp. 42–47. <https://doi.org/10.18421/TEM91-07>
120. Sulov, V. (2016). Iteration vs recursion in introduction to programming classes: An empirical study. // Cybernetics and Information Technologies, 16(4), pp. 63–72. <https://doi.org/10.1515/cait-2016-0068>
121. Tanvir, S., Safdar, M., Tufail, H., Qamar, U. (2017). Merging prototyping with agile software development methodology. // International Conference on Engineering, Computing & Information Technology (ICECIT 2017), pp. 50–54.
122. Telecommunication Industry Association (2022). TIA-942 data center standards overview. White Paper.
123. Todoranova, L., & Penchev, B. (2020). A Conceptual Framework for Mobile Learning Development in Higher Education. // ACM International Conference Proceeding Series, pp. 251–257. <https://doi.org/10.1145/3407982.3407996>
124. Todoranova, L., Nacheva, R., Sulov, V., Penchev, B. (2020). A model for mobile learning integration in higher education based on students' expectations. // International Journal of Interactive Mobile Technologies, 14(11), pp. 171–182. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i11.13711>
125. Uptime Institute (2018). Data Center Site Infrastructure. Tier Standard: Topology.
126. Végh, J. (2020). Finally, how many efficiencies the supercomputers have? // The Journal of Supercomputing, 76(12), pp. 9430–9455.
127. Wang, D., Zhang, X., Zhang, Z., Wang, P. (2020). Understanding security failures of multi-factor authentication schemes for multi-server environments. // Computers & Security, 88, 101619; <https://doi.org/10.1016/j.cose.2019.101619>

128. Wautelet, Y. (2020). Using the RUP/UML business use case model for service development governance: A business and IT alignment based approach. // 2020 IEEE 22-nd Conference on Business Informatics (CBI), Vol. 2, pp. 121–130.
129. Yamashita, A., Muro, W., Hirono, M., Sato, T., Okamoto, S., Yamanaka, N., Veeraraghavan, M. (2017). Hadoop triggered opt/electrical data-center orchestration architecture for reducing power consumption. // 2017 19th International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON), pp.1–4; <https://doi.org/10.1109/ICTON.2017.8025150>
130. Zacca, R., Dayan, M. (2017). Entrepreneurship: an evolving conceptual framework. // International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management, 21(1-2), pp. 8–26.
131. Zaimakis, Y., Papadaki, M. (2022). On the digitalisation of higher education in times of the pandemic crisis: techno-philic and techno-sceptic attitudes of social science students in Crete (Greece). SN Soc Sci 2, 77. <https://doi.org/10.1007/s43545-022-00380-1>
132. Zhang, X., Lindberg, T., Xiong, N., Vyatkin, V., Mousavi, A. (2017). Cooling energy consumption investigation of data center it room with vertical placed server. // Energy procedia, 105, pp. 2047–2052.
133. Zhou, C., Guo, D., Zhang, C. (2020). Research on Server Fault Diagnosis Based on Expert System. // International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation. Springer, Singapore, pp. 213–220.
134. Zhou, Q., Lou, J., Jiang, Y. (2019). Optimization of energy consumption of green data center in e-commerce. // Sustainable Computing: Informatics and Systems, 23, pp. 103–110.

Павел Петров, Юлиан Василев, Иван Куюмджиев, Светослав Иванов

**Дигитализация на процесите на управление
и образователните услуги в университетска среда**

Първо издание

Рецензенти: *доц. д-р Янка Александрова*
доц. д-р Наталия Маринова

Редактор *Савина Богданова*

Дадена за печат XI.2022 г. Излязла от печат XII.2022 г.

Печатни коли 8,4 Издателски коли 7,3

Формат 60х90/16 Тираж 50

Предпечатна подготовка *Дора Томова*

Издателство „Наука и икономика“

Икономически университет – Варна

ул. „Евлоги Георгиев“ № 24

Печатна база на ИУ – Варна

Монографията е индексирана
в RePEc (<https://econpapers.repec.org/bookchap/vrnmonogr/2.htm>)

ISBN 978-954-21-1132-0