



Софийски университет „Св. Климент Охридски“  
Факултет по математика и информатика  
катедра „Информационни технологии“



# АВТОРЕФЕРАТ

## на дисертационен труд

за присъждане на образователна и научна степен „доктор“ в  
професионално направление 4.6 „Информатика и компютърни науки“  
докторска програма „Информационни технологии“

**Албена Емилова Антонова**

## Интелигентни услуги за разработване на персонализирани и адаптивни образователни видео игри

Научни ръководители:

проф. д-р Боян Паскалев Бончев

доц. д-р Елисавета Василева Гурова

София, 2023 г.

Пълният обем на дисертацията е 170 страници, в които се включват 5 глави, 55 фигури и 10 таблици, 5 приложения, списък с използвана литература, списък на съкращенията и термините. Използваната литература съдържа 137 заглавия, а списъкът с публикации по темата на дисертацията включва 7 статии.

## Съдържание на автореферата

<b>Обща характеристика на дисертационния труд</b> .....	4
Актуалност на проблема .....	4
Обект и предмет на изследването .....	5
Цел, задачи и основна хипотеза на дисертационния труд.....	5
Методи.....	6
Ограничения в научното изследване.....	6
Структура на дисертационния труд .....	6
<b>Кратко съдържание на дисертационния труд</b> .....	7
<b>Първа глава</b> .....	7
1.1. Критичен анализ на концепциите за интелигентни услуги .....	7
1.2. Критичен анализ на проблемите за разработването и прилагането на образователни игри .....	10
1.3. Изводи от първа глава .....	11
<b>Втора глава</b> .....	12
2.1. Подходи за персонализиране и адаптиране на учебния процес.....	12
2.2. Разработване на концептуален модел на интелигентни услуги .....	15
2.3. Изводи от втора глава .....	17
<b>Трета глава</b> .....	17
3.1. Базов модел на интелигентни услуги за проектиране на видео игри.....	17
3.2. Прилагане на базовия модел в платформата за видео игри обогатен лабиринт APOGEE .....	18
3.3. Специализиран модел на интелигентни услуги .....	20
3.4. Изводи от трета глава .....	23
<b>Четвърта глава</b> .....	23
4.1. Проектиране и пилотна реализация.....	23
4.2. Пилотна реализация на платформата.....	24
4.3. Изводи от четвърта глава .....	27
<b>Пета глава</b> .....	28
5.1. Индикатори и показатели за оценяване на интелигентни услуги. ....	28
5.2. Експериментално тестване и валидиране.....	30
5.3. Изводи от пета глава .....	32
<b>Заклучение</b> .....	32
Насоки за бъдеща работа .....	33
<b>Авторска справка</b> .....	34
Приноси на дисертационния труд .....	34
Публикации .....	35
Участия в проекти .....	35
Декларация за оригиналност.....	36
<b>Библиография на автореферата</b> .....	37

# Обща характеристика на дисертационния труд

## Актуалност на проблема

Появата на интелигентните услуги се свързва с процесите на дигитална трансформация и широкото навлизане на технологиите във всички сфери на обществото. Интелигентните услуги (smart services) позволяват да се реализират нов тип модели за добавяне на стойност чрез използване на дигитални технологии и системен подход (Reinhold et al., 2020). Интелигентните услуги са базирани на данни, емпирични модели и добри практики, позволяват интегрирането в кибер-физични системи и могат да предложат подходи и модели за разработване на персонализирани дигитални решения, адаптирани спрямо индивидуалния контекст.

Широкият интерес към въвеждането на игрови подходи, игровизация и образователни видео игри се дължи на техния потенциал да допринасят за придобиване на знания, за подобряване на ангажираността и мотивацията сред обучаемите (Salen et al., 2004). Видео игрите за обучение са част от сериозните игри (Abt, 1987) и са предмет на много изследвания и публикации през последните десетилетия. Разработването на ангажираща, мотивираща и добре развита образователна игра изисква време и ресурси (Карп, 2012). Въпреки това са идентифицирани множество ограничения, които затрудняват използването и приложението на компютърните видео игри в училищното обучение, като например слабото познаване образователната роля на игрите и игровите подходи, както и ниското ниво на участие на учителите в процесите на проектиране и модифициране на образователни видео игри (Paunova-Hubenova & Terzieva, 2019). Обикновено платформите за разработване на образователни видео игри не предоставят достатъчно добра подкрепа на преподавателите, като липсват подходи за проектиране на персонализирани и адаптивни игри (Bontchev & Vassileva, 2017). Друго ограничение е голямата разлика между визията и динамиката на образователните видео игри в сравнение с комерсиалните видео игри, които са несравними по отношение на ангажирани екипи, бюджет и време за разработка (Susi et al., 2007). Съществуват и допълнителни организационни, технологични и практически ограничения, които възпрепятстват по-широкото разбиране и използване на адаптивни и персонализирани видео игри като ефективен образователен инструмент. Всичко това предполага необходимостта от изследване на възможностите и нуждите от нови подходи и инструменти, които да подпомагат учителите и преподавателите при разработването и използването на персонализирани и адаптивни образователни видео игри.

Темата на изследването в дисертационния труд е свързана с проектирането, разработването и валидирането на пилотен модел на интелигентни услуги за подпомагане на учители при създаването на образователни персонализирани и адаптивни видео игри и тяхното по-широко приложение в образователен контекст. Нуждата от подобно изследване произлиза от необходимостта да се проучат различните предизвикателства за разработването и използването на видео игри в обучението от страна на преподаватели и да се идентифицират различни решения и препоръки за тяхното преодоляване. За постигането на тази цел дисертационният труд прави проучване и анализ на различните фактори, които възпрепятстват използването на игрови подходи и образователни игри, проучва подходи за персонализация и адаптация, създава различни модели и прави пилотна реализация на интелигентни услуги, като ги валидира практически чрез разработването на обогатени образователни видео игри.

## Обект и предмет на изследването

Обект на научното изследване са интелигентните услуги за създаването на персонализирани образователни видео игри от тип обогатен лабиринт<sup>1</sup>. Предмет на научното изследване са ключовите характеристики и приложното поле на използване на интелигентни услуги при изграждането на персонализирани и адаптивни образователни видео игри от посочения тип.

## Цел, задачи и основна хипотеза на дисертационния труд

Настоящият дисертационен труд има *за цел да проучи, предложи, разработи и валидира интелигентни услуги, подпомагащи създаването на персонализирани и адаптивни образователни видео игри от тип лабиринт, обогатен с миниигри-пъзели.*

Така поставената цел се реализира чрез изпълнението на следните **задачи**:

1. Да се направи сравнителен литературен обзор на същността и характеристиките на интелигентните услуги, както и критичен анализ на технологичните решения за изграждането им.
2. Да се проучат предизвикателствата за създаване и използване на персонализирани и адаптивни образователни видео игри, както и съвременните подходи за персонализиране и адаптиране на обучението към нуждите на обучаемия. Да се предложат подходи за създаване на персонализирани и адаптивни образователни видео игри.
3. Да се направят модели на интелигентни услуги, подпомагащи създаването на персонализирани и адаптирани образователни видео игри, както и да се определят конкретни педагогически сценарии за такива игри. Да се изведат ключовите характеристики на интелигентните услуги в контекста на образователните видео игри от тип лабиринт, техните изисквания и приложно поле.
4. Да се създадат и моделират интелигентни услуги, подпомагащи създаването на персонализирани и адаптивни образователни видео игри.
5. Да се изведат ключови индикатори за успех и показатели за оценка на интелигентните услуги. Да се валидират предложените информационни решения чрез подходящи експериментални подходи и методи. Да се направи анализ на получените резултати и да се изведат препоръки.

**Основната хипотеза** на научното изследване е, че чрез интелигентни услуги, базирани на данни за обучаемите и за създаването и използването на образователни видео игри може да се подобри мотивацията на преподавателите и тяхното отношение да разработват, използват и прилагат видео игри в учебния процес.

---

<sup>1</sup> Образователните видео игри от тип обогатен лабиринт се определят, както „образователни триизмерни лабиринтови игри, в които всяка зала може да съдържа учебни табла, врати към други зали с въпрос за отключване на всяка една врата, различни мини-игри, представящи дидактични задачи чрез дву- или три-измерни пъзели" (дефинирано в Bontchev et al., 2019).

## Методи

В рамките на научното изследване са използвани следните научно-изследователски методи: направени са документални изследвания, сравнителен и критичен анализ, използвани са активни изследователски методи (action research), конструктивни изследователски подходи, реализирани са емпирични проучвания с анкети, направен е статистически анализ на количествени и качествени данни.

## Ограничения в научното изследване

Ограниченията в изследването и срещаните трудности произтичат предимно от интердисциплинарния характер на интелигентните услуги и специфичното приложно поле: подпомагането на учители за разработването и прилагане на образователни игри в обучението, на база на платформата APOGEE<sup>2</sup> за създаване на видео игри тип обогатен лабиринт. Терминът „интелигентни услуги“ като превод на „smart services“ още не е добил гражданственост в литературата в България. Въпреки това тази терминология се използва от професионалната и научната общност по света, като се засилва интересът към приложението на интелигентни услуги не само в производството, но и в сектора на услугите. Разработването на интелигентни решения е все още в ранна фаза, но се очаква в бъдеще да се подобри практическото им внедряване в различни професионални контексти чрез широкото използване на кибернетично-физични и автономни системи (Zheng et al., 2019).

Дисертационният труд предлага пилотно решение на интелигентна услуга, която е пряко свързана и допълва платформата за разработване на видео игри от тип обогатен лабиринт, реализирана в рамките на изследователския проект APOGEE (Bontchev et al., 2019a). Въпреки ограничените функционалности на платформата APOGEE към момента, разработената пилотна система е успешно тествана и валидирана, като получените изводи и резултати са приложими за други електронни платформи.

## Структура на дисертационния труд

Дисертационният труд е структуриран в увод, пет глави, заключение, авторска справка, списък на използваната литература и 5 приложения.

В първа глава е направен теоретичен обзор на основните концепции, елементи и характеристики на интелигентни услуги, както и анализ на използването на игри в обучението и проблемите и ограниченията пред учителите при създаване и прилагане на образователни видео игри.

Във втора глава е направен сравнителен анализ на подходите за персонализация и адаптация в обучението, предложени са сценарии за използване на видео игрите в обучението и е представен концептуален модел на интелигентните услуги в помощ на преподавателите за прилагане персонализирани и адаптивни методи за обучение.

В трета глава е разработен базов модел за разработване на интелигентни услуги за създаване на образователни видео игри по конкретни образователни сценарии. Въз основа на базовия модел е представен специализиран модел за интелигентни услуги за

---

<sup>2</sup> Платформата APOGEE е разработена в рамките на проект „Иновативна платформа за интелигентни адаптивни видео игри за обучение“, с ръководител проф. Боян Бончев. Проектът е приключил успешно през 2022 г. и е финансиран от Фонд „Научни изследвания“ на МОН по Договор № DN12/7/2017

разработване на образователни видео игри от тип обогатен лабиринт, който е приложен в платформата APOGEE.

В четвърта глава е реализирана пилотна система на база на специализирания модел за интелигентни услуги за създаване на образователни видео игри тип обогатен лабиринт на база на функционалностите на платформата APOGEE.

В пета глава е разработена методология за валидиране на интелигентните услуги и са организирани две сесии за тестване и валидиране на разработените интелигентни услуги сред преподаватели и студенти като е направен анализ на обратната връзка и получените оценки. На база на резултатите от експерименталното оценяване и анализите на обратна връзка са направени изводи за разработването и прилагането на интелигентни услуги. В заключението са очертани основните резултати и са посочени възможности за бъдещи изследвания.

Последната част представя списък с използваните литературни източници, авторска справка с постигнатите приноси, както и са разработени пет приложения: Приложение 1: Подробно представяне на 6 игрови сценария; Приложение 2: Информация за семинар с преподаватели по проект e-Creha; Приложение 3 и Приложение 4: формуляри и анкетни проучвания за разработване на игри и за получаване на обратна връзка и Приложение 5: екранни снимки към разработените услуги на платформата.

## Кратко съдържание на дисертационния труд

### Първа глава

В първа глава е представен обзор на основните концепции, елементи и характеристики на интелигентни услуги, както и анализ на използването на игри в обучението и проблемите и ограниченията пред учителите при създаване и прилагане на образователни видео игри.

#### 1.1. Критичен анализ на концепциите за интелигентни услуги

На база направения литературен обзор и анализ, интелигентните услуги<sup>3</sup> могат да се определят накратко като:

*Интелигентните услуги са персонализирани към нуждите на потребителите и адаптирани към средата дигитални конфигурации на кибернетично-физични системи, които чрез аналитични подходи подпомагат вземането на решения и интерактивното взаимодействие в променяща се среда.*

Интелигентните услуги преди всичко се основават на анализ на данни и използването и обработването на данни, свързани с контекста и с нуждите на потребителя. Hermann et al. (2016) посочват, че това интелигентните услуги се конфигурират спрямо изискванията и нуждите на конкретни потребители, на база на анализ на контекстуализирани данни и тяхната аналитична обработка. Според Otto et al. (2016) интелигентните услуги са модел за използване на данни и включват традиционни

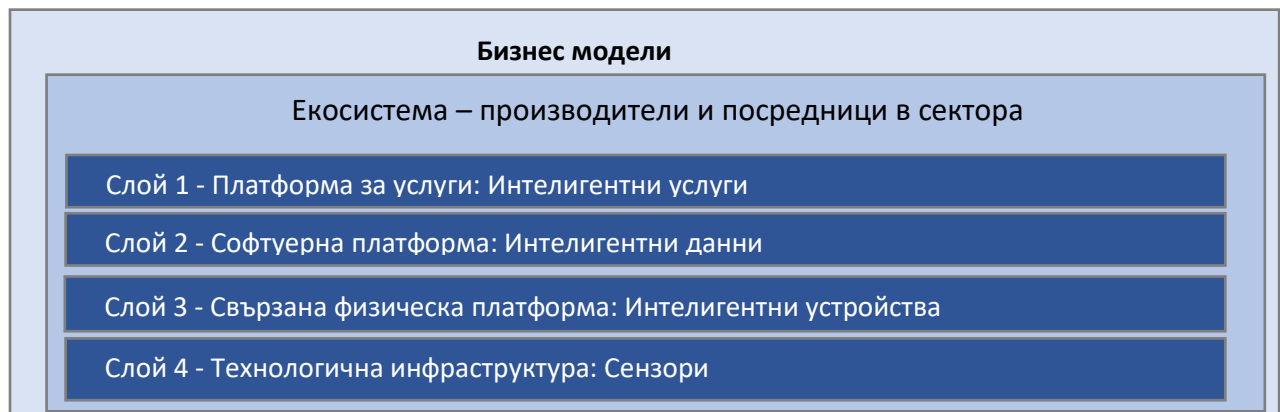
---

<sup>3</sup> В литературата се срещат алтернативни термини като: услуги, базирани на данни (data-driven services), Интернет на услугите (Internet of Services), Интелигентни уеб услуги (Smart Web Services), интелигентни продукти, интелигентни системи продукт-услуга (smart product service system), кибернетично-физични системи (cyber-physical systems) и други

и цифрови услуги, които са подпомогнати от технологични платформи. Beverungen et al., (2017) посочват, че разработването на интелигентни продукти подпомагат създаването и предоставянето на нов клас и вид от услуги, които позволяват да се използват контекстуални данни, да се анализират тези данни, да се автоматизират сценарии за вземане на решение и подходи за предприемане на конкретни действия.

Архитектурата на интелигентните услуги е многослойна и се определя от конкретния контекст и сектор. Основните елементи на една интелигентна услуга включват процес на структуриране на услугата, процес на предоставяне на услугата, резултат от услугата и бизнес модел на услугата (Neuhuettler et al., 2017). На фиг. 1 е представена слоевата архитектура на интелигентните услуги (Smart Service Welt), разработена от Националната академия за наука и инженерство на Германия<sup>4</sup> (Acatech, 2015).

Първите три слоя на архитектурата покриват технологичните нива: получаване и обработване на данни от подходяща технологична инфраструктура (например сензори и системи за Интернет на нещата), предаване на данните чрез свързани технологични платформи (мрежова инфраструктура), обработване и анализ на интелигентни данни. Така интелигентните услуги се създават в дигиталните платформи на база на софтуерни платформи, свързани физически платформи и технологична инфраструктура. В тази концепция бизнес моделите и моделите за доставяне на стойност образуват най-външния слой функционалност, а екосистемата обединява и свързва различни участници - производители и посредници, заедно да координират данни, аналитични модели и технологичен капацитет Acatech, 2015).



Фигура 1. Архитектура на интелигентните услуги, по Smart Service Welt (Acatech, 2015)

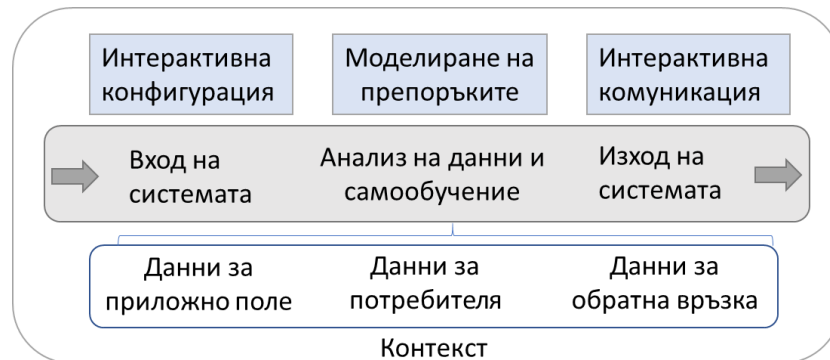
Някои от най-важните функционалности и характеристики на системите за интелигентни услуги (по Lim et al., 2019) се определят в зависимост от техните възможности за динамична адаптация и вземане на решения на база на данни от различни източници и подобряване на самообучението и отговорите в бъдеща ситуация.

Функционалността на интелигентните услуги включва три основни типа услуги, които могат да се приложат отделно или да се комбинират в обща конфигурация (фиг. 2): 1. Интерактивна конфигурация (Системата може да се адаптира гъвкаво спрямо средата, контекста на приложение и на предпочитанията на потребителя.); 2. Моделиране на препоръки (интелигентните услуги основно предоставят подходи за препоръки и вземане на решения на база на различни изисквания); 3. Персонализиране на интерактивните

<sup>4</sup> ACATECH е Националната академия за наука и инженерство на Германия, <https://en.acatech.de/> (National Academy of Science and Engineering).



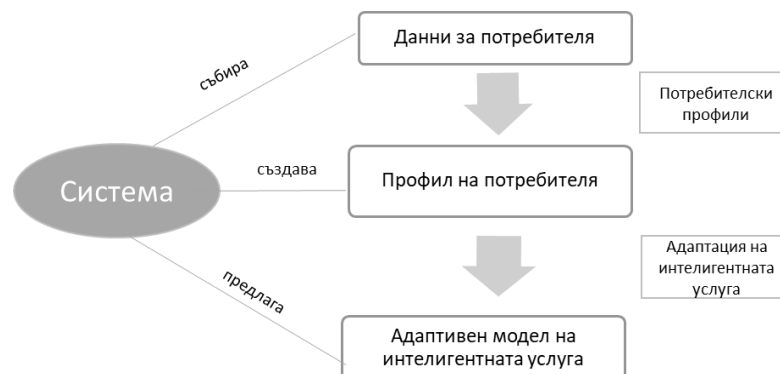
процеси (интелигентните услуги помагат системата да се адаптира спрямо крайния резултат и нуждите на потребителя).



Фигура 2 Модел на система за интелигентна услуга (по Lin et al., 2019)

Интелигентни услуги позволяват персонализиране на услугата, чрез разпознаване на потребителя и контекста, подобряване на вземането на решения, спестяване на ресурси (спестяване на време, разходи и т.н.), оптимизиране на резултатите (намаляване на нежеланите и увеличаване на желаните резултати) и мониторинг или способност за проследяване (Lim et al., 2019). Други характеристики на интелигентните услуги могат да включват: взаимодействие със средата, отдалечен контрол, способност за самоорганизация, вградени знания (интегрирани знания, както и капацитет за самообучение), способност за разсъждение (способност за вземане на решения и препоръки на база на данни);

В рамките на подходите и архитектурите за създаване на интелигентни услуги, системата събира данни за потребителя, създава модели и потребителски профили, и в съответствие с тях прави адаптирани конфигурации от услуги, с цел да отговори на персоналните предпочитания и нужди (фиг.3).



Фигура 3 Модели за създаване на потребителски профили и създаване на адаптивна система (по Acatech, 2015)

Потребителският профил се създава чрез явно и неявно представена информация за потребителя. В рамките на платформата за услуги е необходимо не само да се определят типовете данни и техните тегла при моделирането на потребителските профили, но и да се даде възможност за тяхното надграждане и развитие във времето.

## 1.2. Критичен анализ на проблемите за разработването и прилагането на образователни игри

Базираното на игри обучение или обучението чрез игри (Game-based learning) е термин, който има за цел да разкрие потенциала на игрите за подобряване на процесите за придобиване на знания. Разграничават се три различни концепции за използването на игри в учебния процес – игровизиране/геймифициране на учебния процес, създаване и използване на сериозни игри за обучение, създаване и използване на целеви игри (Deterding et al., 2011). Използването на видео игри и игровизацията в образованието цели да повиши мотивацията и ангажираността на учениците, както и да помогне за преодоляването на схващането за училището като скучно и неефективно с оглед на съвременните условия (Dicheva et al., 2015). Образователните видео игри имат голям потенциал за развитие, както в неформалното, така и във формалното обучение.

Въпреки това използването на образователни видео игри в училищното обучение е все още рядко (Dicheva et al., 2015). Дори и след анализ на явните ползи от разработването и използването на игрови подходи и образователни видео игри, се вижда, че те навлизат трудно и бавно в образователните практики. Както отбелязват Egenfeldt-Nielsen, (2004, 2010), една от основните пречки е липсата на образователни видео игри, които са интересни и мотивиращи за обучаемите, и в същото време които да подпомагат изпълнението на образователни цели, по-ефективно и с по-добър резултат от други педагогически подходи и средства. На база на анализа се изведоха следните ограничения:

- Организационни и технологични ограничения

Използването на образователни игри в клас изисква предварителна подготовка и различна организация на часа, както и достъп до технологична инфраструктура за използване на различни образователни видео игри. Foster & Shah (2015) отбелязват, че структурата на учебните часове затрудняват интегрирането на по-дълги и сложни игри. На организационно ниво, могат да се появят проблеми със защита на личните данни (политиките за събиране на потребителски данни в някои игри може да направи невъзможно тяхното използване в училище, Foster & Shah, 2015). Отделно, за използване на комерсиални игри в клас може да е необходимо да се закупят допълнителни лицензи (Egenfeldt-Nielsen, 2004). Извън това, е важно да се осигури достъп до училищна технологична инфраструктура, достъп до интернет, както и достъп до компютърни станции с подходящи характеристики за игровите ресурси. Понякога е необходимо допълнителното програмно осигуряване, софтуерни и хардуерни ресурси, които са част от технологичните ограничения, които могат да възпрепятстват използване на различни типове образователни игрови системи и ресурси за обучения.

- Ограничения по отношение на образователните цели

Сред най-съществените предизвикателствата за използване на игри и игрови подходи в клас е постигането на образователни цели. Много изследователи посочват, че все още липсват добри педагогически модели за ефикасно използване на игрите и игровите методи в средното образование (Ketelhut & Schifter, 2011; Gros, 2007), а като основно ограничение се посочва липсата на разбиране от страна на учителите как игровият процес може да подпомогне ученето (Egenfeldt-Nielsen, 2010). От гледна точка на образователния процес, учителите трябва да определят мястото и ролята на игрите сред останалите образователни задачи и дейности в клас (Watson & Yang, 2016). Според Jaipal & Figg (2009), учителите трябва да знаят как да обвържат резултатите от играта с

постигането на образователен ефект. Varab et al. (2012) разглеждат различни педагогически подходи, с които учителите могат да допринесат за учебния процес, като например подпомагане на рефлексията на учениците, предоставяне на обратна връзка и организиране на дискусия, както и да се подпомагат учениците да разберат как техните академични знания могат да се прилагат отвъд курса на обучение.

За да използват успешно видео игрите като учебен ресурс, учителите следва да ги познават добре, което не означава изрично майсторство в играенето, а по-скоро разбиране на съдържанието и начина по който ще подпомогне ученето на нови концепции. Тези познания за игрите не са естествени и не могат да бъдат получени чрез четене на упътвания или ръководства към игрите (Magnussen, 2007). Нещо повече, учителите трябва да бъдат подпомогнати да създадат връзка между играта, постиженията и целите на обучението, както и да ги обвържат с учебния процес преди и след играта (Foster & Shah, 2015; Jaipal & Figg, 2009).

- **Допълнителни изисквания към учителите**

При самото обучение чрез игри, учителите трябва да поемат нови роли, като те трябва да проектират различни елементи от играта, и същевременно да свържат игровите постижения с учебните цели. Marklund et al., (2015) посочват, че при въвеждане на обучение чрез игри, учителите трябва да имат технологични познания, да познават учебната игра, да познават предметната област, както и да имат добра педагогическа база, за да могат да извлекат полезен опит за учениците. В обучението чрез игри, Tzuo et al. (2012) изброяват ролите на учителите: да наблюдават играта на учащите, да ги подкрепят, да ги консултират и да им предоставят мета-когнитивна помощ при различни обърквания и затруднения.

Това означава, че учителите не могат да оставят обучаемите да се справят сами с игровата система, а трябва да бъдат в състояние да им помогнат и да ги подкрепят. Всички тези роли не са лесни и учителите трябва да се справят с много трудности, за да възприемат по-персонализирани и ориентирани към учениците игрови стратегии за преподаване. Допълнителни затруднения за учителите представляват липсата на достатъчно време, липсата на знания и компетенции за игрово обучение, натоварване (твърде много часове и твърде много ученици), фиксирани учебни цели и липса на гъвкавост в учебната програма, много административна работа и други. Foster & Shah (2015) подчертават, че липсват модели за подпомагане на учителите за използване на игри и игрови подходи в обучението, а както новите учители, така и учителите с богат педагогически опит имат нужда от подкрепа за използването и въвеждането на обучение чрез игри (Eastwood & Sadler, 2013).

### 1.3. Изводи от първа глава

Основните изводи от първа глава, могат да се систематизират в две основни групи, на база на съществуващите алтернативи и на база на нуждите на учителите.

Анализът на съвременни популярни игрови електронни платформи и приложения, които позволяват на преподаватели и учители да създават образователни игри и интерактивни приложения за учебни цели и да ги използват в класната стая доведе до следните изводи:

- Доминират 2D пъзели и игри, които могат лесно да се изпълняват с традиционни средства, като например викторина, бесеница, кръстословица, но и които често не се нуждаят от цифрови платформи; Не се поддържат по-сложни игри, например от

тип обогатен лабиринт, липсват триизмерни игри, а основните игрови предизвикателства са директно съревнование между учениците или индиректно, чрез събиране на точки. Липсват по-сложни игрови сценарии.

- Съществуват различни платформи и системи за разработване на игри, като малко от тях поддържат езикови версии на български език. Основно се работи чрез представяне и модифициране на примерни готови шаблони с основа тип „презентация“, като учителите могат да модифицират определено съдържание.
- Липсват подходи за персонализиране и адаптиране на игрите към нуждите на обучението, както и адаптиране на игрите към учениците. Единствено в платформата wizer.me (<https://app.wizer.me/>) бяха открити възможности за създаване на стратегии за диференциране на учебните материали.

По отношение на нуждите от разработването на интелигентни услуги за подпомагане на учители за разработване и прилагане на видео игри в обучението:

- Въпреки, че в България учителите са настроени положително да използват игри и игрови технологии, все още навлизането на игрите и игровите технологии в клас е бавен и труден процес и съществуват различни ограничения.
- Учителите имат нужда от по-голяма подкрепа за реализирането на игрово обучение, като за да имат необходимата увереност да използват видео игри в час, те трябва да могат да са в състояние сами да разработват различни игри спрямо свои образователни сценарии за постигане на образователни цели.
- При анализа на популярни платформи за образователни игри прави впечатление, че липсват подходи да се подпомагат учителите как да използват игровите ресурси в клас. Не се дават насоки за интегрирането на игри в учебни сценарии, в дисциплина или в комбинация с други дейности и задачи. Не се използват данни, насоки и анализи, препоръки, добри практики и насоки как учителите могат да прилагат разработените игри или игрови подходи при проектирането на учебни сценарии в клас.

## Втора глава

Втора глава има за цел да представи моделите за персонализиране и адаптиране на обучението и да изведе общ концептуален модел за разработване на интелигентни услуги в подкрепа на учителите.

### 2.1. Подходи за персонализиране и адаптиране на учебния процес

Има различни изследвания за подходите за адаптиране и персонализиране на обучението, които могат да бъдат реализирани чрез използване на технологични средства (Marienko et al., 2020). Персонализирането в образованието тепърва навлиза, както и разработването и усъвършенстването на различни методи за адаптация и персонализация (Marienko et al., 2020).

Един от най-известните модели за персонализиране на обучението е разработен от Bray & McClaskey (2016) и в него се прави разлика между три различни подхода на персонализиране на обучението: индивидуализирано обучение, диференцирано обучение и персонализирано обучение. Според изследването на Bray & McClaskey (2013), процесът на персонализиране на обучението може да включва шест основни фази: (1) създаване на профили на обучаемите на база на техните нужди; (2) определяне на

различни диференцирани реални и виртуални зони за обучение за различните профили; (3) разработване на универсален урок или гъвкав план за създаване на учебни цели, методи, материали и оценки, които работят за всички. (4) разработване на въпроси, насърчаващи учениците да участват в съвместни дейности. (5) избор на подходящи инструменти, ресурси и стратегии за обучение и преподаване. (6) модели за оценяване и обратна връзка за активно ангажиране на учащите се критично да оценяват своя напредък в обучението.

### **Персонализация на обучението чрез разработване на профили**

Едно от големите предизвикателства в съвременната образователна система е връзката учител-ученик и практическите ограничения на един учител да опознае достатъчно добре учениците, така че да адаптира своите преподавателски подходи спрямо техните нужди, интереси и способности. Затова за въвеждане на персонализирани подходи и решения за обучение е нужно разработването на индивидуални профили на обучаемите. Профилите на обучаемите могат да включват постоянни и променливи характеристики, да комбинират различни елементи, свързани с ученето и мотивацията, като например динамични и статични характеристики, предпочитания, стилове на учене и стилове на игра (Cassidi, 2004). Различни модели и подходи за създаване на статични и динамични индивидуални профили са разработени и в изследванията на (Terzieva et al. 2019).

#### *Анализ на стиловете на учене*

Проучването на личните предпочитания за учене или дефинирането на стилове на учене са обект на анализ и критики от много изследователи (Papadatou-Pastou et al., 2021). В анализа на Coffield et al., (2004) са идентифицирани над 71 различни теории и модели за индивидуални стилове на учене, като 13 от тях са най-разпознати на практика. Сред популярните подходи са стиловете на учене по Kolb (1984) (дивергентен, асимилиращ, конвергентен или приспособяващ стил), както и стиловете на учене на Honey and Mumford (1992). Популярни на практика са и стиловете на учене VARK, които оценяват предпочитаните канали за учене (получаване на информация): визуална информация, аудио информация, текстове (четене/писане) и кинестетични (двигателни) сензорни модалности (Leite et al., 2010). Въпреки различните критики на някои от подходите, една от възможностите за персонализиране на обучението е дигиталните решения да се адаптират към предпочитаните подходи на учене.

#### *Анализ на стиловете на игра*

В проучването на Bontchev et al. (2018) е направен анализ на различните стилове на учене и стилове на игра, като потребителят се разглежда в ролята на обучаем (с предпочитан стил на учене), както и в ролята на играч (с предпочитан стил на игра). В изследването на Bontchev et al. (2018) се разглеждат четири основни стила на игра спрямо модела на ADOPTA: състезателен или конкурентен стил, мечтателен стил, логически стил, стратегически стил. Разработеният и предложен подход за идентифициране на потребителя като обучаем и играч, спрямо предпочитаните стилове на учене и стилове на игра, дава възможност да се разработят персонализирани статични профили на обучаемите, които да позволят създаването на ефективни и диференцирани игрови подходи (Bontchev et al., 2018).

### **Адаптация на игровото обучение чрез учебни сценарии**

Приложението на игрите и игровите методи на обучение могат да се съчетава както с активни методи на обучение и създаване на сценарии за тяхното изпълнение, така и с традиционни подходи. Трябва да се спомене изрично, че използването на игри в клас може да послужи за различни цели и да създаде различно преживяване за обучаемите. В изследването на Kennette & Beecher (2019) се посочват два основни подхода за игровизиране на учебния процес – цялостна игровизация на един учебен предмет или частично игровизиране, чрез игри и игрови подходи за конкретни дейности.

При активните методи на учене, игрите и игровите подходи са част от проектирането на учебното преживяване и акцентът се поставя върху комбинирането на дейности, преживявания и опит на учениците чрез създаването на образователни сценарии. Игровите подходи могат да допълват всяка една фаза от сценарий за активно учене, както и да подпомагат преодоляването на конкретни проблеми. В този модел, използването на игрови техники има за цел да може да помогне на учениците да преодолеят негативните емоции, при изпълнението на някои по-трудни и сложни задачи, да засилят усещането за „справяне“ и вътрешната самоувереност за преодоляване на затруднения.

Освен при използването на активни методи на обучение, използването на игрови подходи и по-конкретно, използването на видео игри, може да се включи в традиционните подходи на преподаване. В изследването на Antonova & Bontchev (2019) са разработени 6 универсални образователни сценария, които могат да се адаптират и специфицират спрямо конкретните изисквания и нужди на учителите - създатели и потребители на игри (фиг. 4). При въвеждането на учебна тема, игровите подходи могат да допринесат със създаването на интерес и мотивация на обучаемите (въвеждаща игра), да подпомогнат експерименталната дейност (експериментална игра), да подобрят разбирането за спецификата на отделен феномен (игра за разбиране), да помогнат на учениците да определят нивото на знанията си (с тестова игра), да позволят да се преговорят основните понятия (преговорна игра), да се разработи интердисциплинарна игра (да се покажат връзки с други предметни области).



Фигура 4 Логическа последователност на прилагане на игрово обучение в рамките на учебния процес от Antonova & Bontchev (2019)

Тези сценарии могат да се приложат, както самостоятелно, така и последователно. Чрез тези учебни сценарии, учителите могат да изберат по-ясни образователни цели на игрите и да разработят подходящо учебно съдържание, като съобразят сложността на интерактивни елементи, като например миниигри, пъзели и загадки, както и да адаптират дължината на играта и времето на играене (Bontchev et al., 2020).

## 2.2. Разработване на концептуален модел на интелигентни услуги

Интелигентните услуги могат да допринесат в много направления за подобряване на образователните процеси. Като системи и решения, базирани на данни, системите за интелигентни услуги могат да подобрят разработването на приложения за интелигентно образование като системи за „интелигентно училище“, интелигентна класна стая, разработването на персонализирани системи в помощ на учениците и много други. Фокусът на настоящата работа е поставен върху учителите като ключови участници в учебния процес, проектантите и изпълнители на сложни учебни преживявания и създаването на образователни видео игри.

### **Интелигентните услуги за създаване на персонализирани и адаптирани учебни сценарии**

Интелигентните услуги могат да подпомогнат учителите да разпознават и прилагат по-успешни педагогически подходи и модели за разработване на индивидуални стратегии за учене, персонализиране на ученето и динамичната адаптация на избраните дейности, учебни ресурси и материали. Като се изследват различните подходи и методи за адаптация и персонализация в клас, могат да се предложат сценарии за разработване на интелигентните услуги за следните видове процеси, които на практика да позволят на учителите да адаптират дейностите и задачите спрямо учебните цели и общата педагогическа рамка, а от друга страна – да ги дефинират спрямо нуждите, интересите и мотивацията на обучаемите. В таблица 1 са изведени и са представени накратко основните процеси, чрез които интелигентните услуги могат да подпомогат учителите.

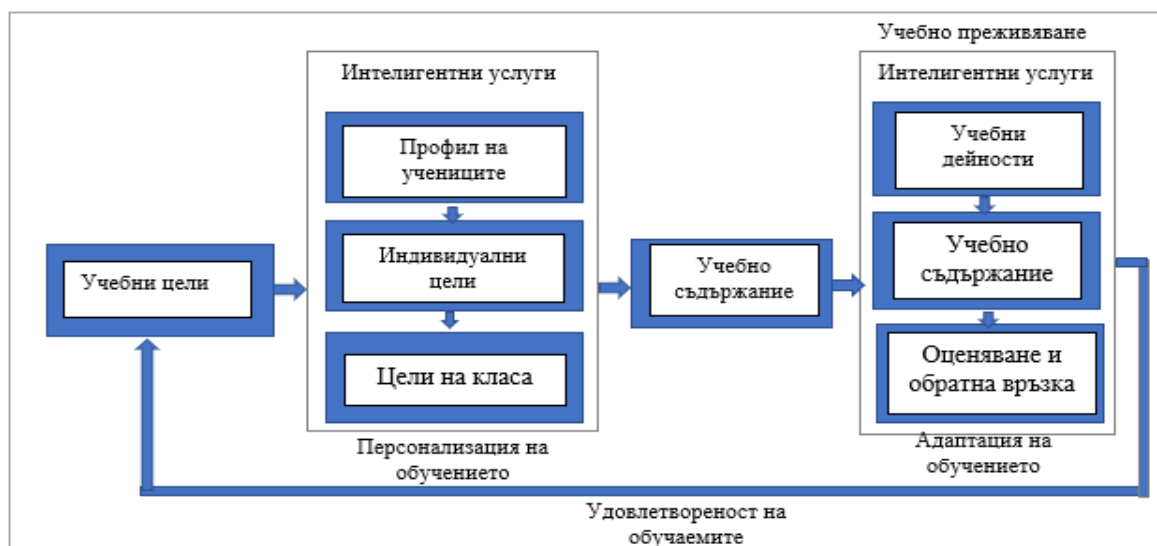
Таблица 1 Интелигентни услуги за подпомагане на учителите (Antonova & Dankov, 2022)

Основни процеси	Интелигентни услуги
Определяне на персонализирани учебни цели	Интелигентните услуги могат да помогнат на учителите да определят и персонализират учебни цели въз основа на индивидуални учебни профили (статични), интереси и цели на учениците (свързани с конкретни предмети) и цели на класа (обобщавайки индивидуалните цели в рамките на стратегии за диференциация). По този начин учителите могат да определят общите учебни цели и задачи на класа, като определят стратегии за персонализиране, диференциация и индивидуализация.
Структуриране на учебни планове и сценарии	Отчитайки предпочитанията и учебните цели на учениците, интелигентните услуги могат да помогнат на учителите да структурират подходящи учебни планове и сценарии за активно обучение.
Адаптиране на учебната програма	Адаптирането на учебната програма има за цел да може да бъде резултат от плановете на уроците и учебните сценарии. На база на стандартната обща учебна програма, учителите могат да изследват различни стратегии, за да осигурят по-ангажиращи преживявания за обучаемите в различни контексти.
Персонализирани учебни дейности	Интелигентните услуги могат да препоръчат индивидуални и групови учебни дейности въз основа на профили на обучаемите и стратегиите за персонализиране. Въз основа на данни, наблюдения и препоръки учителите могат да разпознаят най-подходящите учебни дейности и съдържание, за да разработят ефективни стратегии за ангажиране на своите ученици.
Учебни материали	Интелигентните услуги могат да помогнат на учителите с динамична система за препоръки, като изследват наличните учебни материали или предоставят съвети относно адаптиране и персонализиране на съдържанието. Учебното съдържание може да бъде структурирано по множество начини, като документ, презентация, видео, експеримент, урок, шаблон, въпросник, сценарий, сценарий, игри и миниигри, учебни дъски и много други.

Стратегии за оценяване и самооценка	Като се има предвид, че обучаемите са мотивирани от положителна и навременна обратна връзка за всяка учебна дейност, интелигентните услуги могат да предоставят специфични стратегии за наблюдение и оценка. Стратегиите за оценка могат да вземат предвид бърза и подходяща обратна връзка; базирана на количествени и качествени модели за оценка, съгласуване на стратегии за обобщаващо и формиращо оценяване;
Мониторинг, рефлексия и оценка	Интелигентните услуги могат да помогнат на учителите да наблюдават нивото на постигане на учебните цели, напредъка на индивида и класа и необходимите корекции. Интелигентните услуги могат да открият учебни пътеки за преодоляване на рискове и трудности или да зададат по-амбициозни учебни цели, по-добре съответстващи на динамичните интереси и мотивация на обучаемите.

### Разработване на концептуален модел на интелигентни услуги

В изследването на (Antonova & Dankov, 2022) е предложен концептуален модел за разработване на интелигентни услуги (фиг.5). Ролята на интелигентните услуги е да подпомогне учителите да определят учебни цели, подходите за персонализация спрямо индивидуалните характеристики на обучаемите, както и адаптирането на учебното преживяване, чрез определяне на учебни дейности, учебно съдържание и подходи за оценяване. В този модел учебното преживяване следва да допринесе за постигане на комплексна удовлетвореност на обучаемите, а в последствие може да се приложи към различни подходи и модели.



Фигура 5 Концептуален модел на интелигентни услуги в помощ на преподавателите, за създаване на персонализирани и адаптивни учебни сценарии (Antonova & Dankov, 2022)

Платформата за интелигентни услуги, подпомагаща учителите в персонализирането на учебния опит и преживявания, трябва да изследва поне три специфични изгледа: индивидуални профили на учениците, лични учебни цели и табло за обучение в клас. Интелигентните услуги могат да улеснят работата на учителите, като ги подпомогнат в разработването на образователни стратегии. Чрез използването на актуални данни, те могат да правят анализи, наблюдения и прогнози преди да планират конкретни учебни интервенции, както и да оценяват на практика ефективността на едно или друго действие. Интелигентните услуги могат динамично да препоръчват конкретни дейности и адаптация, да посочват добри практики, съвети и подходи за решаването на



различни затруднения. Не на последно място, чрез подобни услуги, учителите могат да експериментират и да тестват различни подходи на преподаване, да изследват каква е тяхната ефективност, да адаптират методите си спрямо обучаемите и да се стремят да подобряват груповата работа, удовлетвореността и ангажираността на учениците.

### 2.3. Изводи от втора глава

В рамките на направените анализи се виждат възможностите за разработване на персонализирани и адаптивни решения в подкрепа на учителите.

Учителите могат да използват различни подходи за персонализиране на учебния процес. Подходите за игровизация и използването на образователни игри може да се съчетае както с разработването на активни сценарии за обучение, така и с традиционни методи на обучение. Идентифицираните модели за разработване и прилагане на интелигентни услуги показват възможностите за създаване на по-ефективен, по-гъвкав и адаптивен учебен процес. В голяма степен учителят определя до каква степен ще бъдат приложени едни или други стратегии на база на данни и добри практики. Освен това, учителите могат да определят други елементи като скорост, време, конкуренция и ограничения върху учебната задача, което прави образователните дейности по-ангажиращи въз основа на минали постижения и предпочитания на учениците.

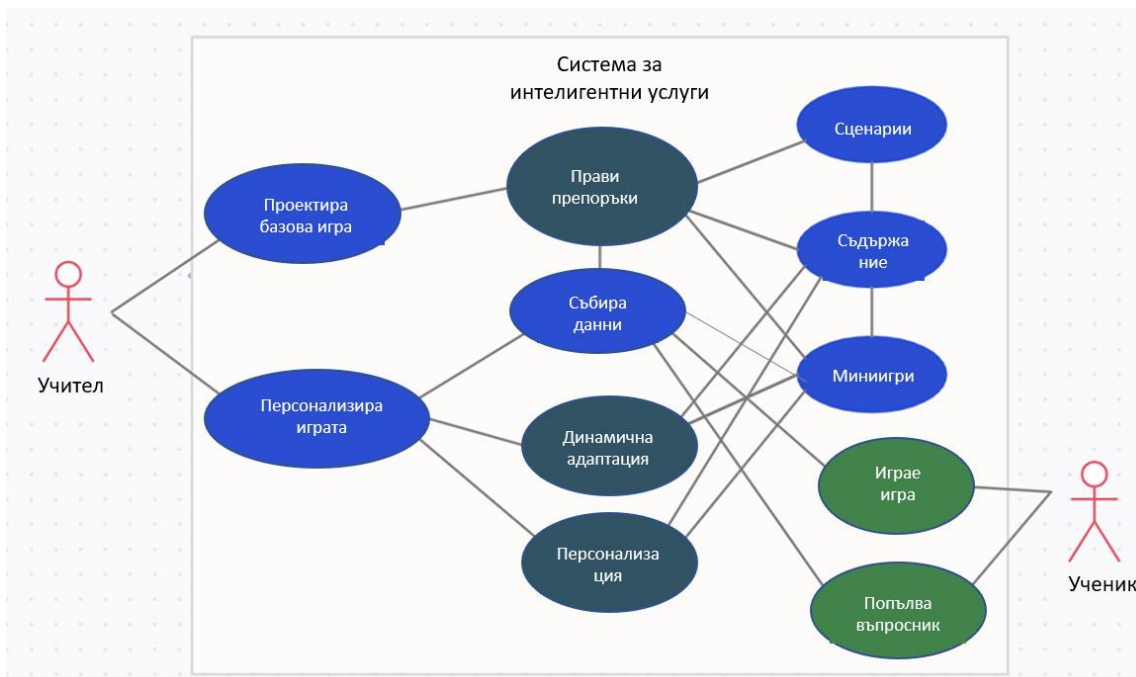
## Трета глава

В рамките на трета глава се предлагат два модела: базов и специализиран, за интелигентни услуги за подпомагане на учителите при създаването на образователни видео игри. Специализираният модел за интелигентни услуги, предназначен основно за образователни видео игри от тип обогатен лабиринт е интегриран към платформата за разработване на образователни видео игри APOGEE.

### 3.1. Базов модел на интелигентни услуги за проектиране на видео игри

Концептуалният модел на интелигентните услуги помага за разработване на решения за учители за **персонализирането на обучението, чрез разработване на профили**, както и **адаптирането на учебни преживявания**, чрез гъвкаво адаптиране на дейности в учебни сценарии, чрез комбиниране на учебни активности, подходящо учебно съдържание и модели за оценка, настроени спрямо контекста, очакванията, обратната връзка и средата.

**Базовият модел за разработването на образователни видео игри показва как интелигентните услуги** могат да подпомогнат на учителите при създаването и проектирането на образователни игрови решения. Като засяга основно проблемите, свързани с разработването и прилагането на образователни игри, този модел е универсално приложим към различни технологични платформи за проектиране на образователни видео игри. Базовият модел на интелигентните услуги има за цел да улесни учителите при въвеждане на игрово обучение, а също така и да им помогне да се справят успешно с преодоляване на някои от идентифицираните предизвикателства. На фигура 6 е представена UML диаграма за ролята и мястото на система за интелигентни услуги в базовия модел за проектиране на образователни видео игри и последстващото им персонализиране и адаптиране спрямо профилите на обучаемите.



Фигура 6 UML диаграма на базовия модел на интелигентните услуги за проектиране на видео игри (по концептуалния модел в Antonova & Dankov, 2022).

### 3.2. Приложение в платформата за видео игри APOGEE

Представеният базов модел на интелигентни услуги за създаването на адаптивни и персонализирани игри тип-лабиринт може да се приложи при разработване на разнообразни игрови решения.

#### Видео игри от тип обогатен лабиринт

Видео игрите от тип обогатен лабиринт (rich video maze games) са представени по-конкретно в работата на Bontchev (2019b) за платформата APOGEE. Видео игрите от тип обогатен лабиринт представляват триизмерни игри, структурирани като отделни свързани помежду си стаи. Образователното съдържание може да се структурира в рамките на мултимедийни обекти в стаите на лабиринта под формата на мултимедийни обекти като изображения, текст, триизмерни обекти или аудио. Игровите сценарии се реализират посредством миниигри-пъзели, които са свързани с постигането на образователни дейности и образователни цели (запомняне, разпознаване, намиране на верния отговор, сравняване на решения и други). Във видео игрите тип обогатен лабиринт може да има и виртуални играчи, които да подпомагат играчите или да допълват и променят първоначалните сценарии (Bontchev et al., 2019a).

Основните предимства за използването на видео игри от тип обогатен лабиринт са свързани с използването на познати миниигри-пъзели, ниска сложност и ниска крива на учене, лесно интегриране в образователни практики, подходящо включване в учебни области и учебни сценарии в клас, позволяват интерактивност, лесни са за реализиране и изпълнение в различен образователен контекст (работа в клас, домашна работа), лесно се интегрират и комбинират в различни тематични лабиринти. Основните слабости на игрите-пъзели са липсата на сложни игрови механики (за разлика от комерсиалните видео игри), липса на социализация по време на игра (всички пъзели са игри за единични играчи) и ограничения брой интерактивни дейности.

## **Платформа APOGEE за генериране на видео игри от тип обогатен лабиринт**

Игри от тип „обогатен лабиринт“ могат да се реализират чрез платформата APOGEE<sup>5</sup>. По същността си, видео-играта обогатен лабиринт представлява контейнер от триизмерни стаи, в които са разположени двуизмерни и триизмерни образователни обекти. Целта на отворената софтуерна платформа APOGEE е да подпомогне изграждането на персонализируеми и адаптивни образователни видео игри на базата на обогатен лабиринт. С помощта на игрови подходи, платформата APOGEE всъщност има по-голяма цел да проучи създаването на подходящи инструменти за учители за разработване на персонализирано и адаптивно обучение на учениците.

За разлика от алтернативните системи за създаване на образователни видео игри, които основно са реализирани в 2D формат и имат ограничени визуални и мултимедийни възможности, системата APOGEE е разработена на база на системата с отворен код UNITY. Това позволява в APOGEE да могат да се реализират по-сложни триизмерни и двуизмерни видео игри, както и да се предложат по-предизвикателни учебни сценарии, в които учениците да се ангажират в по-голяма степен от изпълнението на игрови дейности. Първоначално е предвидено разработването на общо 10 вида миниигри пъзели, като до момента са разработени седем от тях.

Една от основните функции на платформа APOGEE е да подкрепи по-широкото използване и разработване на образователни видео игри от тип обогатен лабиринт чрез създаването на типови обогатени лабиринти, в които лесно да се добавят и адаптират образователни игри и учебно съдържание. На базата на платформата APOGEE са реализирани няколко образователни видео игри от тип обогатен лабиринт, по-подробно сравнени в публикации на Raupova-Hubenova et al. (2022), и други<sup>6</sup>.

### **Процес на генериране и персонализиране на игра в платформата APOGEE**

- **На първо място**, в платформата на APOGEE се генерира базова игра обогатен лабиринт, включваща подходящи игрови сценарии, учебно съдържание, и игрови елементи (миниигри-пъзели). За целта се генерира XML документ и се прикачват прилежащите активи в играта (game assets), като изображения, текстури, аудио файлове, триизмерни обекти и други. Към момента създаването на съдържанието за играта в XML файл е външно за системата и потребителите следва да го генерират сами.

- **На второ място**, за персонализиране и адаптиране на видео игрите могат да се използват подходящи подходи, като например персонализиране на учебното съдържание или миниигрите в лабиринта спрямо профили на обучаемите и сценария на обучение. В платформата APOGEE могат да се използват следните два подхода за персонализация и адаптация:

(1) автоматично, чрез първоначално профилиране на играчите и впоследствие създаване на персонализирани и адаптивни варианти на игровия сценарий. (2) ръчно, като учителят създава персонализирани и адаптируеми варианти на играта с променено

---

<sup>5</sup> Платформата APOGEE е разработена в рамките на проект „Иновативна платформа за интелигентни адаптивни видео игри за обучение“, с ръководител проф. Боян Бончев. Проектът е приключил успешно през 2022 г. и е финансиран от Фонд „Научни изследвания“ на МОН по Договор № DN12/7/2017

<sup>6</sup> Част от игрите-обогатен лабиринт са достъпни онлайн, като например: „Асеновци“ и „Наследството на Вълчан Войвода“ (достъпни на адрес: <https://apogee.online/games.html>), и „Да спасим Венеция“ (на английски език Let us save Venice), достъпна на адрес <https://www.apogee.online/assets/games/letsavenice/>.

съдържание и миниигри, адаптирани спрямо отделни избрани характеристики на играчите.

По отношение на динамичната адаптация, към момента се работи и за възможността играта да се адаптира автоматично спрямо емоционалното състояние и възбудата на играчите (Bontchev et al., 2021), като получените резултати дават обещаващи доказателства, че персонализацията и адаптацията във видео игрите може да донесе по-висока мотивация и по-добро преживяване в играта.

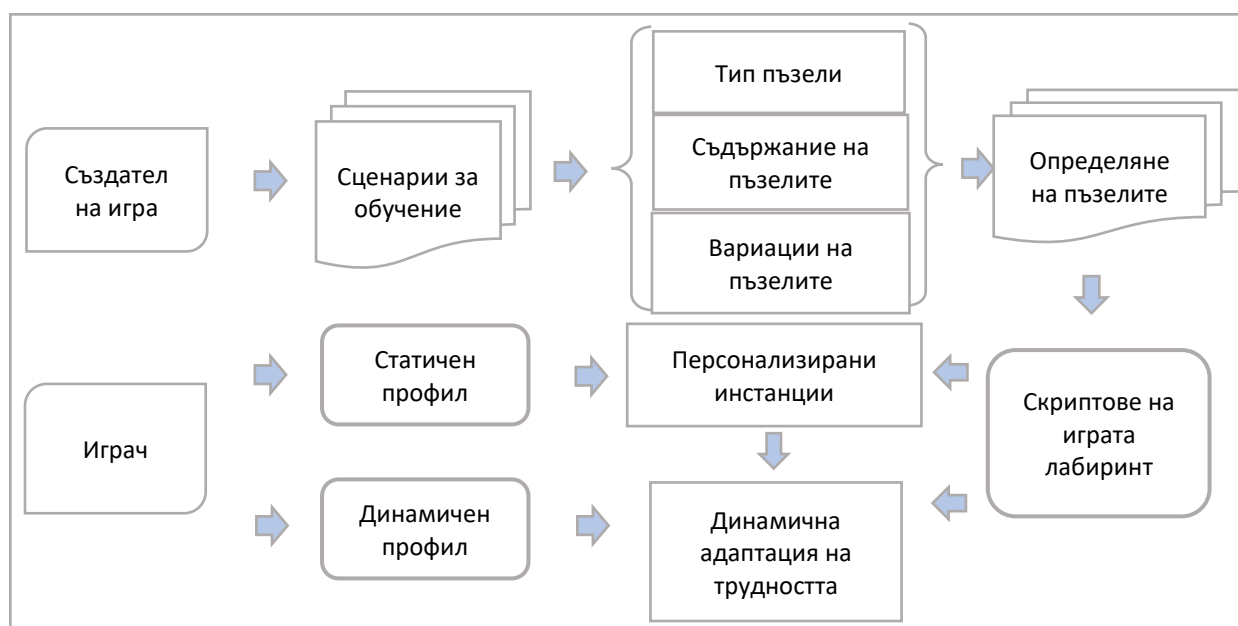
### Място и роля на интелигентните услуги в платформата APOGEE

Разработването на интелигентни услуги не е предвидено при първоначалния проект на платформата APOGEE. Интелигентните услуги се явяват допълнителна функционалност, която следва да надгради ползваемостта и ефективността от разработеното информационно решение и подпомагаща модула за създаване на игра (game construction).

### 3.3. Специализиран модел на интелигентни услуги

Специализираният модел на интелигентни услуги представя процесите за генериране на персонализирани и адаптивни видео игри от тип обогатен лабиринт в платформата APOGEE – фиг.7 (Antonova & Bontchev, 2019).

По време на **първия етап** дизайнерът на играта (учител) изрично дефинира сценария на обучение, основан на учебния контекст, като избира най-подходящите типове пъзели спрямо сценария, учебното съдържание, учебния контекст и общата демография на обучаемите (тяхната възраст, основни познания и др.). Интелигентните услуги следва да подпомагат учителите с препоръки и съвети, на база на данни, добри практики и обработена обратна връзка и предпочитанията на учениците. Избират се пъзели, които да направят образователната игра по-привлекателна и мотивираща, въз основа на данни от последните постижения и предпочитания на учениците.



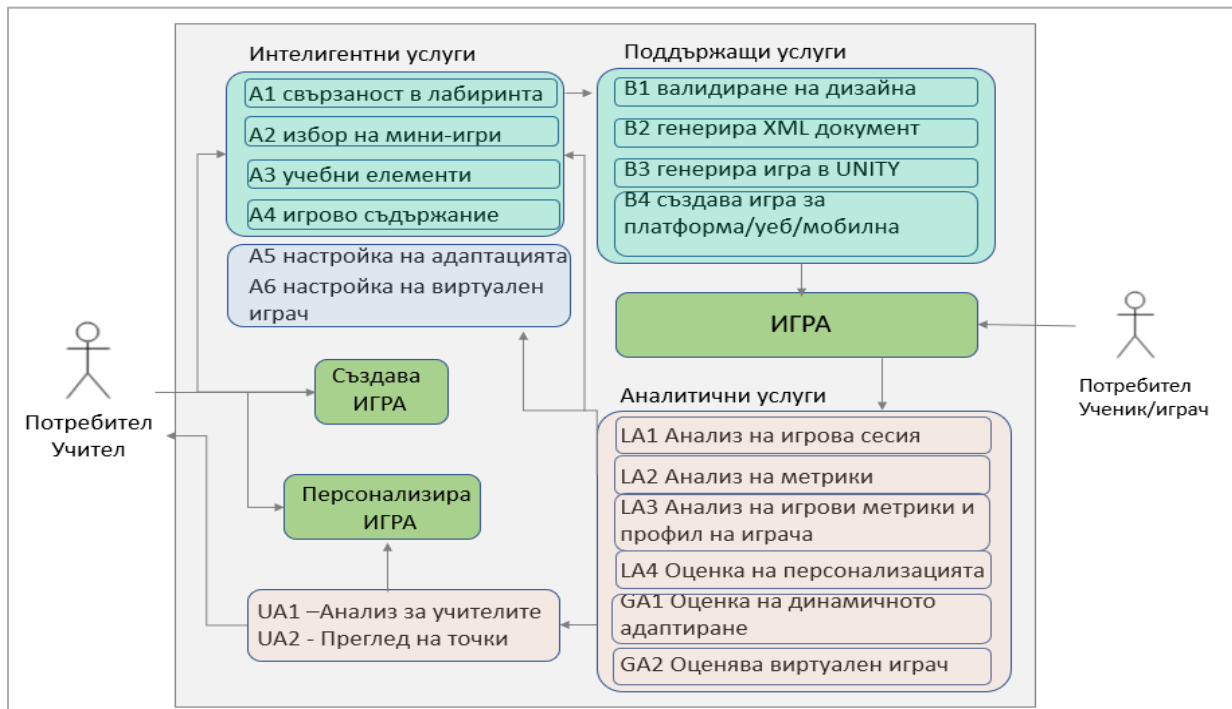
Фигура 7 Процес за разработване на персонализирана и адаптивна игра по (Antonova & Bontchev, 2019)

**На втората стъпка** всеки краен потребител (ученик/игращ) определя явно профила си в системата. Като отговаря на първоначален набор от въпроси и инструменти за самоанализ, крайният потребител определя статичния си профил, включително и предпочитания за стил на обучение и стил на игра. Въз основа на този статичен профил се генерира персонализирана инстанция на видео-играта от тип обогатен лабиринт за всеки конкретен обучаем. Игровата система може да настрои механиката на играта като скорост, време и други ограничения.

**На последния етап** по време на играта се събират данни в динамичния профил на крайния потребител, отразявайки опита и динамиката на неговата игра. На база на динамичните данни от ефективността на потребителя играта може да прецизира вариации, включително и учебното съдържание в рамките на пъзелите (нивото на трудност), както и механиката (за да запази вниманието му). Данните от динамичните профили, генерирани по време на всеки игрален опит, се съхраняват в системата, като служат като източник на аналитични услуги за учителите и създателите на игри.

### Реализация на специализирания модел на интелигентни услуги в платформата APOGEE

Софтуерните услуги, които са част от редактора на игри APOGEE и модулите за генериране на игри могат да бъдат разделени на три основни вида: (1) интелигентни услуги, (2) услуги за поддръжка и (3) аналитични услуги, които подпомагат процесите по анализ и динамично адаптиране на игрите (Antonova, Dankov, Bontchev, 2019). Интелигентните услуги целят да подпомагат създателите на игри, услугите за поддръжка осигуряват необходимата функционалност за работа на платформата, а аналитични услуги подпомагат процесите по събиране на данни, анализ и динамична адаптация, както и дават изходни данни към интелигентните услуги (Dankov et al., 2021). На фигура 8 е представена схема за връзката между основните типове услуги и връзките между тях. По-подробно, видовете услуги и функционалностите на всяка една от тях са описани в (Antonova, Dankov, Bontchev, 2019).



Фигура 8 Схема на връзката между трите основни типа услуги – Интелигентни услуги (A1, A2, A3, A4), Поддържащи услуги (B1, B2, B3, B4) и Аналитични услуги – (LA1, LA2, LA3, LA4, GA1, GA2, UA1, UA2) в платформата APOGEE, изображение на автора на база на (Antonova, Dankov, Bontchev, 2019)

В процеса на създаване на базова образователна видео-игра от тип обогатен лабиринт, интелигентните услуги помагат структурирането на учебното и игровото съдържание. В първия кръг – създаване на игра - интелигентните услуги позволяват на преподавателите да разберат и да изберат общата концепция за използване на игрите в учебната среда, както и възможността те авторски да адаптират и приложат игрите в своята образователна практика. Тук могат да се интегрират всякакви средства, свързани с по-доброто илюстриране на възможностите и подходите за използване на игровите подходи, специфициране на съдържанието на играта, конкретизиране на контекста на игра, както и образователните цели и интересите на учениците.

По-конкретно, интелигентните услуги, които подкрепят процесите за създаване и проектиране на видео игри за обучение, включват следната функционалност:

- **A1: услуги за проектиране на свързаността в лабиринта** - зависят от сценария на обучение, избран от дизайнера на играта. Например една въвеждаща игра се нуждае от сравнително малък брой зали на лабиринта, докато интердисциплинарната игра може да има повече и различно свързани помещения в рамките на фиксиран път за игра;

- **A2: препоръчваща услуга за избор на миниигри** за залите в лабиринта - видове миниигри, които са най-подходящи за включване в дадена зала, в зависимост, както от обучаващите се, така и от моделите на играчите.

- **A3: препоръчваща услуга за проектиране на залите в лабиринта с подходящи учебни елементи**, позволяващи персонализиране на дидактичното съдържание (текст, изображения и аудио) в залите, вкл. в учебните табла и миниигрите и в зависимост от характеристиките на модела на обучаемия като възраст, пол, предпочитания и стил на учене.

- **A4: препоръчваща услуга за избор на игрално съдържание за лабиринта и вградените миниигри** - чрез онтологии или таксономии, те ще извличат учебни обекти и игрови активи (например, текстури, 3D модели, анимирани картини и звук) от базата данни и ще ги препоръчват на създателя на играта.

На втория кръг - персонализиране на игра, интелигентните услуги следва да предоставят модели за препоръки за адаптиране на играта на база на данните, събрани от аналитичните услуги. Тук са разработени подходи за информиране на потребителите – създатели на игри на база на специфични метрики, свързани с прилагането на сценарии за обучение спрямо конкретната учебна ситуация, избор на видове миниигри, персонализиране и адаптиране на подходящо учебно съдържание спрямо избрания сценарий за обучение. Не на последно място интелигентните услуги предлагат различни препоръки за персонализиране на съдържанието и адаптиране на трудността и елементите на механиката на играта (бързина, точност и др.) на база на стиловете на учене на учениците и на база на стиловете на игра на обучаемите.

В син цвят на фигура 8 са отбелязани автоматизирани функционалности – автоматична настройка и адаптиране на играта, както и настройване на виртуалните играчи на база на данните и аналитичните модели, разработени от разработените аналитични услуги, които осигуряват персонализация / адаптиране на играта и / или учебното съдържание. По-подробно те са дефинирани като: **A5: услуга за настройка на адаптацията**, осигуряваща подходящи прагови стойности за динамичното адаптиране на трудността на играта в зависимост от модела на играча. **A6: услуга за настройка на виртуални играчи** за задаване на параметри на NPC (виртуален агент).

### 3.4. Изводи от трета глава

Платформата APOGEE представя цялостен модел за разработване на образователни персонализирани и адаптивни триизмерни видео игри тип обогатен лабиринт. Въпреки, че е все още в процес на разработка, предвидената функционалност и логическа архитектура на платформата позволява да се проверят и моделират различни подходи за създаване на интелигентни услуги за персонализирани и адаптивни образователни игрови решения, ориентирани към потребителите.

## Четвърта глава

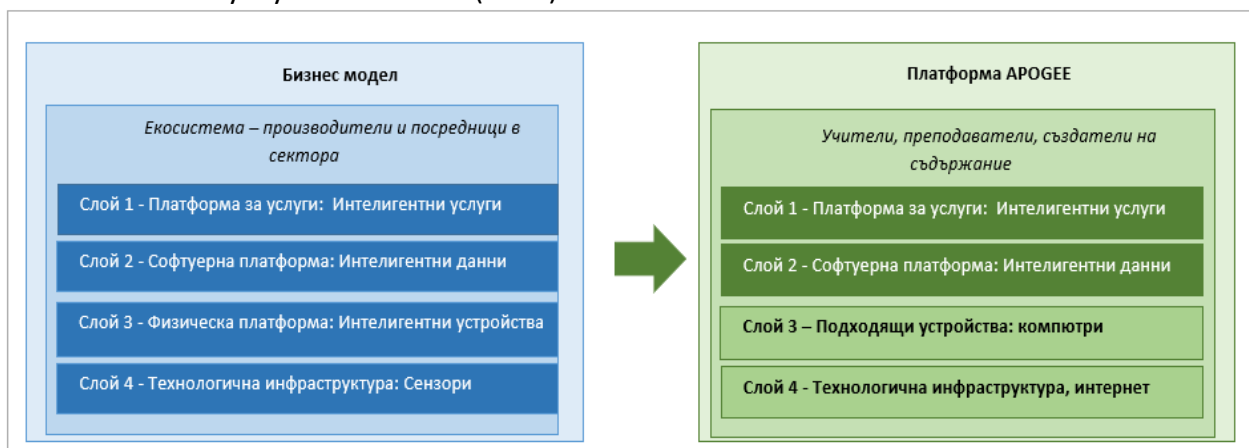
В четвърта глава е предложен пилотна практическа реализация на интелигентни услуги, на база на специализирания модел, разработен в платформата APOGEE. Дефинирани са основните характеристики и изисквания към функционалността и практическото изпълнение на интелигентните услуги.

### 4.1. Проектиране и пилотна реализация

За създаването на пилотен модел на система за интелигентни услуги е приложен итеративен подход. Целта на представеното решение е да се проучат практическите проблеми, възможности и подходи за създаване на работещи интелигентни услуги. Като използва опита и препоръките от пилотната реализация, създадените решения могат да се репликират с други програмни средства, някои процеси могат да бъдат автоматизирани, включително с интелигентни системи, могат да бъдат обогатени с допълнителни аналитични функционалности и модели за изход. Представеният пилотен модел има за цел да послужи като базово решение, което да тества и да позволи практическата валидация на практика основните концепции, като стане отправна точка за разработването на по-професионални системи.

#### Реализация на специализиран модел на интелигентни услуги

На фигура 9 е представено визуално решението на предложената реализация в рамките на платформата APOGEE спрямо базовия архитектурен модел за реализация на интелигентните услуги по Acatech (2015).



Фигура 9 Архитектура на услугите в платформата APOGEE, съпоставена с базовата архитектура на интелигентните услуги от Acatech (2015).

На първо място екосистемата от заинтересовани лица обхваща потенциалните потребители като учители, създатели на съдържание, преподаватели и други заинтересовани лица, като в бъдеще има потенциал да се създадат модели и подходи за



коопериране и интеграция с други комерсиални и некомерсиални услуги в областта на образованието и обучението чрез игри.

Основен обект на пилотната система е единствено първия слой – моделиране на интелигентни услуги, които да подпомагат потребителите да вземат решения в платформата APOGEE. За цялостна реализация, включваща останалите три слоя, е необходимо да бъде реализирана цялостната функционалност зад платформата APOGEE (като моментна адаптация чрез сензори за допир (в четвърти слой); интелигентна физическа платформа за разработване на игра за мобилни устройства или дори за виртуална реалност (трети слой), събиране и анализ на данни (втори слой). Това има за цел да покаже, че създаденият модел може да бъде разширен и има потенциала да реализира всички елементи на една пълноценна система за интелигентни услуги.

Пилотната реализация на специализирания модел на система за интелигентни услуги основно ще се насочи да подобри разбирането на учителите как да създават и разработват видео игри за обучение, както и да подобри тяхното разбиране за възможностите на игровата платформа в APOGEE за персонализиране и адаптиране въз основа на предпочитанията и нуждите на отделните ученици. Основната функционалност, включва подходящи решения, които могат да бъдат бързо модифицирани и разширявани (1) системи за препоръки въз основа на анализи на данни (2) подходи за илюстрация на основните концепции, персонализирани и интерактивни процеси за взаимодействие и комуникация при разработването на игрите. Тъй като в основата на интелигентните услуги са данните, за настоящата реализация се използват данни, които са събрани с въпросници извън системата, като целта ще бъде да се демонстрират различни подходи и препоръки и модели за конфигурация на решенията на база на тях.

#### 4.2. Пилотна реализация на платформата

Пилотната реализация за система за интелигентни услуги е разработена, достъпна на адрес <https://sites.google.com/view/smart-services-for-apogee/home> и е интегрирана с функционалностите - Google формуляри и Google диаграми. Уеб сайтът е на български език и съдържа четири основни раздела – Основна страница (Home), „Игрово обучение“, „Създаване на игри в APOGEE“, „Препоръки“ и „За нас“ (фиг. 10). На първо място е създадена информативна секция, посветена на темите за игрово обучение, в която се въвеждат теориите за активното учене, място и роля на игрите и възможностите за създаване на игрови сценарии за обучение, както и дефинирането на цели за игри за учене. Представени са някои от концепциите за използване на игри в обучението в резултат от проучванията и работата по първа и втора глава на настоящия труд. Специална страница е посветена на разработването на миниигри – тип пъзел, като обяснява как могат да се използват в учебното съдържание.





Фигура 10 Екранни снимки към някои от страниците в платформата за Интелигентни услуги

### Интерактивен подход за разработване на образователна игра обогатен лабиринт в платформата APOGEE

Основната роля на представената система за интелигентни услуги е да помогне на учителите да генерират образователни видео игри от тип обогатен лабиринт в платформата APOGEE. Към момента, за да се създаде игра в APOGEE, е необходимо да се разработи XML документ, в който трябва да се опишат всички елементи на играта, включително текстово съдържание, изображения, аудио файлове, както и да се дефинират миниигрите в залите на лабиринта.

От опита в работата по проект e-Creha, както и при създаването на други игри тип-обогатен лабиринт, се отбеляза, че създателите на съдържание (преподаватели, учители и други образователни специалисти) изпитват затруднения за разбирането на модела на APOGEE. Основните проблеми на преподавателите са свързани с възможностите за структуриране на текстове по табла, избор на подходящи изображения, разпределяне по стаи, определяне на съдържанието в миниигри пъзел. Първоначално беше разработен шаблон за описание на игровото съдържание в текстов редактор, но той не успя да подпомогне реалната работа в системата APOGEE, като процесът по дефиниране на игри продължи с месеци и с многобройни срещи за уточняване на учебното съдържание.

Затова, във втория раздел на платформата е разработен подход за итеративен процес за създаване на видео игри APOGEE. Чрез използването на отворени формуляри в платформата (google form) се позволява многократното редактиране и добавяне на допълнителни елементи. Това помага за създаването на интерактивен процес, в който участниците могат да се върнат на всяка стъпка и да добавят или променят текстове и изображения. Формулярите също така позволяват на създателите на играта да прикачат допълнителни изображения, аудио файлове, схеми и графични пана. Когато потребителят изпрати формулярите, той получава по електронната поща връзка към своите данни, което му позволява да прави множество промени и модификации.

**Процесът е структуриран в две основни стъпки** за дефиниране на учебно съдържание за разработване на учебни игри в платформата APOGEE. Всяка зала в лабиринта се генерира отделно, включително всички елементи като образователни панели и миниигри.

**Първата стъпка** представя общите параметри на видео-играта и включва основните характеристики на обогатения лабиринт: цели, избор на учебен сценарий и брой стаи.

**Втората стъпка** е посветена на дизайна на стаите в лабиринта. За всяка стая има отделен формуляр, в който се описва учебното съдържание за информационните панели (максимум 8 панела за всяка стая в лабиринта, върху които може да има текст и изображение), както и се определят пъзели и миниигри, които могат да бъдат разположени върху пода, по панелите или като невидими обекти. Учителите могат да прикачат текстури за визуално структуриране на стаята като текстура за под, стени и таван, да дадат модел на осветление, музикално оформление и друго. В края на страницата за създаване на лабиринт е прикачен формуляр за първата стая в лабиринта (фиг. 11). В него се изисква допълнителна информация като например име и сценарии на играта, определяне на образователни цели. Въпросникът обяснява ограниченията за съдържанието за стенните панели (напр. текст до 2000 знака, изображения с размер 800x400 пиксела, както и за миниигрите в лабиринта).

Фигура 11 Формуляр за структуриране на съдържанието в стая 1

След ръчна проверка подадените данни се прехвърлят от формуляра в структуриран XML шаблон, като се записват прикачените файлове за текстури, изображения и настройки за лабиринта. Необходимо е да се направят довършителни настройки (например разположение на триизмерни обекти) и финализиране на допълнителни детайли по процеса, преди да бъде изградена (build) съответната игра. Като следваща фаза, при завършване на платформата APOGEE тази стъпка за създаване на игри може да бъде частично или изцяло автоматизирана.

### Система за препоръки при разработване на образователна игра в платформата APOGEE

Третият раздел на платформата е посветен на система за препоръки, базирани на интелигентни услуги. Интелигентните услуги, които следва да подпомагат процесите по създаване на игрите в платформата APOGEE, както са дефинирани в трета глава. При пилотното разработване на представената система за интелигентни услуги са направени няколко модификации на услуги (A5 – автоматична адаптация и A6 – адаптация на виртуален играч) заради липса на създадена функционалност в системата. На тяхно място са дефинирани услуги за създаване на препоръки, насочени към персонализиране и адаптиране на обучението. Екранни снимки към интелигентните услуги за препоръки са дадени на фиг.12.



Фигура 4 Екранни снимки към услугите за препоръки на платформата за Интелигентни услуги

Основните предимства на интелигентните услуги при разработването на образователни видео игри е възможността да предоставят добри практики, на база на данни, проучвания и препоръки от други учители и създатели на игри. Представените на фиг. 12 екранни снимки показват възможността да се интегрират динамични електронни таблици и диаграми от инструментите на Google, които визуализират определени характеристики, предпочитания и добри практики. В рамките на платформата към момента са представени общи характеристики и специфичен профил на студенти и ученици, на база на събрани анкетни проучвания, които ще бъдат подробно проучени.

Планираното разработване на аналитични услуги към платформата APOGEE допълнително ще позволи да се събират и съпоставят разнообразни по обем и характер количествени и качествени данни пряко от системните файлове и от свързаните към системата формуляри и анкети за обратна връзка. Могат да се разработят допълнителни интерактивни модели за визуализиране на данни (тип интерактивни табла с данни), които да позволят да се правят разнообразни анализи и стратегии за разработване на интерактивни игри, създаване на препоръки за най-добри практики, предпочитани модели за адаптация и персонализация, базирани на опита на конкретни учители.

### 4.3. Изводи от четвърта глава

Както беше посочено, интелигентните услуги трябва да подпомагат създаването на стойност чрез подобряването на свързаността, данните, изчисленията и комуникацията (Lim & Maglio, 2019). Разработеният пилотен модел позволява на учителите да разработят образователни триизмерни видео игри от тип обогатен лабиринт, както и съвети и помощ при необходимост. Интелигентната система позволява да се съберат данни от различни източници – в пилотното издание за разработването на визуализациите са използвани примерни данни от проучвания на ученици и студенти. Чрез внедряването на аналитичните модули в платформа APOGEE ще могат да се изчислят и да се проучат различни зависимости за определяне на ефективността на ученето и удовлетвореността на обучаемите. Предложената реализация подобрява възможността да се работи съвместно и да се споделя не само крайния резултат, но и процеса по разработване на игра.

## Пета глава

В пета глава е разработен и представен концептуален модел за валидиране на резултатите от използването на интелигентни услуги за създаване на адаптивни и персонализирани видео игри. За валидирането на разработените решения са организирани два практически експеримента. Събрани са количествени и качествени данни от учители и преподаватели и е направен подробен анализ на постигнатите резултати и валидация на информационните решения.

### 5.1. Индикатори и показатели за оценяване на интелигентни услуги.

Използването на интелигентни услуги в позволява да се реализират редица предимства и ползи. За целите на по-доброто планиране и управление могат да бъдат разработени подходящи индикатори, свързани с обвързването на независими, обективни и количествено измерими метрики и показатели за успех.

#### Оценяване на интелигентните услуги в образованието

Задачите на интелигентните услуги е да подпомогне преподавателите с допълнителни функционалности за подобряване на ефективността и ефикасността на учебния процес. Интелигентните услуги позволяват по-добре да се оценят и разбират индивидуалните особености на обучаемите, както и да се създадат по-интерактивни, персонализирани и диференцирани дигитални системи. Подобряването на процесите по управление на знания с нови функционалности и подходи от интелигентните услуги може значително да подобри капацитета на преподавателите и тяхната ефективност при използване на образователни игри. Затова, при разработването на индикатори за оценяване и анализ в образованието са проучени по-подробно подходите за управление на знания.

В таблица 8 е направено обобщение на изследването на Antonova, Bontchev, Gourova (2020) за връзката между интелигентните услуги и процесите за управление на знания.

Таблица 2 Връзка между характеристиките на интелигентните услуги и процесите по управление на знания (Antonova, Bontchev, Gourova, 2020)

Интелигентни услуги	Характеристики на интелигентните услуги	Управление на знания
Комуникация	Взаимодействие със средата – машина-машина и човек-машина	Подобрява възможности за комуникация и взаимодействие с хора и системи подобрява разбирането за резултата при изпълнение на услугата и подобрява на комуникационните модели
Включва знания	Притежава способност за извличане на знания чрез машинно самообучение или системи, базирани на знания	Подобрява капацитета за събиране, съхраняване и извличане на добри практики и работа със структурирани и на неструктурирани човешки опит и знания
Способност за учене	Способност за разширяване и допълване на знанията в системата	Възможност за самообучение от анализ на данни, опит и извличане на зависимости от обратна връзка, препоръки и други неструктурирани данни.
Способност за вземане на решения	Капацитет за създаване на препоръки и анализ на възможности на база на евристични методи	Оценяване на ефективността и ефикасността на препоръките чрез анализ на обратната връзка, възможност за поставяне на тегла на оценките чрез подробен анализ на получената обратна връзка.

<b>Способност за разбиране на околната среда</b>	Събиране на данни от средата	Подобряване на капацитета за разбиране на контекста и околната среда при предоставянето на услугата
<b>Разпознаване на контекста</b>	Капацитет за интерпретиране на контекста на база на данни от средата	Подобряване на капацитета за разпознаване на ключови характеристики от контекста и ефикасност на предоставената услуга.
<b>Капацитет за контролиране на изпълнението</b>	Капацитет за реакция на база на средата	Анализ на обратна връзка и анализ на функционалностите за контрол и реакция
<b>Самоорганизация</b>	Капацитет за независимо адаптиране на функционалности и елементи	Анализ на обратна връзка и анализ на ефективността при самоорганизиране и адаптация към средата

На база на посочените характеристики и подходи могат да се създадат конкретни индикатори за успех за оценяване на комплексни интелигентни услуги в сектора на услугите.

#### **Подход за оценяване и валидиране на пилотна система за интелигентните услуги**

За да се провери доколко разработената пилотна система за интелигентни услуги в четвърта глава отговаря на нуждите на преподавателите и подпомага процесите по създаване на игри, ще бъдат използвани следните индикатори за успех. Като база е взета матрицата на Ney et al. (2012), която цели да провери доколко са изпълнени следните индикатори за успех и доколко системата разработената система подобрява:

1) **собствената мотивация на учителя** да използва и създава игри: доколко разработената система е подпомогнала и подобрила разбирането и желанието на преподавателите за създаването на образователни игри- тип обогатен лабиринт.

2) **нуждите и спецификите на обучаемите**: до каква степен системата е подобрила разбирането на преподавателите за нуждите на обучаемите и възможностите за персонализиран подход.

3) **съдържанието и функциите на играта**: до каква степен са подобрени възможностите на преподавателите да създават и разбират подходите за създаване на игрово съдържание и съдържание за приложените миниигри.

5) **дизайн на сценарии за обучение**: до каква степен системата подобрява разбирането за ролята и мястото на игрите в процеса на обучение.

6) **оценка на резултатите от игровото обучение**: до каква степен потребителите разбират как могат да оценят практическите резултати на играчите.

Единственият индикатор от изброените в модела на Ney et al. (2012), който не е разгледан изрично в представения модел, е (4) **практически настройки в класната стая**, тъй като пилотната реализация на системата не засяга въпроси свързани с технологичните характеристики, практическите и логистични предизвикателства за реалното въвеждане на разработените игри в класната стая. Освен посочените в матрицата индикатори отделно се разглежда доколко разработената система помага и улеснява практическата реализация за създаване на образователни видео игри. Тук могат да бъдат разгледани характеристики като време за разработването на игрите, ресурси за създаване на игри; усилия за създаване на учебни игри; подходи за обвързване на игрите с учебния процес; възможности за взаимодействие с други заинтересовани и работа в екип.

## 5.2. Експериментално тестване и валидиране

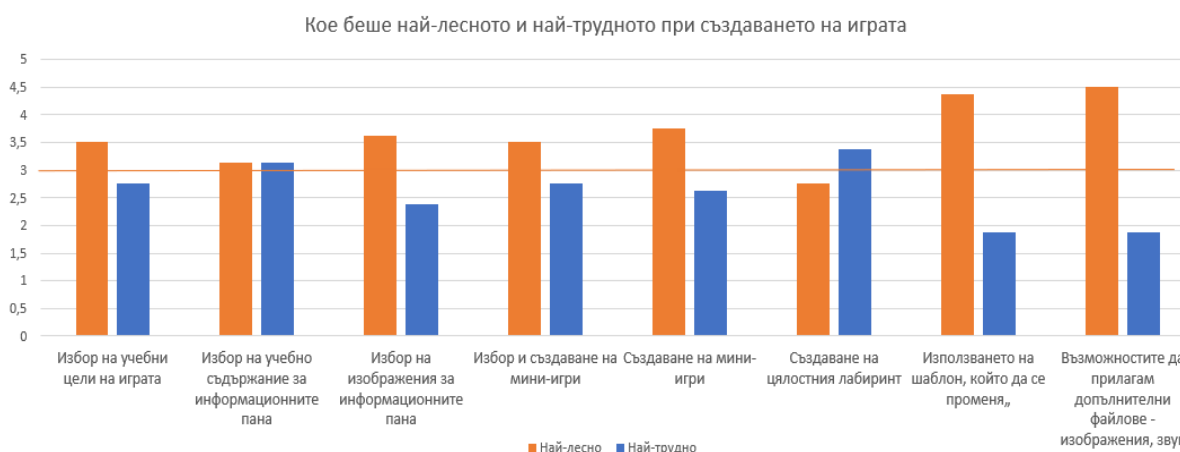
Подходите и моделите за създаване на персонализирани и адаптивни игри бяха валидирани и тествани на практика с участниците в работен семинар, организиран на 9, 10 и 11 декември 2022 г. в гр. София в рамките на проект e-Creha (<https://www.ecreha.org>). Семинарът беше посветен на използването на игри, игрови подходи и сериозни игри в образованието и е обвързан с изпълнението на задачите на българския екип – разработване на четири учебни игри от тип-лабиринт на теми, свързани с влиянието на климатичните промени и опазването на архитектурното наследство. В семинара взеха участие общо 15 преподаватели от ВУЗ от България, Италия, Турция, Франция и Холандия.

В рамките семинара участниците успяха да подберат и разработят подходящо учебно съдържание за примерна игра от тип-лабиринт с четири учебни стаи. След тестването на играта бяха събрани количествени данни чрез въпросник и качествени данни от дискусия и обратна връзка. Анкетата е разработена на английски език, включва общо 17 въпроса, като 14 въпроса са свързани със създаването на игра в платформата и 3 въпроса за удовлетвореността от логистиката и учебната програма като цяло. Общо 8 участника от 15 присъстващи се включиха и попълниха структурирания въпросник.

С оглед на представения модел за оценка и валидация, отношението на преподавателите към създаването на компютърни игри се подобрява. Преподавателите оценяват като по-скоро лесен процесът на работа със системата. Като най-лесно е отбелязано използването на шаблон за попълване и възможностите да се прилагат допълнителни файлове. Изборът на учебни цели и учебно съдържание са отбелязани като най-предизвикателни.

По отношение на подходите за персонализиране на играта, водещи предпочитания са възраст или клас на обучаемите, стил на учене и стил на игра, както и конкретен интерес към учебната дисциплина, а добрите практики, опитът на преподаватели и учащи се и индивидуалните предпочитания са в голяма степен полезни.

В отворените въпроси повечето участници отбелязват, че процесът за разработване и създаване на игри е бил лесен за тях, те виждат потенциал за създаване на учебни игри за своите студенти, разбират подходите за създаване на учебни игри (фиг.13). Един от участниците е отбелязал, че семинарът го мотивира да проучи игри в неговата област - архитектурен дизайн. Необходими са повече изследвания за приложимостта на игрите и игровите подходи в различни предмети и приложни области.



Фигура 13 Кое беше най-лесно и най-трудно при създаването на компютърна игра в системата (Ликертова скала -1-5, 1 -Определено не, 5 – Определено да)



Вторият експеримент за валидиране на резултатите беше организиран със студенти в бакалавърски курс от ФМИ към СУ „Св. Климент Охридски“ през декември 2022 г. Основната задача пред студентите беше да подберат и систематизират учебно съдържание спрямо избраната тема, включително и да създадат изображения, визуализации и схеми, както и текст и аудио съдържание, както и да дефинират съдържанието на избраните миниигри пъзели.

В рамките на този експеримент бяха разработени 4 тестови игри – игра лабиринт с две стаи, посветена на стиловете на учене и стиловете на играене (VARK), игра-лабиринт с три стаи на тема- Континенти, игра (1 стая) - Триъгълници и една допълнителна тестова игра (1 стая) – мисия Лекар\* (разработена от хон.ас. Лили Костова). Всички представени игри работят и са функционални, създадени са в рамките на няколко часа след подаване на основните материали (включително допълнителната обработка на изображения и други). Те могат лесно да се променят, адаптират към конкретна ситуация, да се модифицират и да бъдат редактирани многократно.

След създаването на играта студентите бяха помолени да попълнят въпросник за обратна връзка. Анкетата е анонимна и е изпълнена след като студентите са генерирали учебното съдържание, но преди да са тествали разработената игра. Анкетата включва 13 въпроса (основно преведени от семинара по e-Creha), като 3 от въпросите са отворени. Общо 15 студенти са попълнили въпросника и са върнали коментари и обратна връзка.



Фигура 14 Визуализации от проектираните учебни игри от експериментите със студенти.

Опитът от работата на студентите показва, че създаването на образователни триизмерни игри тип „лабиринт“ е интересно, но също така и предизвикателно и изисква нов начин на мислене. Някои студенти, които работиха самостоятелно срещнаха затруднения да разберат възможностите и ограниченията на игровата платформа. От данните във въпросника се вижда, че студентите са се ориентирали по-скоро лесно в системата, разбрали са как да генерират игра от типа APOGEE, получили са допълнително информация за ползите от компютърните игри в преподаването. Студентите са малко по-критични и по-взискателни към технологиите за създаване на видео игри тип лабиринт от преподавателите. Това е донякъде естествено, тъй като те са свикнали бързо да разучават нови графични системи и да усвояват как да работят с нови системи и технологии. Въпреки

това е хубаво да се отбележи, че дори и при тях преобладава по-скоро положително отношение към подходите за създаване на персонализирано и адаптивно съдържание.

Чрез представения подход на валидация беше разработено учебно съдържание и няколко напълно функционални игри-тип лабиринт, с включени миниигри пъзели в рамките на няколко часа. Създаде се увереност и интерес сред студенти и преподаватели, че могат да създават собствени триизмерни игри, както и се разви положително отношение към създаването и използването на игри в обучението. Освен това бяха обсъдени и дискутирани различни концепции за разработването на персонализирано и адаптивно решение в образованието.<sup>7</sup>

### 5.3. Изводи от пета глава

Създаването на персонализирано и адаптивно решение в образованието е сложен процес, отчасти заради опита и очакванията, изискванията към функционалностите на съответните решения и към тяхната педагогическа роля. Игровите платформи не са еднакви и трябва да се изберат най-подходящите видове игри спрямо съответната платформа и образователни цели. Трябва да се осмислят и разработят различни добри практики, сценарии и препоръки как могат учителите да интегрират съдържание от разнообразни учебни дисциплини със средствата на платформата APOGEE.

Дизайнът на учебната игра е малка част от всички задачи, които учителите трябва да обмислят, но въпреки това той е от изключително значение за игровото преживяване. Затова е важно учителите да могат да тестват сами, както и да използват препоръки и подходи за автоматична адаптация. Важно е да се предоставят библиотеки с подходящи обекти, изображения и шаблони, които да позволяват на учителите да създават добре изглеждащи игри.

## Заклучение

Дисертационния труд “Интелигентни услуги за разработване на персонализирано и адаптивно образователно видео игри” направи анализ и изследва теоретично и емпирично някои от най-важните предизвикателства, свързани с: (1) разработването и прилагането на интелигентни услуги за подпомагане на учители за развиване, прилагане и адаптиране на образователни видео игри; (2) създаване на подходи и сценарии за разработване и използване на видео игри в образователния процес; (3) създаване на персонализирано и адаптивно образователно видео игри.

### Обобщение на постигнатите резултати

При реализацията на дисертационния труд бяха изпълнени успешно заложените задачи и бяха постигнати конкретни научни, научно-приложни и приложни приноси. Резултатите от изследванията са публикувани самостоятелно и в съавторство, като в същото време допринесоха за успешното изпълнение и реализация на дейностите в съответните научно-изследователски проекти. Като общи изводи от работата по дисертационния труд могат да се направят следните заключения:

---

<sup>7</sup> Тези резултати са представени в публикацията Antonova A.,(2023), Validating a Model of Smart Service System, Supporting Teachers to Create Educational Maze Video Games, подадена за MIPRO 2023 - 46th Convention, CE - Computers in Education, приет абстракт.



На първо място, все още съществуват редица технологични и организационни ограничения за използването на видео игри в класната стая. В настоящите условия в повечето училища, видео игрите, които могат да се използват от учителите трябва да могат да бъдат представени чрез мултимедиен проектор и изиграни от индивидуални устройства (смарт телефони). Това показват и емпиричните данни, разкриващи различни разпространени платформи за образователни видео игри в училищен контекст (например Kahoot!; quizlet и други).

На второ място, при изпълнението на дисертационния труд се отбеляза трудността на учителите да влязат в ролята на създатели на интерактивни и дигитални учебни преживявания. Необходими са допълнителни усилия (включително и чрез разработване на учебни материали и учебни ресурси) за развиване на умения и подходящи нагласи на настоящи и бъдещи преподаватели, така че да оценят предимствата от проектиране на мотивиращи и удовлетворяващи учебни преживявания. За да се превърнат учителите в дизайнери и създатели на сценарии за активно учене чрез игрови подходи, те трябва да приемат новите очаквания към ролята на учителя. Разработването и прилагането на видео-игра за обучение не трябва да се разглежда като отделна и самостоятелна дейност, тъй като тя е част от цялостното интегриране на технологии в обучението. Затова трябва да се промени разбирането как да се създават сложни и ангажиращи сценарии за обучение, как да се разработват мотивиращи учебни дейности и чак след това трябва да се разглеждат какви технологични системи и игрови платформи да се използват.

На трето място, работата показва, че интелигентните услуги все повече могат да бъдат универсално разработвани и адаптирани не само в производството, но и в сектора на услугите. В образованието интелигентните услуги могат да подпомогнат преподавателите за прилагане на повече творчески подходи чрез предоставяне на препоръки, гъвкави решения и добри практики в зависимост от индивидуалните нужди на обучаемите и конкретния образователен контекст. Системите за интелигентни услуги могат да помогнат на учителите да планират, реализират и оценяват различни сценарии и активни методи на преподаване, на база на анализ на данни и аналитични модели.

Използването на интелигентни и иновативни решения в клас трябва да допринася за по-доброто адаптиране и персонализиране на учебния процес към нуждите на учениците. Само така въвеждането на работи или системи за виртуална и добавена реалност могат да бъдат интегрирани в учебния процес, така че да донесат добавена стойност и допълнителна полза като подобряване на ефективността и удовлетвореността на учебния процес.

Въпреки ограниченията на разработеното решение, предложеният подход е универсален и може да бъде използван както при доусъвършенстване на платформата APOGEE, така и при други системи за използване на образователни игри, сериозни игри или други интерактивни дейности в обучението. Интелигентните услуги успешно подпомагат преподавателите и създават допълнителен интерес и желание да разбират, разработват, използват и прилагат на практика видео игри за обучение.

### Насоки за бъдеща работа

В разработения труд бяха разгледани много въпроси, които начертаха посоки за допълнителни изследвания и усъвършенстване на разработените подходи. Получените резултати в дисертационния труд ще бъдат използвани при довършването на

платформата за образователни видео игри APOGEE, както и за създаване на допълнителни функционалности към нея в помощ на преподаватели и учители.

В рамките на работата по дисертационния труд бяха проучени с унифицирана анкета индивидуални предпочитания на 550 ученици и студенти в различни училища и университети, като предстои по-обстоятелствен анализ на резултатите и правенето на изводи за персонализиране на обучението чрез игри. Предварителните анализи показват, че профилите на обучаемите се различават между различните училища и университетски специалности. Резултатите от това проучване могат да допринесат да се постигне по-добро разбиране как да се въведат ефективни игрови подходи в клас, като основните подходи за игровизация в момента залагат на конкурентни подходи за игра.

Като бъдещи насоки за изследвания по темите от дисертационния труд могат да се посочат и допълнителни проучвания за прилагането на интелигентните услуги в различни сектори, както и тяхната практическа реализация. Авторът счита, че с напредването на технологиите, перспективите за разработване на интелигентни услуги стават все по-актуални и тяхната роля може да бъде от стратегическо значение при управяване на процеси от разстояние, при избор на подходящи модели и методи за вземане на решения при извличане на добри практики и използване на аналитични подходи и други.

## Авторска справка

### Приноси на дисертационния труд

В рамките на предложения труд са постигнати следните научни, научно-приложни и приложни приноси, свързани с изследването на същността на интелигентните услуги и тяхната успешна реализация за подпомагане създаването на персонализирани и адаптивни образователни видео игри от тип обогатен лабиринт.

#### А. Научни приноси

1. Предложен е концептуален модел на интелигентни услуги в помощ на преподавателите, за създаване на персонализирани и адаптивни учебни сценарии.
2. В рамките на концептуалния модел е предложен базов модел за интелигентни услуги за прилагане и разработване на образователни видео игри по конкретни образователни сценарии.

#### Б. Научно-приложни приноси

3. Критичен сравнителен анализ за възможностите на интелигентни услуги за подпомагане на преподавателите в процеса на създаване на персонализирани и адаптивни образователни видео игри и препоръки за разработването на такива услуги. (Изводи и препоръки)
4. Сравнителен анализ на подходите за персонализация и адаптация в обучението чрез активни методи на обучение, включително обучение чрез игри, и нужди за подпомагане на учителите за тяхното прилагане.
5. Въз основа на базовия модел е предложен специализиран модел за интелигентни услуги за разработване на образователни видео игри от тип обогатен лабиринт.

#### В. Приложни приноси

6. Реализация на специализирания модел на интелигентни услуги за създаване на образователни видео игри.
7. Създаване на методология за валидиране на интелигентните услуги, анализ на резултатите от валидирането и оценяване на интелигентните услуги.

8. Практическо валидиране на интелигентните услуги и оценяване на тяхната полезност за преподавателите в процеса на създаване на образователни видео игри тип лабиринт.

### Публикации

В рамките на разработения труд са използвани части от следните публикации.

1. **Antonova, A. (2018)**, Smart Services as Scenarios for Digital Transformation., In the proceedings of Conference "Industry 4.0" Borovetz, Bulgaria, Vol.2, pp. 301-304.
2. **Antonova, A., Bontchev, B. (2019)** Designing Scenarios for Personalized Learning: Enabling Teachers to Apply Educational Video Games in Class, International Journal of Education and Learning Systems, IARAS, ISSN: 2367-8933, Volume 4, 2019, pp.20-26.
3. **Antonova, A., Dankov, Y.,(2023)**, Smart Services in Education: Facilitating Teachers to Deliver Personalized Learning Experiences. In: Silhavy, R., Silhavy, P., Prokopova, Z. (eds) Data Science and Algorithms in Systems, CoMeSySo 2022, Lecture Notes in Networks and Systems, vol 597. Springer Cham., pages: 108-117, ISBN: 978-3-031-21438-7, [https://doi.org/10.1007/978-3-031-21438-7\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-031-21438-7_9), Ref Scopus, SJR: 0,15 (2021).
4. **Antonova, A., Dankov, Y., Bontchev, B.,(2019)**, Smart Services for Managing the Design of Personalized Educational Video Games, In Proceedings of the 9th Balkan Conference on Informatics, Article No.: 20, 8 pages, ACM International Conference Proceeding Series, ISBN:978-1-4503-7193-3, Ref Scopus, SJR: 0.2 (2019). (Best paper award)
5. **Antonova, A., Bontchev, B. (2019, July)** Exploring puzzle-based learning for building effective and motivational maze video games for education, Proc. of 11th annual Int. Conf. on Education and New Learning Techn. (EDULEARN19), ISBN: 978-84-09-12031-4, Palma de Mallorca, Spain, pp. 2425-2434.
6. **Antonova A., Bontchev B.**, Designing Smart Services to Support Teachers to Create Personalized and Adaptable Video Games for Learning, ERIS, 2022 (in print)
7. **Antonova, A., Bontchev, B., Gourova, E.,2020**, Knowledge Management Approaches for Smart Services for Designing Adaptable and Personalised Video Games, In the Proceedings of ECKM 2020, Academic Conferences International Limited, pp. 65-72, ISBN-10: 1912764814, ISBN: 978-1-7138-2198-4, DOI:10.34190/EKM.20.212, Ref Scopus, SJR: 0,13 (2020).

### Участия в проекти

За успешната реализация на настоящия труд бяха използвани резултати от участието на автора в следните национални и международни проекти:

1. Проект АРОГЕЕ - „Иновативна платформа за интелигентни адаптивни видео игри за обучение“, с ръководител проф. Боян Бончев, финансиран от Национален фонд „Научни изследвания“ на МОН по Договор № DN12/7/2017. Проектът е приключил успешно през 2022г. Работа по глави 1, 3, 4 и 5.
2. Проект e-CREHA - (education for Climate Resilient European Architectural Heritage) 2020-2023г., номер на проекта: 2020-1-NL01-KA203-064610, с ръководител на българския екип проф. Боян Бончев, финансиран по програма Erasmus +. Работа по глава 5.
3. Проект ClimaTePD - „Към нов модел за развитие на професионалните компетентности на учителите в областта на климатичните промени“ 2020-2023 г.

номер на проекта: 2020-1-EL01-KA226-SCH-094834, финансиран по програма Erasmus +. Работа по глава 1.

4. Проект DigiLEAD - Supporting School leaders to build a digital transformation strategy - 2021-2024г. номер на проекта: 2021-1-BG01-4KA220-SCH-000032711, с ръководител на българския екип доц. Елисавета Гурова, финансиран по програма Erasmus +. Работа по глава 1 и 2.

### Декларация за оригиналност

Декларирам, че представената във връзка с провеждането на процедура за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ в Софийски университет “Св. Климент Охридски“ дисертация на тема: „ Интелигентни услуги за разработване на персонализирани и адаптивни образователни видео игри“ е мой труд.

Цитиранията на всички източници на информация, текст, илюстрации, таблици, изображения и други са обозначени според стандартите.

Резултатите и приносите на проведеното дисертационно изследване са оригинални и не са заимствани от изследвания и публикации, в които нямам участие

## Библиография на автореферата

- Abt, C. C. (1987). *Serious games*. University press of America.
- Acatech (eds.). (2015). *Smart Service Welt—Recommendations for the Strategic Initiative Web-based Services for Businesses*, Berlin.
- Antonova A., (2023) *Validating a Model of Smart Service System, Supporting Teachers to Create Educational Maze Video Games*, *submitted for publication* at MIPRO 2023 - 46th Convention, CE - Computers in Education.
- Barab, S., Pettyjohn, P., Gresalfi, M., Volk, C., & Solomou, M. (2012). Game-based curriculum and transformational play: Designing to meaningfully positioning person, content, and context. *Computers & Education*, 58(1), 518-533.
- Beverungen, D., Müller, O., Matzner, M., Mendling, J., & vom Brocke, J. (2017). Conceptualizing smart service systems. *Electronic Markets*, 1-12.
- Bontchev, B., & Vassileva, D. (2017). Affect-based adaptation of an applied video game for educational purposes. *Interactive Technology and Smart Education*, 14(1), 31-49.
- Bontchev, B., Vassileva, D., Aleksieva-Petrova, A., Petrov, M. (2018) *Playing styles based on experiential learning theory*, *Computers in Human Behavior*, Elsevier, No. 85, 2018, 319-328, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.04.009>
- Bontchev, B., Vassileva, D., Dankov, Y. (2019a); [The APOGEE Software Platform for Construction of Rich Maze Video Games for Education](#), Proc. of 14th International Conference on Software Technologies (ICSOFT'2019), INSTICC, Prague, Czech Republic, 26-28 July, 2019, ISSN: 2184-2833, ISBN: 978-989-758-379-7, pp.491-498 (SJR=0.138/2018).
- Bontchev, B. (2019b). Rich educational video mazes as a visual environment for game-based learning. In *CBU International Conference Proceedings (Vol. 7, pp. 380-386)*.
- Bontchev, B., Antonova, A., & Dankov, Y. (2020, July). Educational video game design using personalized learning scenarios. In *International Conference on Computational Science and Its Applications (pp. 829-845)*. Springer, Cham.
- Bontchev, B., Naydenov, I., Adamov, I.(2021) [Controlling Adaptation in Affective Serious Games](#), Int. IEEE Conf. "Automatics and Informatics 2021" (ICAI'21), 30 September-2 October 2021, Varna, Bulgaria, ISBN: 978-1-6654-2661-9, IEEE, 2021, pp. 159-162, (SCOPUS) DOI: <https://doi.org/10.1109/>
- Bray, B., & McClaskey, K. (2013). *A Step-by-Step Guide to Personalize Learning*. *Learning & Leading with Technology*, 40(7), 12-19.
- Bray, B., McClaskey K., (2016) *How to Personalize Learning: A Practical Guide for Getting Started and Going Deeper*. Corwin Press.
- Cassidy, S. (2004). Learning styles: An overview of theories, models, and measures. *Educational psychology*, 24(4), 419-444.
- Coffield, F., Moseley, D., Hall, E., & Ecclestone, K. (2004). *Should we be using learning styles? What research has to say to practice.*, Learning and Skills Research Centre, UK, достъпно на <https://www.voced.edu.au/content/ngv:12401>
- Dankov, Y., Bontchev, B. (2021) *Software Instruments for Management of the Design of Educational Video Games*, in: *Advances in Intelligent Systems and Computing, Volume 1378*, pp. 414–421, [https://doi.org/10.1007/978-3-030-74009-2\\_53](https://doi.org/10.1007/978-3-030-74009-2_53).
- Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O'Hara, K., & Dixon, D. (2011a, May). Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts. In *CHI'11 extended abstracts on human factors in computing systems*. ACM. 2425-2428

- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2015). Gamification in education: A systematic mapping study. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(3).
- Eastwood, J. L., & Sadler, T. D. (2013). Teachers' implementation of a game-based biotechnology curriculum. *Computers & Education*, 66, 11-24.
- Egenfeldt-Nielsen, S. (2004). Practical barriers in using educational computer games. *On the Horizon*, 12(1), 18-21.
- Egenfeldt-Nielsen, S. (2010). The challenges to diffusion of educational computer games. *Leading Issues in Games Based Learning*, 141.
- Foster, A., & Shah, M. (2015). The play curricular activity reflection discussion model for game-based learning. *Journal of Research on Technology in Education*, 47(2), 71-88.
- Gros, B. (2007). Digital games in education: The design of games-based learning environments. *Journal of research on technology in education*, 40(1), 23-38.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016, January). Design principles for industrie 4.0 scenarios. In *System Sciences (HICSS), 2016 49th Hawaii International Conference on (3928-3937)*. IEEE.
- Honey, P., & Mumford, A. (1992). *The manual of learning styles: Revised version*. Maidenhead: PeterHoney.
- Jaipal, K., & Figg, C. (2009). Using video games in science instruction: Pedagogical, social, and concept-related aspects. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 9(2), 117-134.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction* (p. 93). San Francisco: Wiley.
- Kennette, L. N., & Beechler, M. P. (2019). Gamifying the classroom: Tips from the trenches. *Transformative Dialogues: Teaching and Learning Journal*, 12(1).
- Ketelhut, D. J., & Schifter, C. C. (2011). Teachers and game-based learning: Improving understanding of how to increase efficacy of adoption. *Computers & Education*, 56(2), 539-546
- Kolb, D. 1984, *The experiential learning: Experience as the source of learning and development*. NJ: Prentice-Hall.
- Leite W. L., Svinicki, M. & Shi Y., (2010) Attempted validation of the scores of the VARK: learning styles inventory with multitrait-multimethod confirmatory factor analysis models, *Educational and psychological measurement*, 70(2), 323-339.
- Lim, C., P. Maglio. Clarifying the Concept of Smart Service System. *Handbook of Service Science, Volume II*, (2019) 349-376.
- Magnussen, R. (2007). Teacher roles in learning games-When games become situated in schools. In *DiGRA Conference*.
- Marienko, M., Nosenko, Y., Sukhikh, A., Tataurov, V., & Shyshkina, M. (2020). Personalization of learning through adaptive technologies in the context of sustainable development of teachers education., *ICSF 2020*, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016610015>
- Marklund B., Taylor, A., (2015). Teachers' many roles in game-based learning projects. In *European Conference on Games Based Learning 2015* (pp. 359-367). Academic Conferences and Publishing International Limited.
- Ney, M., Emin, V. and Earp, J.: Paving the way to Game Based Learning: a question matrix for Teacher Reflection. *Procedia Computer Science*, 15, pp.17-24. (2012)
- Neuhuetler, J., Ganz W., Liu, J. (2017). An integrated approach for measuring and managing quality of smart senior care services. In *Advances in The Human Side of Service Engineering* (pp. 309-318). Springer, Cham (2017).

- Otto, B., Juerjens, J., Schon J., Auer S., Menz N., Wenzel S., Cirullis J., (2016), Industrial Data Spaces, Fraunhofer Institute whitepaper available on: <https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/en/fields-of-research/industrial-data-space/whitepaper-industrial-data-space-eng.pdf>
- Papadatou-Pastou, M., Touloumakos, A. K., Koutouveli, C., & Barrable, A. (2021). The learning styles neuromyth: when the same term means different things to different teachers. *European Journal of Psychology of Education*, 36(2), 511-531.
- Paunova-Hubenova, E., Terzieva, V., Dimitrov, S., Boneva, Y. (2018). "Integration of Game-Based Teaching in Bulgarian Schools – State of Art", *ECGBL 2018*, Sophia Antipolis, France, 4-5 October, ISSN 2049-0992, 516-525.
- Paunova-Hubenova, E., Terzieva, V. (2019). "Information Technologies in Bulgarian School Education", *INTED 2019*, 11-13 March, Valencia, Spain, IATED, ISBN: 978-84-09-08619-1, 5226-5235.
- Paunova-Hubenova, E., Dankov, Y., Terzieva, V., Vassileva, D., Bontchev, B., Antonova, A. (2022) Ready to play – a comparison of four educational maze games, *Proc. of NIDS'22*, Athens, Greece, 2022, September, Springer
- Reinhold, J., Frank, M., Koldewey, C., Dumitrescu, R., & Buss, E. (2020). In-depth Analysis of the Effects of Smart Services on Value Creation. In *ISPIM Conference Proceedings* (pp. 1-17). The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM).
- Salen, K., Tekinbaş, K. S., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. MIT press.
- Susi, T., Johannesson, M., & Backlund, P. (2007). Serious games: An overview. достъпно на <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:2416/FULLTEXT01.pdf>.
- Terzieva, V., Paunova, E., Bontchev, B., Vassileva, D. (2018, July) [Teachers Need Platforms for Construction of Educational Video Games](#), *Proc. of the 10th Annual Int. Conf. on Education and New Learning Technologies (EDULEARN2018)*, IATED, Palma de Mallorca, Spain, ISBN: 978-84-09-02709-5, doi: 10.21125/edulearn.2018.1922, pp.8260-8270.
- Terzieva, V., Paunova-Hubenova, E., Bontchev, B. (2018, October) [Identifying the User Needs of Educational Video Games in Bulgarian Schools](#), *Proc. of the 12th European Conference on Game-Based Learning (ECGBL 2018)*, ISBN: 978-1-911218-99-9, ACPI, Sophia Antipolis, France, pp.687-695
- Terzieva, V., Paunova-Hubenova, E., Bontchev, B. (2019) [Personalization of Educational Video Games in APOGEE](#), *Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering*, Vol. 328, Springer, Cham., pp 477-487. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-53294-9\\_34](https://doi.org/10.1007/978-3-030-53294-9_34).
- Tzuo, P. W., Ling, J. I. O. P., Yang, C. H., & Chen, V. H. H. (2012). Reconceptualizing pedagogical usability of and teachers' roles in computer game-based learning in school. *Educational Research and Reviews*, 7(20), 419-429.
- Watson, W., & Yang, S. (2016). Games in schools: Teachers' perceptions of barriers to game-based learning. *Journal of Interactive Learning Research*, 27(2), 153-170.
- Zheng, P., Wang, Z., Chen, C. H., & Khoo, L. P. (2019). A survey of smart product-service systems: Key aspects, challenges and future perspectives. *Advanced engineering informatics*, 42, 100973.