



СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“  
ФАКУЛТЕТ ПО МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА



**маг. Явор Иванов Данков**

# **ИНСТРУМЕНТИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ И ОЦЕНКА ПРИ ОРИЕНТИРАН КЪМ ПОТРЕБИТЕЛЯ ПОДХОД НА ПРОЕКТИРАНЕТО НА ВИДЕО ИГРИ ЗА ОБУЧЕНИЕ**

## **АВТОРЕФЕРАТ**

на дисертация за придобиване на образователна и научна степен „Доктор“,  
професионално направление 4.6 „Информатика и компютърни науки“  
(докторска програма „Компютърни науки“)

Научни ръководители:

проф. д-р Боян Паскалев Бончев

доц. д-р Димитър Йорданов Биров

София  
2022

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита на 17.03.2022 г. на разширено заседание на катедра „Изчислителни системи (Временно присъединена към катедра „Мехатроника, роботика и механика“)“ на Факултет по математика и информатика на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ с разширение в състав: проф. д-р Боян Паскалев Бончев, проф. д-р Иван Колев Койчев, доц. д-р Десислава Георгиева Петрова-Антонова, доц. д-р Милен Йорданов Петров, доц. д-р Александър Димов Димов. Разширението на катедрата е направено със заповед РД-38-142 от 04.03.2022 г. на Ректора на Софийски университет „Св. Климент Охридски“.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на открито заседание на научно жури в състав:

проф. д-р Боян Паскалев Бончев, кат. „Софтуерни технологии“, ФМИ, СУ, София  
проф. д-р Ангел Атанасов Голев, кат. „Софтуерни технологии“, ФМИ, ПУ, Пловдив  
доц. д-р Десислава Георгиева Петрова-Антонова, кат. „Софтуерни технологии“,  
ФМИ, СУ, София  
доц. д-р Десислава Антонова Иванова, кат. „Информатика“, ФПМИ, ТУ, София  
доц. д-р Борис Благовестов Шишков, кат. „Информационни системи и технологии“,  
ФИН, УниБИТ, София

Дисертационният труд се състои от увод, четири глави, заключение, списък на научните публикации на автора по темата на дисертационния труд, библиография, едно приложение, и е в обем от 134 страници. Към работата са добавени приноси на дисертационния труд, декларация за оригиналност и насоки за бъдещо развитие. Списъкът на използваната литература се състои от 130 цитирани източника. Дисертацията съдържа 24 фигури и 17 таблици. Номерата на фигурите и таблиците в автореферата съответстват на тези в дисертационния труд.

Списъкът на научните публикации на автора по темата на дисертационния труд се състои от шест заглавия. От посочените публикации една е в международно научно списание (*SJR SCOPUS*) и пет в международни научни конференции (*SJR SCOPUS*).

Дисертантът е редовен докторант към катедра „Изчислителни системи (Временно присъединена към катедра „Мехатроника, роботика и механика“)“ на Факултет по математика и информатика на Софийски университет „Св. Климент Охридски“.

Автор: **маг. Явор Иванов Данков**

Заглавие: **„Инструменти за управление и оценка при ориентиран към потребителя подход на проектирането на видео игри за обучение“**

София, 2022 г.

## Съдържание

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД</b> .....  | <b>4</b>  |
| Актуалност на проблема.....  | 4         |
| Обект и предмет на изследването.....   | 4         |
| Цел и задачи на дисертационния труд .....  | 5         |
| Структура на дисертационния труд .....   | 5         |
| <b>КРАТКО СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД</b> .....  | <b>6</b>  |
| <b>ГЛАВА 1. СЪВРЕМЕНО СЪСТОЯНИЕ НА ИЗСЛЕДВАНАТА ОБЛАСТ</b> .....   | <b>6</b>  |
| <b>ГЛАВА 2. ТАКСОНОМИЯ НА ИНСТРУМЕНТИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ И ОЦЕНКА НА ПРОЕКТИРАНЕТО НА ВИДЕО ИГРИ ЗА ОБУЧЕНИЕ</b> .....  | <b>6</b>  |
| 2.1. Таксономия на софтуерни инструменти за управление и оценка на проектирането на видео игри за обучение, с подход, ориентиран към потребителя .....         | 7         |
| 2.2. Специализирана таксономия <i>TIMED-VGE</i> за образователни видео игри от тип лабиринт.....   | 9         |
| 2.3. Изводи .....  | 12        |
| <b>ГЛАВА 3. ПРИЛОЖЕНИЕ НА СПЕЦИАЛИЗИРАНАТА <i>TIMED-VGE</i> ТАКСОНОМИЯ В ПЛАТФОРМАТА АПОГЕЙ</b> .....  | <b>12</b> |
| 3.1. Онлайн платформа АПОГЕЙ за създаване и използване на образователни видео игри от тип лабиринт .....   | 13        |
| 3.2. Особенности на анализа и проектирането на инструменти за управление и оценка на проектирането на образователни видео игри в платформата АПОГЕЙ.....       | 14        |
| 3.2.1. Използване на специализирана <i>TIMED-VGE</i> таксономия .....  | 14        |
| 3.2.2. Използване на ориентиран към потребителя подход.....  | 14        |
| 3.3. Софтуерни инструменти за управление и оценка на проектирането на образователни видео игри в платформата АПОГЕЙ.....                                       | 16        |
| 3.3.1. Функционални изисквания към инструментите .....   | 16        |
| 3.3.2. Бизнес моделиране на процеси за управление и оценка на проектирането на видео игри за обучение с използване на подход, ориентиран към потребителя ..... | 21        |
| 3.3.3. Софтуерна архитектура на платформата АПОГЕЙ .....   | 26        |
| 3.4. Изводи .....  | 27        |
| <b>ГЛАВА 4. ВАЛИДИРАНЕ НА ПРОЕКТИРАНИТЕ ИНСТРУМЕНТИ</b> .....  | <b>28</b> |
| 4.1. Методология за валидиране на проектираните инструменти.....   | 28        |
| 4.1.1. Оценка на потребителското изживяване .....  | 29        |
| 4.2. Анализ на резултатите от практическото използване на видео игрите за обучение .....   | 31        |
| 4.3. Изводи .....  | 33        |
| <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....  | <b>34</b> |
| Обобщение на дисертационното изследване.....   | 34        |
| Насоки за бъдещо развитие .....  | 35        |
| <b>ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД</b> .....  | <b>35</b> |
| <b>СПИСЪК НА НАУЧНИТЕ ПУБЛИКАЦИИ НА АВТОРА ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД</b> .....  | <b>36</b> |
| <b>ДЕКЛАРАЦИЯ ЗА ОРИГИНАЛНОСТ</b> .....  | <b>36</b> |
| <b>БИБЛИОГРАФИЯ НА АВТОРЕФЕРАТА</b> .....  | <b>37</b> |

# ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

## Актуалност на проблема

Видео игрите стават неразделна част от ежедневието на съвременния човек, което се дължи на непрестанно развиващите се технологии и иновации, които дават възможност на игрите да достигнат до потребителя по възможно най-бързия начин. Една от световните водещи индустрии е тази за видео игри, която генерира многомилionни приходи всяка година. Видео игрите оказват влияние както на всеки отделен индивид, така и на обществото. Това води до извода, че игрите трябва да съдържат добри послания и ценности. Съвременното обучение търси нови обучителни практики и именно тук „идват на помощ“ видео игрите за обучение като част от сериозните видео игри. Видео игрите за обучение са ангажиращи и атрактивни, даващи възможност за вграждане на учебно съдържание от различни области. Стратегиите за обучение могат да бъдат адаптирани и персонализирани, спрямо нуждите на всеки отделен потребител (обучаем). Производството на образователни видео игри е процес, който изисква голям набор от разнообразни ресурси и този процес обхваща множество специалисти от различни области. Налице е необходимост от инструменти и платформи за автоматизирано изграждане на образователни видео игри. Това води до разработката и появата на специализирани софтуерни инструменти, които да подпомагат тези процеси. Инструментите се използват за създаването на видео игри (в частност видео игри за обучение от тип лабиринт), както и подпомагат процесите по разработването на разнообразно образователно съдържание (вкл. и съдържание като викторини, пъзели и други), което да се интегрира във видео игрите.

Дисертационното изследване е посветено на инструментите за проектирането, анализа и оценката на видео игри за обучение от тип лабиринт. Поставя се въпросът за проектирането на видео игри за обучение като в теоретичната част се дават определения за различните видове видео игри, инструментите за управление за проектирането на видео игри за обучение, класификация и сравнителен анализ на аналитичните инструменти за анализ и оценка на проектирането на видео игри за обучение. Практическият аспект на труда е създаването на специализирана таксономия на софтуерни инструменти за управление и оценка на проектирането на видео игрите за обучение с подход ориентиран към потребителя и приложение на тази таксономия за проектиране на тези инструменти. Дисертационният труд поставя въпроса относно възможностите за улесняването на процесите по управлението на проектирането на видео игри и съответното оценяване на дизайна на тези проектирани видео игри, чрез инструменти, които се интегрират в образователните платформи и подпомагат и дават възможност на хора, които не са ИТ специалисти, да създават и проектират с лекота образователни видео игри, както и да имат възможност да направят анализ и оценка на дизайна на проектираната от тях игра.

## Обект и предмет на изследването

**Обект на изследването** са софтуерните инструменти за управление на проектирането и оценяване на видео игри за обучение.

**Предмет на изследване** е анализът, проектирането, интегрирането в софтуерна архитектура и практическото валидиране на конкретни софтуерни инструменти за управление на проектирането и оценяване на видео игри за обучение от тип лабиринт.

## Цел и задачи на дисертационния труд

Цел на дисертацията е проектиране и валидиране на инструменти за управление и оценка на проектирането с ориентиран към потребителя подход, на видео игри за обучение от тип лабиринт с помощта на специално създадена за тази цел таксономия.

### Задачи на дисертационния труд:

- Проучване и анализ на проектирането на видео игри за обучение.
- Проучване и анализ на инструментите за управление на проектирането на видео игри за обучение.
- Проучване и анализ на аналитичните инструменти и дефинициите, свързани с тях.
- Създаване на обща таксономия на инструменти за управление и оценка на проектирането на **образователни видео игри**.
- Създаване на конкретна таксономия на инструменти за управление и оценка на проектирането на **образователни видео игри от тип лабиринт**.
- Проектиране на функционалности на инструментите съобразно специализираната таксономия на инструменти за управление и оценка на проектирането на **образователни видео игри от тип лабиринт**.
- Анализ и описание на бизнес процесите на използване на проектираните инструменти за управление и оценка на проектирането с ориентиран към потребителя подход, на видео игри за обучение от тип лабиринт.
- Проектиране на софтуерна архитектура на система за създаване на видео игри за обучение от тип лабиринт, която включва проектираните инструменти.
- Валидиране на проектираните инструменти, чрез практически експерименти с експериментални видео игри за обучение, разработени с тези инструменти.
- Анализирание на резултатите от практическите експерименти.

### Структура на дисертационния труд

Дисертационният труд се състои от увод, четири глави, заключение, списък на научните публикации на автора по темата на дисертационния труд, библиография, едно приложение, и е в обем от 134 страници. Към работата са добавени приноси на дисертационния труд, декларация за оригиналност и насоки за бъдещо развитие. Списъкът на използваната литература се състои от 130 цитирани източника. Дисертацията съдържа 24 фигури и 17 таблици. Номерата на фигурите и таблиците в автореферата съответстват на тези в дисертационния труд. Номерата на фигурите и таблиците в автореферата съответстват на тези в дисертационния труд.

Списъкът на научните публикации на автора по темата на дисертационния труд се състои от шест заглавия. От посочените публикации една е в международно научно списание (*SJR SCOPUS*) и пет в международни научни конференции (*SJR SCOPUS*).

## КРАТКО СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

### ГЛАВА 1. СЪВРЕМЕННО СЪСТОЯНИЕ НА ИЗСЛЕДВАНАТА ОБЛАСТ

Глава 1 „Съвременно състояние на изследваната област“ представя видео игрите и тяхната роля за съвременния свят. Проучени и анализирани са проектирането на видео игри за обучение, инструментите за управление на проектирането на видео игри за обучение и аналитичните инструменти и дефинициите, свързани с тях.

От осъществените проучвания в Глава 1 могат да се направят следните изводи:

- Важни фактори, които допринасят за непрестанното развитие на видео игрите са дигитализацията на бита на човека, както и навлизането на нови технологии и методи за взаимодействие с човека. Видео игрите придобиват **все повече популярност** и стават неразделна част от ежедневието на съвременния човек и оказват голямо въздействие върху потребителите. Индустрията на видео игрите показва, че те **достигат до широка публика от потребители** с разнообразни характеристики като пол, възраст, умения, предпочитания, интереси и т. н. Следователно, необходимост е създаването на **повече видео игри за обучение**, които да **съдържат педагогически послания**.
- За постигане на желаната образователна цел, създателите на видео игри за обучение (които не са специалисти в сферата на информационните технологии), **е необходимо да имат на разположение подходящи инструменти**, които да подпомагат проектирането и неговото управление, както и да предоставят възможности за анализ и оценка на проектирането на образователни видео игри.
- За постигане на желаната **образователна цел** е възможно при проектирането да се включат инструменти, даващи възможност за **персонализация на съдържанието** на образователните игри, спрямо характеристиките на обучаемите потребители, за които тези игри за предназначени, както и **възможност за адаптация на процеса на играене**.
- В процеса на проектирането на образователни игри, както и в резултат от игровите сесии, се генерират голямо количество данни, които следва да бъдат обработени, което налага проектирането на инструменти за **ефективен анализ и оценка на дизайна**. Следователно, използването на аналитични инструменти за анализ и оценка на проектирането на видео игри за обучение допринася за подобряване на дизайна на проектираните образователни игри.
- От направените проучвания относно инструментите за управление, анализ и оценка на проектирането на видео игрите за обучение следва, че в настоящия момент повечето от тях не предоставят възможност за използване от потребители, които не са специалисти в сферата на информационните технологии.

### ГЛАВА 2. ТАКСОНОМИЯ НА ИНСТРУМЕНТИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ И ОЦЕНКА НА ПРОЕКТИРАНЕТО НА ВИДЕО ИГРИ ЗА ОБУЧЕНИЕ

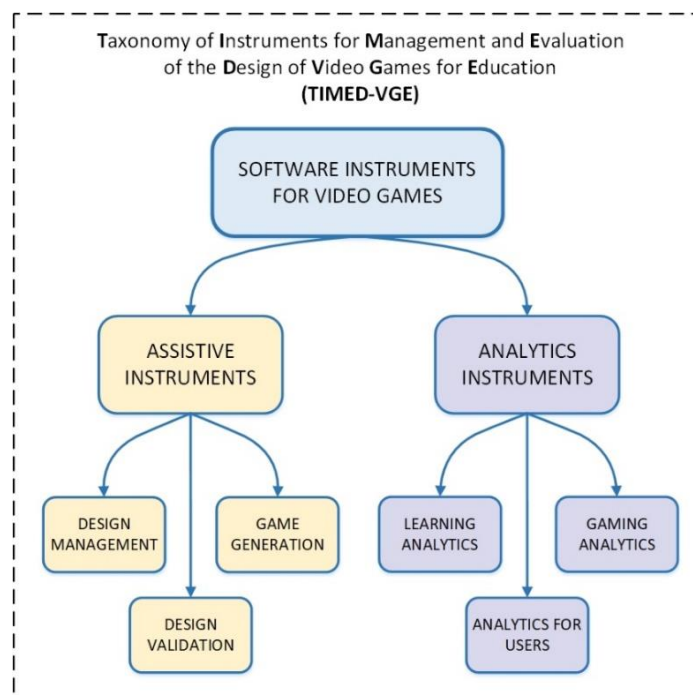
Глава 2 „Таксономия на инструменти за управление и оценка на проектирането на видео игри за обучение“ представя предизвикателствата и принципите при разработката на таксономия. Проектирана е обща таксономия на софтуерни инструменти за управление и оценка на проектирането на видео игри за обучение. На база на нея е разработана специализирана *TIMED-VGE* таксономия на софтуерни инструменти за

управление и оценка на проектирането на видео игри за обучение, която може да бъде използвана за всякакви видове видео игри от тип образователен лабиринт.

## 2.1. Таксономия на софтуерни инструменти за управление и оценка на проектирането на видео игри за обучение, с подход, ориентиран към потребителя

В Глава 1 от дисертацията са представени и анализирани таксономии на видео игри и на сериозните видео игри, но не са открити лесно достъпни таксономии на инструменти за управление и оценка на видео игрите за обучение. Наличието на една такава таксономия би подпомогнала дизайнерите на образователни платформи, внимателно да планират всички процеси и да включат необходимите за тях инструменти, които да подпомагат процесите по управлението и оценката на проектираните видео игри за обучение (Dankov and Bontchev, 2020).

В настоящата дисертация подходът на проектиране на видео игри, **ориентиран към потребителя** е тясно свързан с **потребителското изживяване** (*User Experience*), както и с основните фактори на потребителското изживяване в игрите. Факторите на потребителското изживяване са (Dankov et al., 2022a): **възможност за играене** (*Playability*); **използваемост** (*Usability*); **способност за обучение** (*Learnability*). Подходът е сред най-подходящите за приложение при проектирането на образователни видео игри и удовлетворяването на специфичните образователни нужди на обучаемите, постигане на желаните резултати и е главно фокусиран върху: **поведението** на потребителите; **удовлетвореността** на потребителите и **общата обратна връзка** от потребителите на играта.



**Фигура 6.** „Таксономия на инструменти за управление и оценка на проектирането на образователни видео игри“ – „*Taxonomy of Instruments for Management and Evaluation of the Design of Video Games for Education (TIMED-VGE)*“ (Dankov and Bontchev, 2020)

Настоящата дисертация предлага следната таксономия, изобразена на Фигура 6, с наименованието „*Taxonomy of Instruments for Management and Evaluation of Design of Video Games for Education (TIMED-VGE)*“ (Dankov and Bontchev, 2020) или в превод на български език „**Таксономия на инструменти за управление и оценка на проектирането на образователни видео игри**“. С цел улеснено използване на

наименованието, таксономията ще се позовава в текста с английската абривиатура, а именно таксономията „*TIMED-VGE*”.

Таксономията „*TIMED-VGE*“ представя йерархичната класификация на инструментите за управление и оценка на проектирането на образователните видео игри (Dankov and Bontchev, 2020). Фигура 6 илюстрира нагледно представянето на таксономията. Използвайки подходите за генерализация и специализация, таксономията представя основните инструменти за управлението и оценката на проектирането на видео игрите за обучение, както и основните взаимоотношения между категориите в таксономията. Изборът на наименованието на таксономията е целенасочен, с оглед фокусирането ѝ именно върху тези функционалности и семантика на тези инструменти.

Основната категория в таксономията е „**Софтуерни инструменти за видео игри**“ (*Software Instruments for Video Games*) – това е основният клас на таксономията. Той съдържа всички подкатегории от инструменти. При проектирането и създаването на образователни видео игри често са налични множество предизвикателства за успешната им реализация (Dankov and Bontchev, 2020). Сред основните предизвикателства могат да бъдат:

- Проектирането и развиването на играта по ефективен начин като средство за обучение и забавление;
- Анализирането и оценяването на резултатите на обучаемите и играчите от проведените игрови сесии.

Затова таксономията предлага две основни подкатегории на второ ниво от таксономията:

- „**Подпомагащи инструменти**“ (*Assistive Instruments*);
- „**Аналитични инструменти**“ (*Analytics Instruments*).

Категорията „Подпомагащите инструменти“ класифицира основните инструменти за управление на процесите на проектиране при първоначалното разработване на видеоигри за обучение. Тази категория съдържа три основни подкатегории на трето ниво от таксономията. Това са:

- „**Управление на дизайна**“ (*Design Management*);
- „**Валидиране на дизайна**“ (*Design Validation*);
- „**Генериране на игра**“ (*Game Generation*).

Категорията „Аналитични инструменти“ осигурява включването на множество аналитични софтуерни инструменти, които предоставят възможности и функционалности за наблюдение (Vanthienen et al., 2017; Somani and DeKa, 2017; Dankov and Birov, 2018), обработка, анализиране на всички налични данни и тяхното визуализиране (Peña-Ayala, 2017; Thomas and Cook, 2005; Keim et al., 2008), посредством разнообразни техники за визуализация на данни (Keim et al., 2010; Dill et al., 2012; Suh and Anthony, 2017). Тази категория съдържа три основни подкатегории на трето ниво от таксономията, а именно:

- „**Аналитични инструменти за обучение**“ (*Learning Analytics*);
- „**Игрови аналитични инструменти**“ (*Gaming Analytics*);
- „**Аналитични инструменти за потребителите**“ (*Analytics for Users*).

Таксономията „*TIMED-VGE*“ и включените в нея инструменти за управление и оценка на проектирането на образователните видео игри, са от полза на дизайнерите, потребителите и заинтересованите страни. Те допринасят за по-доброто разбиране на системата, бързото усвояване на образователното съдържание от обучаемите и подобряването на тяхното игрово изживяване, което от своя страна довежда до значителни ползи за системите за обучения, базирани на игри (Dankov and Bontchev, 2020).



Поради тези причини, справяйки се с предизвикателствата пред разработването на таксономия и проблемите, свързани с образователните видео игри, настоящата дисертация предлага именно таксономията *TIMED-VGE*, която обединява инструментите, разпределяйки ги в две направления:

- **Инструменти, които подпомагат проектирането и неговото управление;**
- **Аналитични инструменти за анализ и оценка на проектирането на образователни видео игри.**

Таксономията *TIMED-VGE* би могла да се използва като начална точка за проектирането, създаването и интегрирането на най-подходящите инструменти в платформи (за видео игри за обучение), които да подпомагат и подобряват процесите по анализ и оценяване, проектиране и разработване на подобрени образователни видео игри (в т.ч. образователни видео игри с персонализирано и висококачествено учебително съдържание, съчетано с адаптивност на трудността на игровия процес и подобро потребителско изживяване). Това дава възможност и на специалистите, които не са в областта на информационните технологии, да използват тези инструменти и платформи.

## **2.2. Специализирана таксономия *TIMED-VGE* за образователни видео игри от тип лабиринт**

Настоящата дисертация предлага специализирана таксономия, изобразена на Фигура 7, с наименованието „*Specialized Taxonomy of Instruments for Management and Evaluation of the Design of Maze Video Games for Education (Specialized TIMED-VGE)*“ или в превод на български език „**Специализирана таксономия на инструменти за управление и оценка на проектирането на образователни видео игри от тип лабиринт**“ (Dankov and Bontchev, 2020). С цел улеснено използване на наименованието, таксономията ще се позовава в текста като специализирана „*TIMED-VGE*“ таксономия.

**Специализирана *TIMED-VGE* таксономия** представя софтуерни инструменти за управление и оценка на проектирането на **образователни видео игри от тип лабиринт**. Поради тази причина, в основните категории на таксономията са представени класифицираните инструменти за управление и оценка на проектирането на тези игри. Налице са основните категории на инструментите, както е описано в преходната част на тази глава. Запазват се двете основни направления на *TIMED-VGE* таксономията, но в специализираната *TIMED-VGE* таксономия, те са насочени специално за **образователни видео игри от тип лабиринт**. Тези направления включват:

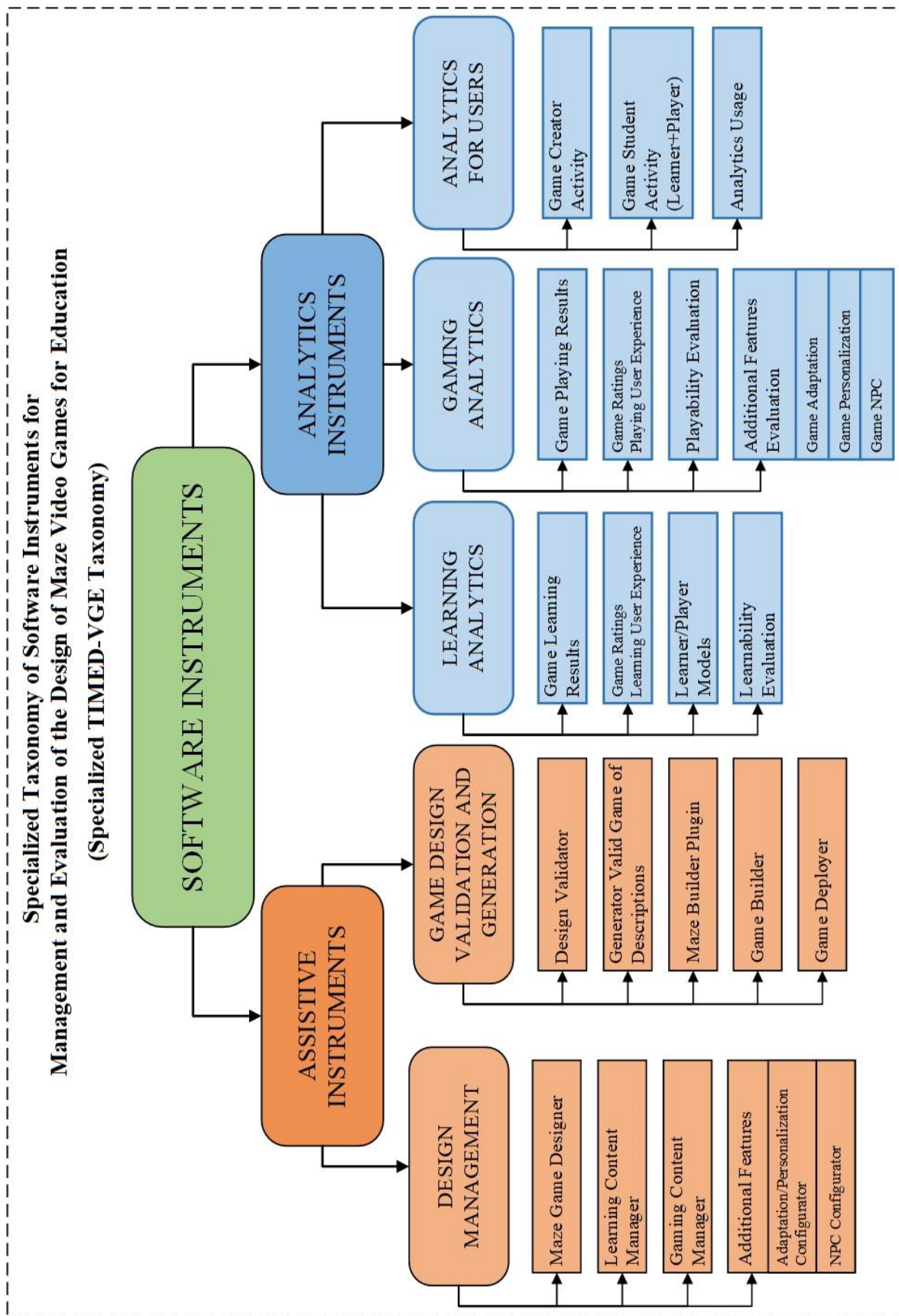
- 1) **Инструменти, които подпомагат проектирането на образователни видео игри от тип лабиринт и неговото управление;**
- 2) **Аналитични инструменти за анализ и оценка на проектирането на образователни видео игри от тип лабиринт.**

В специализирана *TIMED-VGE* таксономия във всяка една от изброените подкатегории са представени класифицираните инструменти за управление и оценка на проектирането на образователните видео игри от тип лабиринт.

Таксономията представя класификацията на тези инструменти, разпределени в основните две категории: „**Подпомагащи инструменти**“ (*Assistive Instruments*) и „**Аналитични инструменти**“ (*Analytics Instruments*).

В специализираната *TIMED-VGE* таксономия, категорията „**Подпомагащи инструменти**“, съдържа две подкатегории:

- „**Управление на дизайна**“ (*Design Management*);
- „**Валидиране на игровия дизайн и генериране на игра**“ (*Game Design Validation and Generation*).



**Фигура 7.** „Специализирана таксономия на инструменти за управление и оценка на проектирането на образователни видео игри от тип лабиринт“ – „*Specialized Taxonomy of Instruments for Management and Evaluation of the Design of Video Maze Games for Education (Specialized TIMED-VGE)*“ (Dankov and Bontchev, 2020)

Категорията „Управление на дизайна“ (*Design Management*) класифицира инструментите за подпомагането и управлението на дизайна на образователни видео игри от тип лабиринт, с ориентиран към потребителя подход. В тази категория са класифицирани следните инструменти:

1. **Дизайнер за игри от тип лабиринт** (*Maze Game Designer*);
2. **Мениджър за образователно съдържание** (*Learning Content Manager*);
3. **Мениджър за игрово съдържание** (*Gaming Content Manager*);
4. **Допълнителни функционалности** (*Additional Features*);
  - 4.1. **Конфигуратор за адаптация/персонализация** (*Adaptation/Personalization Configurator*);
  - 4.2. **Конфигуратор за интелигентни виртуални играчи** (*NPC Configurator*).

Категорията „Валидиране на игровия дизайн и генериране на игра“ (*Game Design Validation and Generation*) е втората подкатегория на „Подпомагащи инструменти“ от специализирана *TIMED-VGE* таксономия. Тези инструменти подпомагат управлението и проектирането на образователните видео игри от тип лабиринт. В категорията „Валидиране на игровия дизайн и генериране на игра“ са класифицирани следните инструменти:

1. **Валидатор на дизайна** (*Design Validator*);
2. **Генератор на валидни описания за играта** (*Generator Valid Game of Descriptions*);
3. **Приставка за създаване на лабиринта** (*Maze Builder Plugin*);
4. **Инструмент за създаване/генериране на играта** (*Game Builder*);
5. **Инструмент за разполагане на играта** (*Game Deployer*).

В специализирана *TIMED-VGE* таксономия, категорията „Аналитични инструменти“, класифицира инструментите за анализ и оценка на дизайна на проектираните образователни видео игри от тип лабиринт, с ориентиран към потребителя подход. В тази категория са класифицирани следните инструменти:

- „Аналитични инструменти за обучение“ (*Learning Analytics*);
- „Игрови аналитични инструменти“ (*Gaming Analytics*);
- „Аналитични инструменти за потребителите“ (*Analytics for Users*).

Категорията „Аналитични инструменти за обучение“ (*Learning Analytics*) класифицира аналитичните инструменти, които се фокусират върху данните, свързани с обучението, обучаемите, средата за обучение и възможностите за оптимизиране и подобрене и т.н. В тази категория са инструментите за:

1. **Резултати за обучението в играта** (*Game Learning Results*);
2. **Игрови рейтинги за потребителското изживяване, свързано с обучението** (*Game Ratings Learning User Experience*);
3. **Модели на обучаемите / играчите** (*Learner/Player Models*);
4. **Оценка на способността за обучение** (*Learnability Evaluation*).

Категорията „Игрови аналитични инструменти“ (*Gaming Analytics*) класифицира аналитичните инструменти, които се фокусират върху данните за играта и играчите, игровия процес и потребителското изживяване като задължително се прилагат различни игрови метрики върху данните. С помощта на тези инструменти се анализират игровите данни и се прави оценката на дизайна на образователните видео игри от тип лабиринт, с ориентиран към потребителя подход. Категорията „Игрови аналитични инструменти“ класифицира следните инструменти за:

1. **Резултати за игровия процес** (*Game Playing Results*);
2. **Игрови рейтинги за потребителското изживяване, свързано с играенето** (*Game Ratings Playing User Experience*);
3. **Оценка на възможността за играене** (*Playability Evaluation*);

#### 4. Оценка на допълнителните функционалности (*Additional Features Evaluation*):

4.1. Игрова адаптация (*Game Adaptation*);

4.2. Игрова персонализация (*Game Personalization*);

4.3. Интелигентни виртуални играчи в играта (*Game NPC*).

Категорията „Аналитични инструменти за потребителите“ (*Analytics for Users*) предоставя допълнителна възможност за интеграцията на аналитични инструменти за анализ и оценка на проектирането на образователни видео игри от тип лабиринт, с подход ориентиран към потребителя. В зависимост от специфичните изисквания и желания на потребителите (в ролята на проектант на игри), както и на потребителите в ролята на заинтересовани страни в процеса по проектирането на игрите, е налице възможността за използване и интеграция на инструментите от категорията „Аналитични инструменти за потребителите“. В тази категория са класифицирани следните инструменти за:

1. Дейността на създателя на играта (*Game Creator Activity*);

2. Дейността на потребителите (обучаеми и играчи) в играта (*Game Student Activity (Learner+Player)*);

3. Други дейности за използването (*Analytics Usage*).

### 2.3.Изводи

Глава 2 представи таксономия на софтуерни инструменти за оценка и управление на проектирането на видео игри за обучение с подход, ориентиран към потребителя. Изводите от разработването на тази таксономия, както и на нейния вариант, специализиран за видео игри за обучение от тип лабиринт, могат да се обобщят така:

- **Общата таксономия** дава възможност да бъде използвана за подпомагане на проектирането на видео игри от **разнообразни жанрове** – както за **сериозни игри** (в частност образователни), така за **развлекателни видео игри**.
- Възможностите на **специализираната таксономия** могат да бъдат съобразени с конкретния случай за **всякакви видове видео игри от тип образователен лабиринт**.
- **Специализираната таксономия** дава възможност да се приложи и за разработка на **развлекателни видео игри**, без да се включва „Мениджърът за образователно съдържание“.
- От съществено значение за оценката на използваемостта на таксономията е тя да **бъде приложена в конкретна софтуерна платформа** за разработка на образователни видео игри.

## ГЛАВА 3. ПРИЛОЖЕНИЕ НА СПЕЦИАЛИЗИРАНАТА *TIMED-VGE* ТАКСОНОМИЯ В ПЛАТФОРМАТА АПОГЕЙ

Глава 3 „Приложение на специализираната *TIMED-VGE* таксономия в платформата АПОГЕЙ“ представя използването на специализираната *TIMED-VGE* таксономия за проектирането на инструментите за управление и оценка на проектирането на образователни видео игри от тип лабиринт в платформата АПОГЕЙ. Представена е платформата и са описани проектираните функционалности на инструментите за управление и оценка на проектирането на образователни видео игри в платформата АПОГЕЙ. Направен е анализ и описание на бизнес процесите на използването на проектираните инструменти за управление и оценка на проектирането с ориентиран към потребителя подход, на видео игри за обучение от тип лабиринт в платформата АПОГЕЙ. Проектирана е софтуерната архитектура на платформата АПОГЕЙ, която

включва проектираните инструменти и използвана за практическото създаване на платформата в рамките на проекта „АПОГЕЙ“.

### **3.1.Онлайн платформа АПОГЕЙ за създаване и използване на образователни видео игри от тип лабиринт**

Научно-изследователският и приложен проект *APOGEE (smArt adaPtive videO GamEs for Education* – Умни адаптивни видео игри за обучение), (<http://apogee.online/index-en.html>), по нататък наричан с българския си превод „АПОГЕЙ“, разработва идеята за автоматично генериране на образователни видео игри от тип лабиринт. Проектът стартира през 2017 година и продължава до месец юли 2022 г. Сред основните цели на проекта е създаването на иновативна софтуерна платформа с отворен достъп, която да даде възможност на специалисти и професионалисти като учители и педагози (вкл. и тези от тях, които не са специалисти в информационните технологии) да проектират, създават и автоматично да генерират образователни видео игри от тип лабиринт, както и да персонализират образователното съдържание на видео игрите. Тези игри се създават на базата на формален описателен модел на играта, представящ семантика на структурата на играта и на дидактическото съдържание (Bontchev, Vassileva and Dankov, 2019).

Онлайн платформата АПОГЕЙ позволява автоматизирано създаване на образователни видео игри от тип лабиринт. Този вид игра представлява триизмерен лабиринт-игра, съставен от множество зали, свързани помежду си с помощта на врати. В залите на лабиринта може да се представи богато мултимедийно образователно съдържание с дидактическа насоченост, посредством (Bontchev, Vassileva and Dankov, 2019): табла по стените на лабиринта, с образователно съдържание; разнообразни видове мини-игри с интегрирано образователно съдържание, реализиращи конкретни образователни задачи; интегриране на аудио и визуално образователно съдържание в залите на лабиринта; допълнителни възможности като интегриране на виртуални играчи, които да помагат на играчите/обучаемите като например да отговарят на техните образователни въпроси (Bontchev, Vassileva and Dankov, 2019).

Играта има **дефинирана цел и предварително определени правила**, дефинирани от дизайнера (създателя на играта). В лабиринта могат да бъдат включени множество разнообразни мини-игри с образователно съдържание, имплементирани в отделни зали от лабиринта. Мини-игрите могат да бъдат **двуизмерни** или **триизмерни**. Обучаемият/играчът получава определен брой точки за всяка една успешно изпълнена дейност в играта, като: отговаряне на въпросите за отваряне на врата за следваща зала; изиграване на мини-игрите в залите; намиране на всички скрити предмети в залите на лабиринта; успешното преминаване на целия лабиринт и други.

В първоначалните етапи от разработването на софтуерната платформа АПОГЕЙ, създаването на образователни видео игри от тип лабиринт в платформата, най-общо, преминава през процесите по **проектиране, генериране и валидиране** (Bontchev, Vassileva and Dankov, 2019).

Следователно, в процеса на разработването и развитието на платформата АПОГЕЙ, се установява нуждата от разработване на специализирани инструменти, които да се интегрират в платформата и да **предоставят възможност за управление, анализ и оценка на проектирането** на образователни видео игри от тип лабиринт и от **потребители, които не са специалисти в областта на информационните технологии**. Тези инструменти трябва да предоставят по-достъпен начин за проектиране на игри, да са ориентирани към потребителите и да предоставят възможност за анализ и оценка на проектираните образователни видео игри от тип лабиринт в платформата.

## **3.2.Особености на анализа и проектирането на инструменти за управление и оценка на проектирането на образователни видео игри в платформата АПОГЕЙ**

### **3.2.1. Използване на специализирана *TIMED-VGE* таксономия**

За да се провери използваемостта на **специализираната таксономия *TIMED-VGE***, тази таксономия се използва за проектирането на инструментите за управление и оценка на проектирането на образователни видео игри от тип лабиринт в платформата АПОГЕЙ.

Специализираната таксономията и включените в нея инструменти са предназначени **за управление, анализ и оценка на проектирането на образователни видео игри от тип лабиринт, с подход, ориентиран към потребителя**. Тя предоставя възможност както на специалисти, така и на **потребителите, които не са специалисти в информационните технологии** да използват инструментите, включени в нея. Следователно именно тази таксономия е подходяща за платформата АПОГЕЙ, тъй като определени инструменти от таксономията, подпомагат именно процесите по проектиране на образователни видео игри от тип лабиринт. Те предоставят възможност на третата категория от потребители (дизайнери на игри) в платформата АПОГЕЙ, и по-конкретно тези потребители, които са без опит в областта на маркиращите езици, да проектират видео игри по по-достъпен начин. От друга страна, инструментите предоставят възможности за анализ и оценка на проектираните видео игри в платформата. Това предоставя възможност на трите основни категории потребители-дизайнери (описани в Секция 3.1 от дисертацията) на видео игри в платформата АПОГЕЙ, на база на данните от резултатите от игровите сесии, да анализират и оценяват дизайна на своите проектирани игри, и при необходимост да подобряват игровия дизайн.

Следователно, използвайки **специализираната таксономия *TIMED-VGE*** в платформата АПОГЕЙ, се проектират всички инструменти, включени в нея. При интегрирането на инструментите от **специализираната таксономия *TIMED-VGE***, платформата се обогатява с всички функционалности и възможности, които предоставят тези инструменти. Това са инструментите от категориите: „Подпомагащи инструменти“ и „Аналитични инструменти“. Специализираната таксономия е подробно описана и представена в Глава 2, а проектираните функционалности на тези инструменти са представени в Секция 3.3 на настоящата глава.

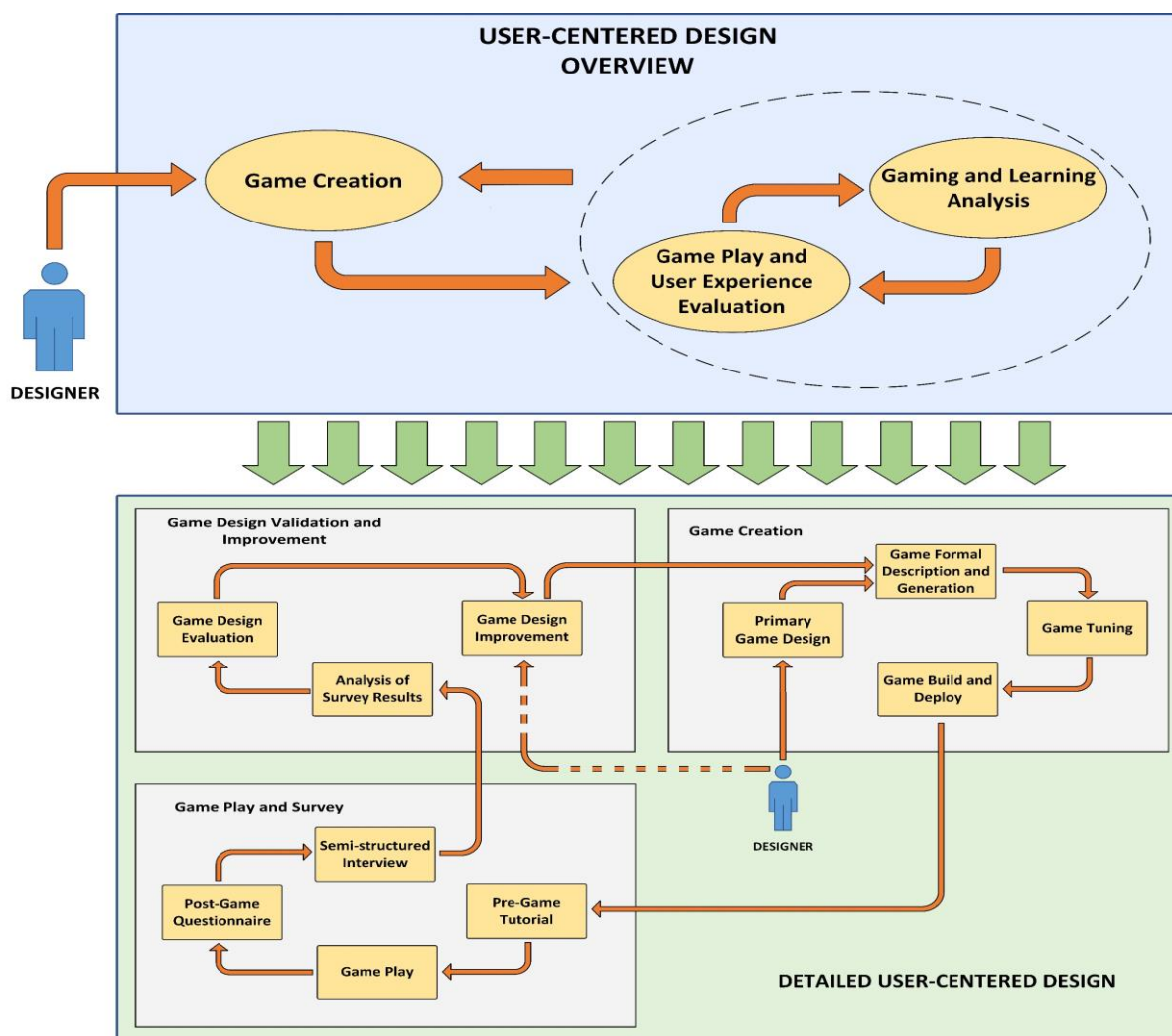
### **3.2.2. Използване на ориентиран към потребителя подход**

Използването и интегрирането на всички инструменти от **специализираната таксономия *TIMED-VGE*** в платформата АПОГЕЙ подпомага цялостния процес по създаване, анализ и оценка на проектирането на видео игри за обучение в платформата. По-конкретно, тези инструменти подпомагат създателите (потребителите-дизайнери на игри) в процесите по проектиране, с ориентиран към потребителя (обучаем/играч) подход и управление на дизайна, както и процесите по анализ и оценка на проектирането на образователни видео игри от тип лабиринт. В резултат, интегрираните инструменти в платформата подпомагат цялостния процес по създаването на видео игра, използвайки ориентиран към потребителя подход в платформата АПОГЕЙ, илюстриран на Фигура 10.

При интегрирането на всички инструменти в платформата се подпомага цялостния процес по създаването на видео игра, използвайки ориентиран към потребителя подход в платформата АПОГЕЙ. Този процес е обогатен с всички възможности и функционалности, които предоставят инструментите. Диаграмата представя нагледно жизнения цикъл на разработване и оценка на образователна видео игра от тип лабиринт, с ориентиран към потребителя подход с помощта на инструментите от специализираната

таксономия TIMED-VGE в платформата АПОГЕЙ. Диаграмата се състои от две части, които представят този цикличен процес в различна степен на абстракция.

В горната част на диаграмата е разположен общият изглед на процеса на създаване, анализ и оценка на проектирането на образователна видео игра, с използване на ориентиран към потребителя подход (*User-Centered Design Overview*). В тази част на диаграмата са изобразени, в най-абстрактна форма, **основните модули** на жизнения цикъл на разработката и оценката на видео игри, с използване на този подход, представени като взаимосвързани овали с жълт цвят и съответстващите им наименования.



**Фигура 10.** Жизнен цикъл на разработване и оценка на образователна видео игра от тип лабиринт, с ориентиран към потребителя подход с помощта на инструментите от специализираната таксономия TIMED-VGE в платформата АПОГЕЙ (Bontchev, Antonova, Terzieva and Dankov, 2022)

В долната част от диаграмата (Фигура 10) е представен подробен изглед на процеса на създаване, анализ и оценка на проектирането на образователна видео игра, с използване на ориентиран към потребителя подход (*Detailed User-Centered Design*). В тази част на диаграмата са изобразени **основните етапи** на жизнения цикъл на разработката и оценката на видео игри в платформата АПОГЕЙ, с използване на този подход:

- **Етап 1: Създаване на игра (Game Creation)**, състоящ се от четири модула:
  - **Модул 1.1. Първоначален дизайн на играта (Primary Game Design);**

- **Модул 1.2. Формално описание на играта и генерация на играта** (*Game Formal Description and Generation*);
- **Модул 1.3. Настройка на играта** (*Game Tuning*);
- **Модул 1.4. Създаване и изграждане на играта** (*Game Build and Deploy*).
- **Етап 2: Играене на проектираната игра и проучване** (*Game Play and Survey*), състоящ се от четири модула:
  - **Модул 2.1. Запознаване с играта** (*Pre-Game Tutorial*);
  - **Модул 2.2. Играене на проектираната игра** (*Game Play*);
  - **Модул 2.3. Въпросник след изиграване на проектираната игра** (*Post-Game Questionnaire*);
  - **Модул 2.4. Полу-структурирано интервю** (*Semi-Structured Interview*).
- **Етап 3: Валидиране и подобряване на дизайна на проектираната игра** (*Game Design Validation and Improvement*), състоящ се от три модула:
  - **Модул 3.1. Анализ на резултатите от проучването** (*Analysis of Survey Results*);
  - **Модул 3.2. Оценка на дизайна на играта** (*Game Design Evaluation*);
  - **Модул 3.3. Подобряване на дизайна на играта** (*Game Design Improvement*).

Разликата между двата изгледа се изразява в степента на абстракция на представяне на този цикличен процес. Трите абстрактни модули са представени в по-детайлна форма като три основни етапа от жизнения цикъл на разработката и оценката на видео игри в платформата АПОГЕЙ, с използване на ориентиран към потребителя подход и интегрирани инструментите от специализираната таксономия *TIMED-VGE*. Инструментите подпомагат всички етапи, благодарение на функционалностите и възможностите, които предоставят на платформата.

### **3.3. Софтуерни инструменти за управление и оценка на проектирането на образователни видео игри в платформата АПОГЕЙ**

В настоящата секция, дисертацията има за цел да представи проектираните функционални изисквания към инструментите за управление и оценка на проектирането на образователни видео игри от тип лабиринт, използвайки **специализираната таксономия *TIMED-VGE*** в платформата АПОГЕЙ. На база на представените особености на анализа, разгледани в Секция 3.2. от настоящата Глава 3, и използвайки **специализираната таксономия *TIMED-VGE*** в платформата АПОГЕЙ, се проектират функционалностите на всички инструменти, включени в нея. Това са инструментите от категориите „Подпомагащи инструменти“ и „Аналитични инструменти“.

#### **3.3.1. Функционални изисквания към инструментите**

Инструментите от категорията „Подпомагащи инструменти“ се състои от две подкатегории. Това са инструментите от подкатегиите: „**Управление на дизайна**“ (*Design Management*) и „**Валидиране на игровия дизайн и генериране на игра**“ (*Game Design Validation and Generation*). Използвайки **специализирана *TIMED-VGE* таксономия** в платформата АПОГЕЙ се проектират основните функционалности на тези инструменти.

В Таблица 4 са представени проектирани функционалности на софтуерните инструменти от категорията „**Управление на дизайна**“ на **специализираната таксономия *TIMED-VGE*** в платформата АПОГЕЙ – превод и допълнения на автора на



дисертацията от (Dankov and Bontchev, 2021a). Представени са пет броя инструменти със съответните проектирани функционалности.

**Таблица 4.** Функционалности на софтуерните инструменти от категорията „Управление на дизайна“ на специализираната таксономия *TIMED-VGE* в платформата АПОГЕЙ (Dankov and Bontchev, 2021a)

| <b>ИНСТРУМЕНТИ ОТ КАТЕГОРИЯ „УПРАВЛЕНИЕ НА ДИЗАЙНА“</b><br><i>(Design Management Instruments)</i>      | <b>ФУНКЦИОНАЛНОСТИ НА СОФТУЕРНИТЕ ИНСТРУМЕНТИ</b>  |
|--|--|
| <b>ДИЗАЙНЕР ЗА ИГРИ ОТ ТИП ЛАБИРИНТ</b><br><i>(Maze Game Designer)</i>                                 | Избор на броя на залите в лабиринта  |
|  | Избор на свързаност на залите в лабиринта  |
|  | Избор на цялостното визуално оформление за всяка зала от лабиринта                           |
|  | Избор на цялостното аудио оформление във всяка зала от лабиринта и във всяка мини-игра       |
|  | Избор на съществуващи табла със съдържание и разпределението им в залите на лабиринта        |
|  | Избор на съществуващи мини-игри, техните свойства и разпределението им в залите на лабиринта |
| <b>МЕНИДЖЪР ЗА ОБРАЗОВАТЕЛНО СЪДЪРЖАНИЕ</b><br><i>(Learning Content Manager)</i>                       | Създаване на образователно съдържание  |
|  | Четене и избор на образователно съдържание   |
|  | Обновяване на образователно съдържание   |
|  | Изтриване на образователно съдържание  |
| <b>МЕНИДЖЪР ЗА ИГРОВО СЪДЪРЖАНИЕ</b><br><i>(Gaming Content Manager)</i>                                | Създаване на игрово съдържание   |
|  | Четене и избор на игрово съдържание  |
|  | Обновяване на игрово съдържание  |
|  | Изтриване на игрово съдържание   |
| <b>КОНФИГУРАТОР ЗА АДАПТАЦИЯ / ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ</b><br><i>(Adaptation/ Personalization Configurator)</i> | Избор за адаптивен процес на играене   |
|  | Избор на настройки за динамични адаптивни функции на играта                                  |
|  | Избор на персонализирано образователно съдържание  |
|  | Избор на настройки за персонализирано образователно съдържание                               |
| <b>КОНФИГУРАТОР ЗА ИНТЕЛИГЕНТНИ ВИРТУАЛНИ ИГРАЧИ</b><br><i>(NPC Configurator)</i>                      | Избор за интелигентни виртуални играчи   |
|  | Избор на разпределение и настройки за интелигентни виртуални играчи в залите на лабиринта    |

В Таблица 5. са представени проектирани функционалности на софтуерните инструменти от категорията „Валидиране на игровия дизайн и генериране на игра“ на специализираната таксономия *TIMED-VGE* в платформата АПОГЕЙ – превод и допълнения на автора на дисертацията от (Dankov and Bontchev, 2021a). Представени са пет броя инструменти със съответните проектирани функционалности.

В Таблица 6 са представени функционалностите на софтуерните инструменти от категорията „Аналитични инструменти за обучение“ на специализираната таксономия *TIMED-VGE* в платформата АПОГЕЙ – превод и допълнения на автора

на дисертацията от (Dankov and Bontchev, 2021). Представени са четири броя инструменти със съответните проектирани функционалности.

**Таблица 5.** Функционалности на софтуерните инструменти от категорията „Валидиране на игровия дизайн и генериране на игра“ на специализираната таксономия *TIMED-VGE* в платформата АПОГЕЙ (Dankov and Bontchev, 2021a)

| <b>ИНСТРУМЕНТИ ОТ КАТЕГОРИЯ „ВАЛИДИРАНЕ НА ИГРОВИЯ ДИЗАЙН И ГЕНЕРИРАНЕ НА ИГРА“</b><br><i>(Game Design Validation and Generation Instruments)</i> | <b>ФУНКЦИОНАЛНОСТИ НА СОФТУЕРНИТЕ ИНСТРУМЕНТИ</b>                                     |
|---|---|
| <b>ВАЛИДАТОР НА ДИЗАЙНА</b><br><i>(Design Validator)</i>  | Валидиране на дизайна на играта, спрямо правилата на формалното описание за играта    |
|   | Валидиране на структурата на лабиринта  |
|   | Валидиране на разположението на съдържанието във всяка зала от лабиринта.             |
|   | Валидиране на пространственото оформление във всяка зала от лабиринта                 |
|   | Прочитане и валидиране на описания на мини-игрите.                                    |
|   | Валидиране на съдържанието в мини-игри и техните свойства                             |
|   | Валидиране на адаптацията / персонализацията и техните настройки                      |
| <b>ГЕНЕРАТОР НА ВАЛИДНИ ОПИСАНИЯ ЗА ИГРАТА</b><br><i>(Generator of Valid Game Descriptions)</i>   | Генериране на документ за валидно описание на играта                                  |
|   | Генериране на архив, съдържащ всички игрови активи за по-нататъшно генериране на игри |
|   | Изтегляне на валидно описание на играта   |
|   | Прочитане на валидно описание на играта   |
| <b>ПРИСТАВКА ЗА СЪЗДАВАНЕ НА ЛАБИРИНТА</b><br><i>(Maze Builder Plugin - Unity 3D)</i>   | Изтриване на валидно описание на играта   |
|   | Вмъкване на визуални активи в играта  |
|   | Вмъкване на аудио активи в играта   |
|   | Вмъкване, прочитане и проверка на XML описанието на играта                            |
| <b>ПРИСТАВКА ЗА СЪЗДАВАНЕ/ГЕНЕРИРАНЕ НА ИГРАТА</b><br><i>(Game Builder – Unity 3D)</i>  | Генериране на модули за лабиринта от валидно описание на играта                       |
|   | Преглед и настройка на генерираните модули за лабиринта                               |
| <b>ИНСТРУМЕНТ ЗА РАЗПОЛАГАНЕ НА ИГРАТА</b><br><i>(Game Deployer – Unity 3D)</i>   | Създаване / генериране на изпълним файл за преглед на играта                          |
|   | Създаване / генериране на изпълним файл за играта за определена платформа             |

**Таблица 6.** Функционалности на софтуерните инструменти от категорията „Аналитични инструменти за обучение“ на специализираната таксономия *TIMED-VGE* в платформата АПОГЕЙ (Dankov and Bontchev, 2021)

| ИНСТРУМЕНТИ ОТ КАТЕГОРИЯ „АНАЛИТИЧНИ ИНСТРУМЕНТИ ЗА ОБУЧЕНИЕ”<br>( <i>Learning Analytics</i> )   | ФУНКЦИОНАЛНОСТИ НА СОФТУЕРНИТЕ ИНСТРУМЕНТИ   |
|--|--|
| ИНСТРУМЕНТ ЗА РЕЗУЛТАТИ ЗА ОБУЧЕНИЕТО В ИГРАТА<br>( <i>Game Learning Results</i> )   | Избор на метрики върху данните за резултатите за обучението в играта   |
|  | Преглеждане на индивидуални резултати за обучението в играта   |
|  | Преглеждане на общите резултати за обучението в играта   |
|  | Преглеждане на зависимости (корелации)   |
| ИНСТРУМЕНТ ЗА ИГРОВИ РЕЙТИНГИ ЗА ПОТРЕБИТЕЛСКОТО ИЗЖИВЯВАНЕ, СВЪРЗАНО С ОБУЧЕНИЕТО<br>( <i>Game Ratings and Learning User Experience</i> ) | Избор на метрики върху данните за игровите рейтинги за потребителското изживяване, свързано с обучението   |
|  | Преглеждане на игровите рейтинги за потребителското изживяване, свързано с обучението  |
|  | Избор на въпросник за рейтинги за потребителското изживяване, свързано с обучението  |
|  | Преглеждане на зависимости (корелации)   |
| ИНСТРУМЕНТ ЗА МОДЕЛИ НА ОБУЧАЕМИТЕ / ИГРАЧИТЕ<br>( <i>Learner/Player Models</i> )  | Избор и четене на модел на обучаемия / играча  |
|  | Създаване на модел на обучаемия / играча   |
|  | Обновяване на моделите на обучаемите / играчите  |
|  | Изтриване на модел на обучаемия / играча   |
| ИНСТРУМЕНТ ЗА ОЦЕНКА НА СПОСОБНОСТТА ЗА ОБУЧЕНИЕ<br>( <i>Learnability Evaluation</i> )   | Оценка на цялостната персонализация на играта, относно способността за обучение  |
|  | Преглеждане на зависимости (корелации) между персонализирана игра и същата игра без персонализация, относно <b>изживяването, свързано с обучението</b> |
|  | Преглеждане на зависимости (корелации)   |

В Таблица 7 са представени функционалностите на софтуерните инструменти от категорията „Игрови аналитични инструменти“ на специализираната таксономия *TIMED-VGE* в платформата АПОГЕЙ – превод и допълнения на автора на дисертацията от (Dankov and Bontchev, 2021). Представени са шест броя инструменти със съответните проектирани функционалности.

В Таблица 8. са представени функционалностите на софтуерните инструменти от категорията „Аналитични инструменти за потребителите“ (*Analytics for Users*) на специализираната таксономия *TIMED-VGE* в платформата АПОГЕЙ – превод и допълнения на автора на дисертацията от (Dankov and Bontchev, 2021). Представени са три броя инструменти със съответните функционалности.

Всички инструменти от тази категория предоставят възможности на потребителите за мониторинг, анализ и визуализиране на данни за съответните дефинирани дейности. В зависимост от определените профили на потребителите в платформата, съответния потребител може да използва даден инструмент от категорията „Аналитични

инструменти за потребителите“ и функционалностите им. В платформата АПОГЕЙ са налице три основни категории на потребители със съответстващите им профили:

- потребители-дизайнери на игри;
- потребители (обучаеми и играчи);
- администратор, отговорен за софтуерната поддръжка на платформата.

**Таблица 7.** Функционалности на софтуерните инструменти от категорията „Игрови аналитични инструменти“ на специализираната таксономия *TIMED-VGE* в платформата АПОГЕЙ (Dankov and Bontchev, 2021)

| <b>ИНСТРУМЕНТИ ОТ КАТЕГОРИЯ „ИГРОВИ АНАЛИТИЧНИ ИНСТРУМЕНТИ“</b><br><i>(Gaming Analytics)</i>  | <b>ФУНКЦИОНАЛНОСТИ НА СОФТУЕРНИТЕ ИНСТРУМЕНТИ</b>  |
|---|--|
| <b>ИНСТРУМЕНТ ЗА РЕЗУЛТАТИ ЗА ИГРОВИЯ ПРОЦЕС</b><br><i>(Game Playing Results)</i>   | Избор на метрики върху данните за резултатите за игровия процес за игри без образователно съдържание   |
|   | Преглеждане на индивидуални резултати за игровия процес за игри без образователно съдържание   |
|   | Преглеждане на общите резултати за игровия процес за игри без образователно съдържание   |
|   | Преглеждане на зависимости (корелации)   |
| <b>ИНСТРУМЕНТ ЗА ИГРОВИ РЕЙТИНГИ ЗА ПОТРЕБИТЕЛСКОТО ИЗЖИВЯВАНЕ, СВЪРЗАНО С ИГРАЕНОТО</b><br><i>(Game Ratings and Playing User Experience)</i> | Избор на метрики върху данните за игровите рейтинги за потребителското изживяване, свързано с играенето за игри без образователно съдържание   |
|   | Преглеждане на игровите рейтинги за потребителското изживяване, свързано с играенето за игри без образователно съдържание  |
|   | Избор на въпросник за рейтинги за потребителското изживяване, свързано с играенето за игри без образователно съдържание  |
|   | Преглеждане на зависимости (корелации)   |
| <b>ИНСТРУМЕНТ ЗА ОЦЕНКА НА ВЪЗМОЖНОСТТА ЗА ИГРАЕНЕ</b><br><i>(Playability Evaluation)</i>   | Преглеждане на зависимости (корелации) между предварително дефинирани цели на играта и резултатите от данните на индивидуалните постижения на потребителите относно <b>възможността за играене</b> |
|   | Преглеждане на зависимости (корелации)   |
| <b>ИНСТРУМЕНТ ЗА ОЦЕНКА НА ИГРОВА АДАПТАЦИЯ</b><br><i>(Game Adaptation Evaluation)</i>  | Оценка на цялостната адаптацията на играта   |
|   | Преглеждане на зависимости (корелации) между адаптирана игра и същата игра без адаптация, относно <b>игровото изживяване</b>   |
|   | Преглеждане на зависимости (корелации)   |
| <b>ИНСТРУМЕНТ ЗА ОЦЕНКА НА ИГРОВА ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ</b><br><i>(Game Personalization Evaluation)</i>  | Оценка на цялостната персонализация на играта  |
|   | Преглеждане на зависимости (корелации) между персонализирана игра и същата игра без персонализация, относно <b>игровото изживяване</b>   |
|   | Преглеждане на зависимости (корелации)   |
| <b>ИНСТРУМЕНТ ЗА ОЦЕНКА НА ИНТЕЛИГЕНТНИ ВИРТУАЛНИ ИГРАЧИ В ИГРАТА</b><br><i>(Game NPC Evaluation)</i>   | Оценка на интелигентни виртуални играчи в играта   |
|   | Преглеждане на зависимости (корелации) между игра с интелигентни виртуални играчи и същата игра без такива, относно <b>игровото изживяване</b>   |
|   | Преглеждане на зависимости (корелации)   |

**Таблица 8.** Функционалности на софтуерните инструменти от категорията „Аналитични инструменти за потребителите“ на специализираната таксономия *TIMED-VGE* в платформата АПОГЕЙ (Dankov and Bontchev, 2021)

| <b>ИНСТРУМЕНТИ В КАТЕГОРИЯ „АНАЛИТИЧНИ ИНСТРУМЕНТИ ЗА ПОТРЕБИТЕЛИТЕ“</b><br><i>(Analytics for Users)</i>      | <b>ФУНКЦИОНАЛНОСТИ НА СОФТУЕРНИТЕ ИНСТРУМЕНТИ</b>                                    |
|---|--|
| <b>ИНСТРУМЕНТ ЗА ДЕЙНОСТТА НА СЪЗДАТЕЛЯ НА ИГРАТА</b><br><i>(Game Creator Activity)</i>                       | Преглеждане на данни относно дейността на създателя на играта                        |
|   | Запис на данните относно дейността на създателя на играта                            |
| <b>ИНСТРУМЕНТ ЗА ДЕЙНОСТТА НА ПОТРЕБИТЕЛИТЕ В ИГРАТА</b><br><i>(Game Student Activity - Learner + Player)</i> | Преглеждане на данни относно дейността на потребителите (обучаеми / играчи) в играта |
|   | Запис на данните относно дейността на потребителите (обучаеми / играчи) в играта     |
| <b>ИНСТРУМЕНТ ЗА ДРУГИ ДЕЙНОСТИ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕТО</b><br><i>(Analytics Usage)</i>                               | Преглеждане на данни за други дейности за използването                               |
|   | Запис на данните за други дейности за използването                                   |

Заедно с функционалните изисквания на проектираните инструменти са анализирани и качествените изисквания, които включват бързодействие, разширяемост, надеждност, преносимост, използваемост, които обаче не са предмет на разработката на настоящата дисертация.

### **3.3.2. Бизнес моделиране на процеси за управление и оценка на проектирането на видео игри за обучение с използване на подход, ориентиран към потребителя**

Въз основа на представените инструменти и техните функционалности, настоящата секция от дисертацията представя бизнес моделирането на процесите за управление и оценка на проектирането на образователни видео игри за обучение с използване на подход, ориентиран към потребителя в платформата АПОГЕЙ.

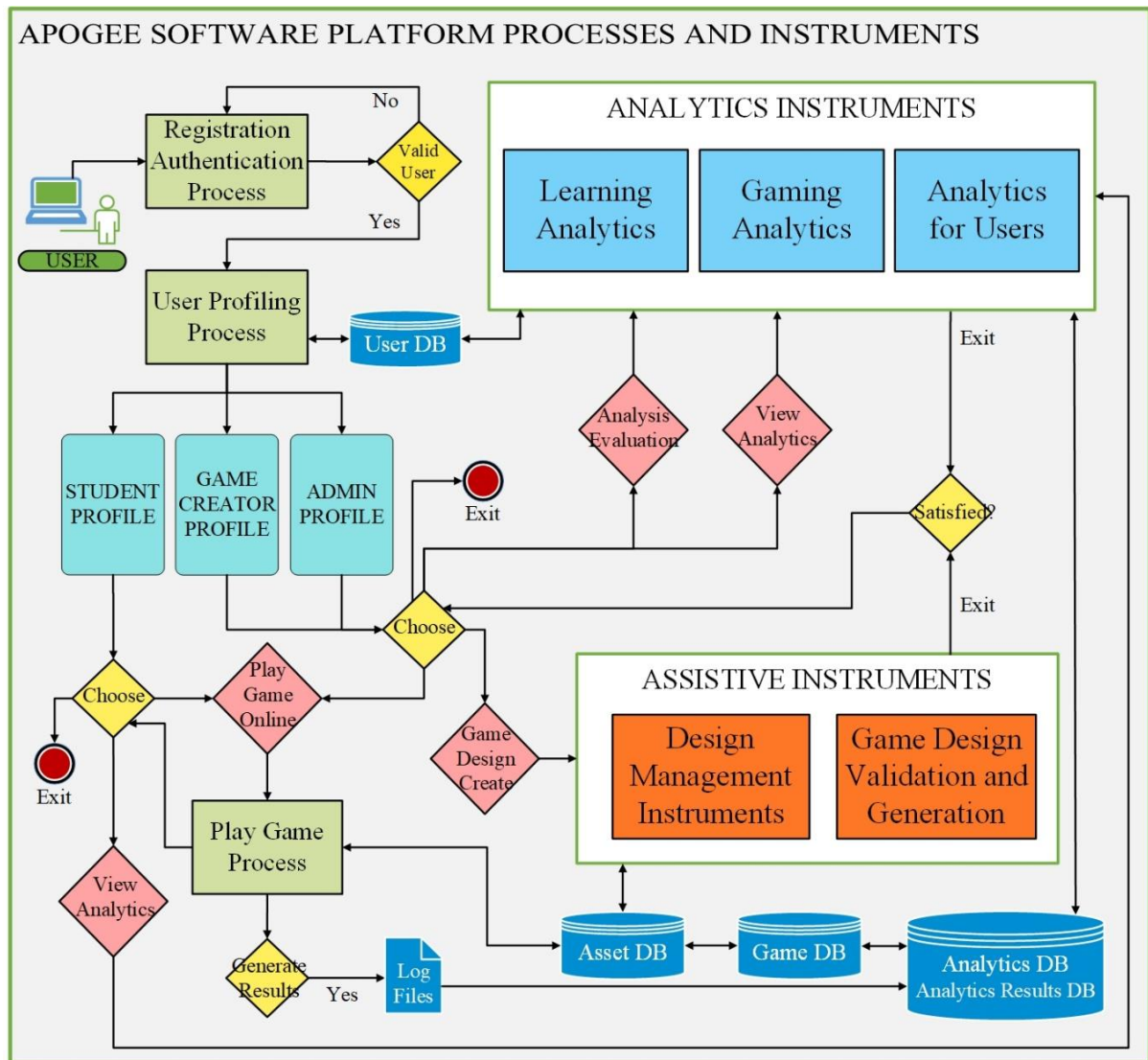
Диаграмата, илюстрирана на Фигура 11 представя софтуерните инструменти и основните процеси в платформата АПОГЕЙ за управление и оценка на проектирането на образователни видео игри за обучение с използване на подход, ориентиран към потребителя. Диаграмата е авторска и разработена на база на (Bontchev, Antonova and Dankov, 2020). Подробно описание на инструментите и функционалностите им е представено в предходните части на настоящата дисертация.

Както беше представено в предходните части от дисертацията, в платформата АПОГЕЙ са налични три основни категории потребители на платформата, които могат да използват функционалностите и инструментите на платформата чрез предварително зададени профили. Следователно това са дефинираните профили (представени в диаграмата като светло-сини правоъгълници) и съответните потребители в платформата, които използват тези профили:

- „Профил на създател на игра“ (*Game Creator Profile*). Този профил е предназначен за потребителите-дизайнери на игри;

- „Профил на студент“ (*Student Profile*). Предназначен е за **потребители (обучаеми и играчи)** в платформата;
- „Профил на администратор“ (*Admin Profile*). Използва се от **потребителите-администратори** на платформата, отговорни за софтуерната поддръжка.

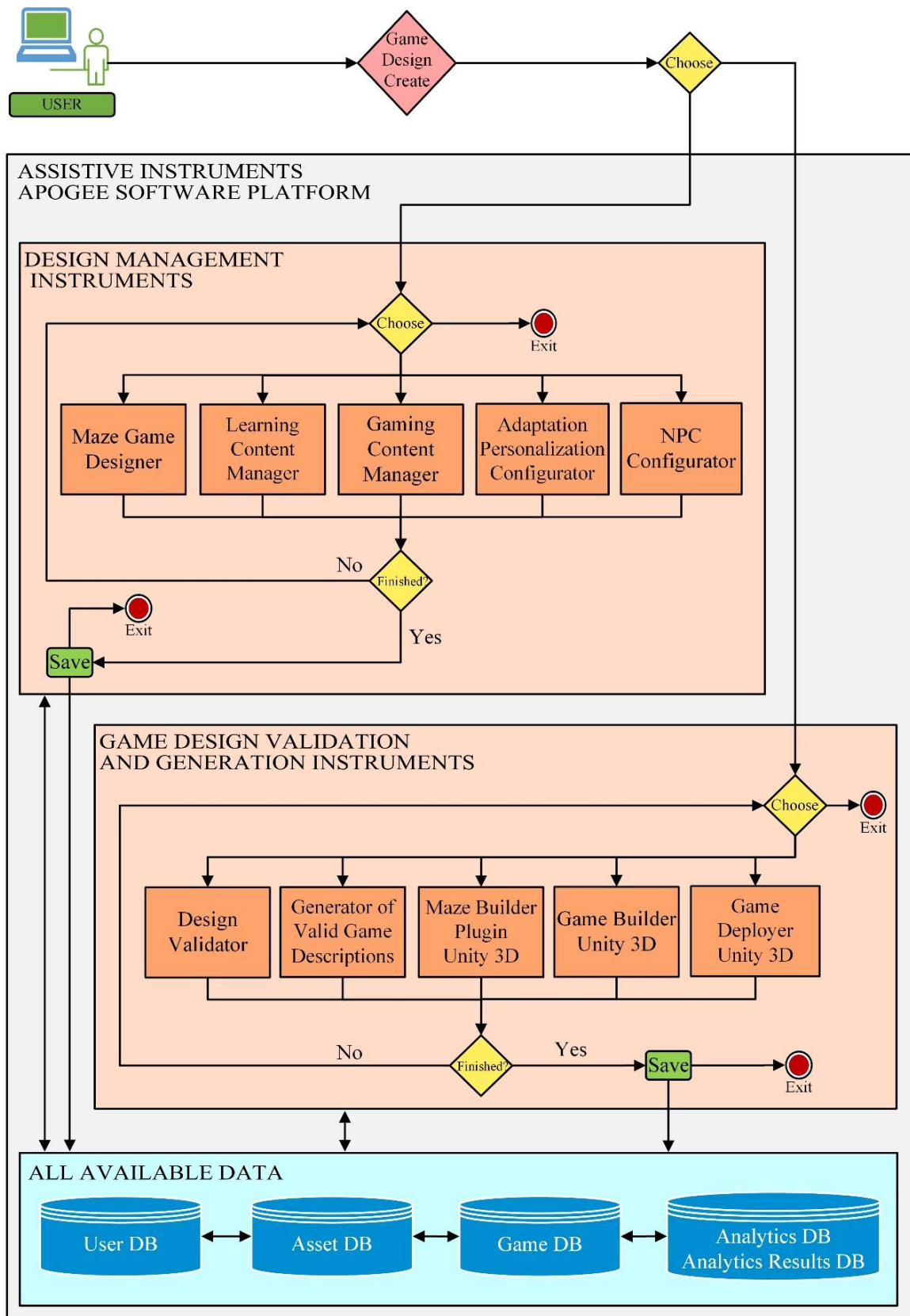
В зависимост от своя профил, всеки потребител може да използва ограничен набор от възможности, които се предоставят от платформата. Определянето на профил на потребителите се осъществява с предварителна регистрация.



**Фигура 11.** Бизнес процесите и софтуерните инструменти в платформата АПОГЕЙ, базирана на (Bontchev, Antonova and Dankov, 2020)

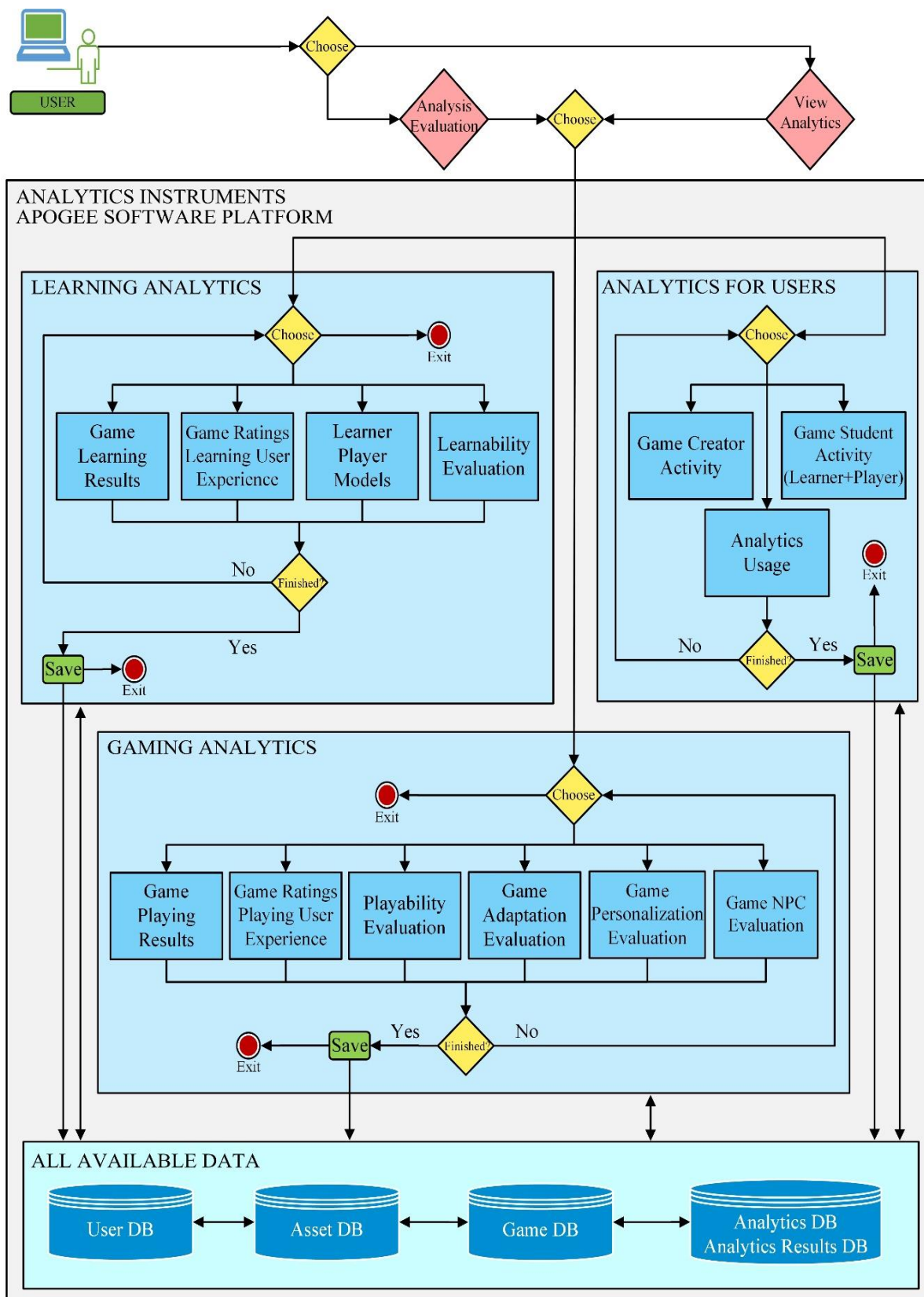
Следващите диаграми представят подробен изглед на използването на инструментите от категориите „Управление на дизайна“ и „Аналитични инструменти“. Функционалностите на тези инструменти са подробно описани и представени в предходните части на дисертацията.

Фигура 12 представя подробен изглед на бизнес процеса на използването на инструментите за управлението на проектирането, а Фигура 13 представя подробен изглед на бизнес процеса на използването на инструментите за анализ и оценка на образователни видео игри с ориентиран към потребителя подход в платформата АПОГЕЙ.



**Фигура 12.** „Подпомагащите инструменти“ в платформата АПОГЕЙ за управление на процеси: по проектиране на образователни видео игри, с ориентиран към потребителя подход

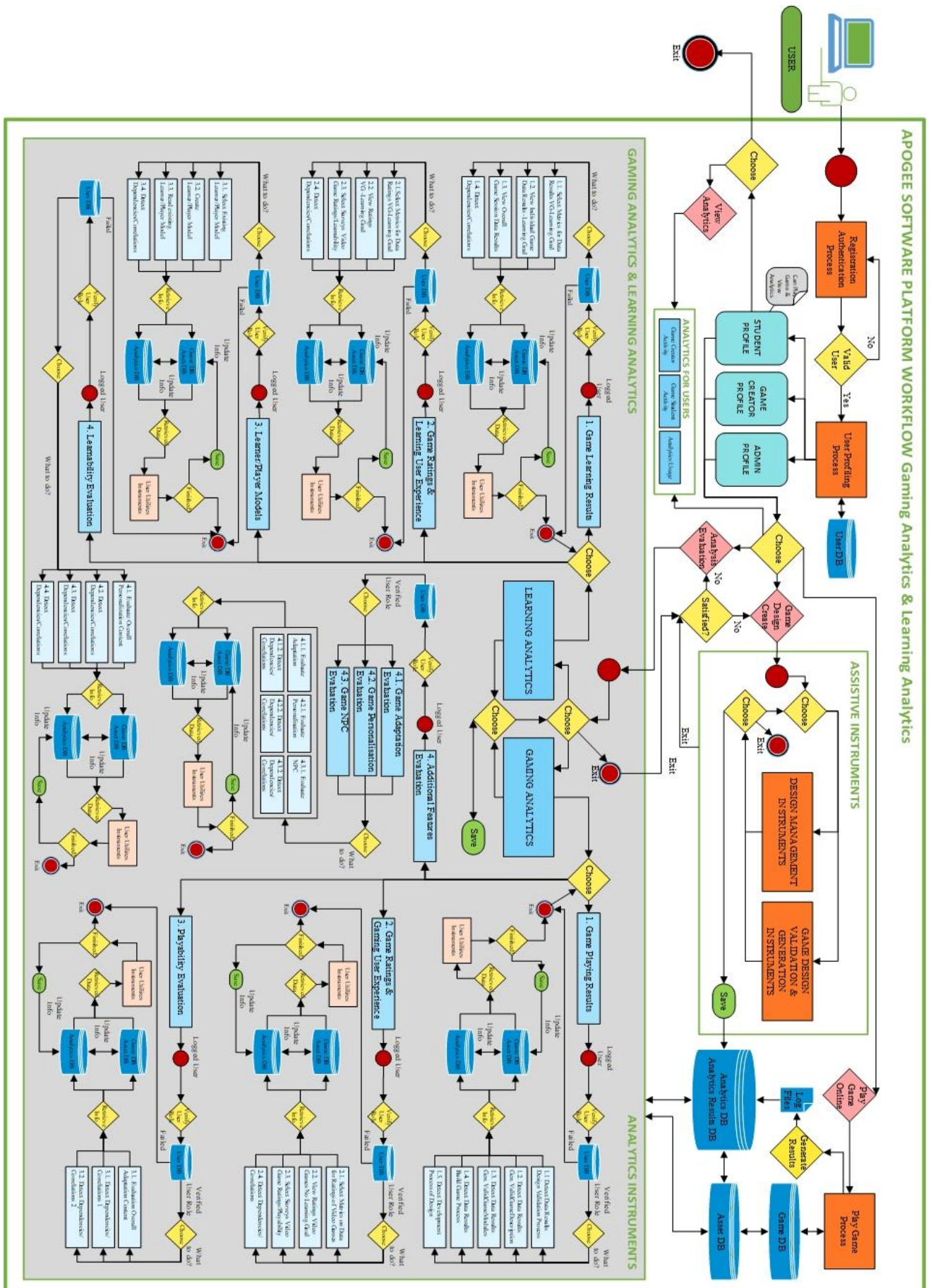
На Фигура 14 е представен **подробен изглед на бизнес процеса** в платформата АПОГЕЙ, фокусиран върху **анализа и оценката на проектирането на образователни видео игри, с ориентиран към потребителя подход**. Диаграмата представя подробно описание на този процес.



**Фигура 13.** „Аналитичните инструменти“ в платформата АПОГЕЙ за анализ и оценка на процесите по проектиране на образователни видео игри, с ориентиран към потребителя подход

Акцентът е поставен върху използването на аналитичните инструменти и техните функционалности от категориите „Аналитични инструменти за обучение“ и „Игрови аналитични инструменти“. Фигура 14 представя обобщено процесите, представени на Фигура 11, Фигура 12 и Фигура 13.

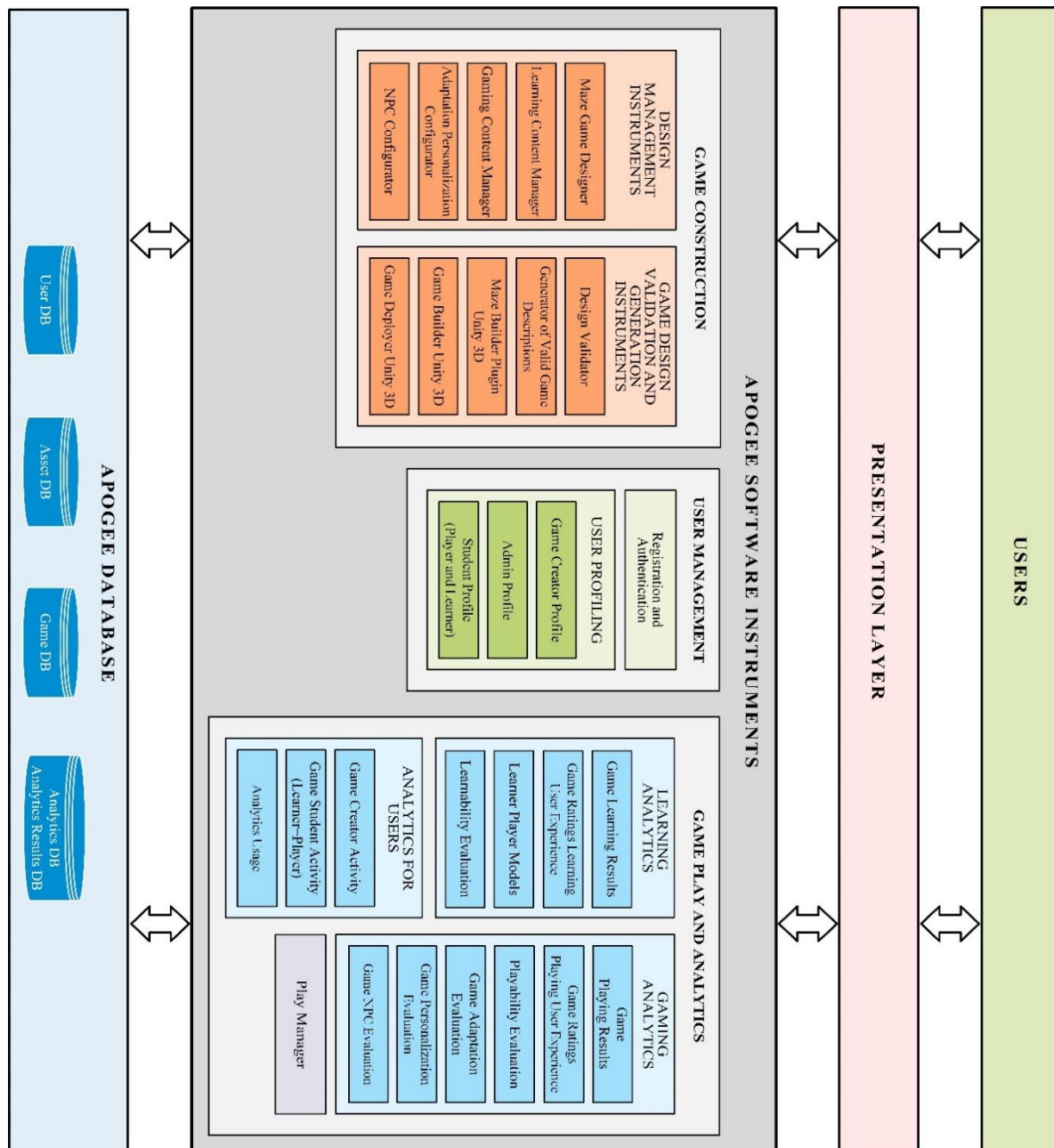




Фигура 14. Подробен изглед на бизнес процеса в платформата АПОГЕЙ, фокусиран върху анализа и оценката на проектирането на образователни видео игри, с ориентиран към потребителя подход

### 3.3.3. Софтуерна архитектура на платформата АПОГЕЙ

В резултат от приложението на специализираната таксономия *TIMED-VGE* в платформата, с цел разработване на софтуерни инструменти и техните функционалности, е проектирана софтуерната архитектура на платформата АПОГЕЙ. Софтуерната архитектура на платформата АПОГЕЙ, с интегрираните в нея инструменти за управление и оценка на проектирането на видео игри за обучение от тип лабиринт е представена на Фигура 15.



Фигура 15. Софтуерната архитектура на платформата АПОГЕЙ

Софтуерната архитектура на платформата АПОГЕЙ е базирана на следните слоеве:

- **Слой на потребителите (Users);**
- **Презентационен слой (Presentation layer);**
- **Слой на софтуерните инструменти в платформата АПОГЕЙ (APOGEE Software Instruments);**
- **Слой на данните в платформата (APOGEE Database).**

Потребителите комуникират с платформата посредством „Презентационен слой“. Те достъпват платформата, използвайки модула за „Управление на потребителите“ (*User Management*), включен в „Слой на софтуерните инструменти в платформата АПОГЕЙ“. Този модул съдържа два подмодула, отговорни за **регистрацията, валидирането и вписването на потребителите в платформата** (*Registration and Authentication*), както и за **тяхното профилиране в съответни профили за потребител** (*User Profiling*), а именно:

- „Профил на създател на игра“ (*Game Creator Profile*);
- „Профил на студент“ (*Student Profile*);
- „Профил на администратор“ (*Admin Profile*).

В „Слой на софтуерните инструменти в платформата АПОГЕЙ“ са включени и двата модула „Създаване на игра“ (*Game Construction*) и „Играене на игра и аналитични инструменти“ (*Game Play and Analytics*). В тези модули са включени инструментите от специализирана таксономия *TIMED-VGE*, разпределени по съответните модули. Тези инструменти са подробно описани в предходните части на настоящата дисертация. Потребителите могат да играят създадените игри в платформата с помощта на модула за „Мениджър за игра“ (*Play Manager*), разположен в модула за „Играене на игра и аналитични инструменти“. В „Слой на данните в платформата“ се съхраняват всички данни на платформата, които се генерират в процеса на използването ѝ.

### 3.4.Изводи

Глава 3 представи приложението на специализираната таксономия *TIMED-VGE*, на база на което са проектирани функционалностите на инструментите, също така е представено описание на бизнес процесите и софтуерна архитектура на платформата АПОГЕЙ. Изводите от тази глава, могат да се обобщят така:

- Таксономията е **приложена успешно** за проектирането на инструментите за управление и оценка на създаването на образователни видео игри в платформата АПОГЕЙ.
- Проектирани са **функционалности на инструментите** за управление и оценка на проектирането на образователни видео игри в платформата АПОГЕЙ.
- Направен е анализ и описание на **бизнес процесите** на използване на проектираните инструменти за управление и оценка на проектирането с ориентиран към потребителя подход, на видео игри за обучение от тип лабиринт в платформата АПОГЕЙ.
- Проектирана е **софтуерната архитектура** на платформата АПОГЕЙ, която включва проектираните инструменти и на база на която в рамките на проекта „АПОГЕЙ“ е създадена самата платформа.
- Инструментите са направени така, че **успешно** да работят за създаване на видео игри за обучение от тип лабиринт.
- **Валидирането на инструментите** може да стане пряко, чрез използване на инструментите за управление и оценка от страна на заинтересованите лица, които ги използват за създаване, анализ и оценка на проектирането на образователни видео игри и анкетиране на тези лица; или косвено чрез използване на експерименталните видео игри от потребителите и анкетиране на потребителите за оценяването на потребителското изживяване, показващо степента на използваемост и полезност на проектираните софтуерни инструменти.

## ГЛАВА 4. ВАЛИДИРАНЕ НА ПРОЕКТИРАНИТЕ ИНСТРУМЕНТИ

Глава 4 „Валидиране на проектираните инструменти“ представя методология за валидиране на проектираните софтуерни инструменти в платформата АПОГЕЙ, базирана на практическото им използване. Описани са експерименталните видео игри за обучение – „Асеновци“, „Вълчан войвода“ и „Да спасим Венеция“ (подробно представени в дисертацията), създадени с помощта на проектираните инструменти за управление и оценка на проектирането на видео игри за обучение в платформата АПОГЕЙ. Авторът на дисертацията участва във всички етапи по разработването и оценяването на експерименталните образователни видео игри от тип лабиринт с проектираните инструменти за оценка и управление в платформата.

Представен е анализът на резултатите от практическото използване на видео игрите за обучение. Инструментите са валидирани на база оценката на потребителското изживяване на потребителите в експерименталните игри.

### 4.1.Методология за валидиране на проектираните инструменти

Методологията за валидиране на проектираните софтуерни инструменти в платформата АПОГЕЙ се базира на **практическото им използване**. Основната цел на методологията е да се проектират и създадат образователни видео игри от тип лабиринт с помощта на инструментите в платформата и да се направят **практически експерименти** с цел оценяването на техните характеристики (Bontchev, Terzieva and Dankov, 2021). Поради тези причини, методологията **включва изследване на използваемостта на платформата** в следните етапи (Bontchev, Terzieva and Dankov, 2021):

- **„Етап 1: Създаване на игрови сценарии и макет на образователна 3Д видео игра-лабиринт“** със съответното тематично съдържание:
  - „събиране, избор и обработка на текстово и мултимедийно съдържание с цел вграждането му в образователна 3Д видео игра-лабиринт“;
  - „създаване на игрови сценарии за образователна 3Д видео игра-лабиринт, обогатен с мини-игри от различен тип пъзели (загадки) и викторини, с включване на събраното съдържание“;
  - „създаване на макет на образователна 3Д видео игра-лабиринт с мини-игри от различен тип пъзели, използващ игровите сценарии“.
- **„Етап 2: Проектиране (дизайн), програмиране и тестване на първоначална версия на образователна 3Д видео игра-лабиринт“** с използване на проектираните инструменти и с вградено образователно и игрово съдържание (вкл. и мини-игри от различен вид) в залите на лабиринта:
  - „дизайн на процеса на игра в залите на лабиринта и на аудиовизуалното оформление на залите на лабиринта и вградените в него мини-игри“;
  - „създаване на XML описание на обогатения с мини-игри лабиринт“, валидация и генерация на видео играта в средата за разработване на видео игри Unity3D“;
  - „тестване на играта и генериране на десктоп и онлайн версии“.
- **„Етап 3: Практически експеримент с крайната версия на образователна 3Д видео игра-лабиринт“**:
  - „създаване на методология за провеждане на експеримента с онлайн видео игра“ (вкл. анкетиране на потребителите);
  - „организация и провеждане на експеримента“.
- **Етап 4:** Анализ на получените резултати.

#### 4.1.1. Оценка на потребителското изживяване

Анализът на получените резултати (Етап 4. от методологията за валидирането на проектираните инструменти) е **пряко свързан с потребителите** на платформата и цели оценка на следните **фактори на потребителското изживяване** (Dankov et al., 2022a):

- **Възможност за играене.** Свързан с показателите за „*игрово изживяване (Gaming Experience) - предизвикателство (Challenge) (възприятията на играча за трудността на играта), потапяне в играта (Immersion), поток на играта (Game Flow), афектиране (Affect) (увереност, ефективност и нагласи), и мотивация за ангажираност (Motivation to engage)*“ – превод на автора на дисертацията от (Sánchez et al., 2009). Желанието за ангажираност и потапянето в играта са пряко свързани с нивото на реализъм, което средата на играта предоставя на потребителя, както и с прецизността на графиката и аудио на играта.
- **Способност за обучение** се свързва с изживяването, свързано с обучението, зависимо от определянето на ясни цели, ефективността на образователната игра и наличието на обратна връзка. Съдържанието, което се интегрира във видео игрите трябва да отговаря на поставените образователни цели и нужди на потребителите. То влияе пряко върху потребителите, както и върху техните знания и умения, които могат да придобият по време на процеса на играене на образователната видео игра.
- **Използваемост.** Състои се от разнообразни качествени показатели на използваемост като „*лекота на използване на интерфейса, потребителски контрол в игровата среда, избягване на грешки и удовлетвореност от интерактивните функции на играта*“ – превод на автора на дисертацията от (Poels et al., 2007). Използваемостта обяснява как потребителят може да постигне ефективно и ефикасно определени цели в играта и да е удовлетворен от резултата от употребата. Грите качествени показателя за използваемост са:
  - **Ефективност** – отнася се до степента на успеваемост на потребителите (постигнат резултат), измерена чрез степента на постигане на дефинираната цел.
  - **Ефикасност** – отнася се до степента на завършеност на постигнатите цели, по отношение на вложените усилия, време и ресурси от страна на играча (например изразходено време за завършване на дадена задача, броя на опитите от играчите за постигане на дефинираната цел и други).
  - **Удовлетвореност** – изразява се в положителното отношение и преживяване от страна на играча по отношение на използването на играта.

Следователно, оценяването на потребителското изживяване в платформата АПОГЕЙ и оценяването на инструментите за оценка и управление на проектирането на образователни видео игри, с ориентиран към потребителя подход в платформата, се осъществява с помощта на практическото използване на игрите и отговаряне на три въпроса, представени в Таблица 9 – превод и допълнения на автора на дисертацията от (Dankov et al., 2022a)

**Оценяването на способността за обучение** в платформата АПОГЕЙ се реализира с помощта на **атрибутите на способността за обучение** (Senapathi, 2005) и **анкетирание** на потребителите, посредством специално създаден въпросник, след изиграване на игрите, пряко свързан с **изживяването на потребителите, свързано с обучението**. Той се попълва от обучаемите и играчите и съдържа 16 въпроса за формирането на оценката

на способността за обучение (базирана на измерване на атрибутите) на образователните видео игри от тип лабиринт в платформата АПОГЕЙ.

**Таблица 9.** Фактори за оценка на потребителското изживяване в образователните видео игри в платформата АПОГЕЙ (Dankov et al., 2022a)

| Фактори на потребителското изживяване | Способност за обучение   | Възможност за играене  |
|---------------------------------------|--|--|
| Потребител                            | Обучаем  | Играч  |
| Какво трябва да се оценява?           | Изживяване, свързано с обучението  | Игрово изживяване  |
| Защо е необходимо това оценяване?     | Ефективност, ефикасност, мотивация и удовлетвореност от <b>процеса на обучение</b>                   | Ефективност, ефикасност, мотивация и удовлетвореност от <b>процеса на играене</b>                    |
| Как се осъществява оценката?          | Въпросници преди стартиране и след завършване на играта, интервюта и данни от аналитични инструменти | Въпросници преди стартиране и след завършване на играта, интервюта и данни от аналитични инструменти |

На база на **атрибутите на способността за обучение** се формира оценката на способността за обучение в платформата АПОГЕЙ. Това са атрибутите (Senapathi, 2005): **лекота за научаване** (*Ease of Learning*); **запознатост** (*Familiarity*); **последователност** (*Consistency*); **предсказуемост** (*Predictability*); **информативна обратна връзка** (*Informative Feedback*); **обработка на грешки** (*Error Handling*).

Описаните 6 атрибута на способността за обучение се оценяват чрез прилагането на пет-степенна скала на Ликерт и в контекста на четири фактора. Това са приложението на **образователни задачи, базирани на игри; средата, в която се реализира обучението** (вкл. методологии за обучение, методи на преподаване, източниците на съдържание и т.н.); **индивидуалните характеристики** на обучаемите и играчите (пол, възраст, предварителни знания и т.н.) и **образователните видео игри** в платформата АПОГЕЙ като инструмент за обучение (Bontchev, Antonova, Terzieva and Dankov, 2022).

**Оценяването на възможността за играене**, в платформата АПОГЕЙ, се реализира с помощта на **анкетирание** на потребителите, посредством специално създаден въпросник след изиграване на игрите пряко свързан с **игровото изживяване на потребителите**.

Игровото преживяване се дефинира като „*единство от усещания, мисли, чувства, действия и значението на играча в игрова среда*“ – превод на автора на дисертацията от (Ermi and Mäyrgä, 2005). За целите на реализацията на оценката на игровото изживяване, е необходимо създаването на въпросници, които се попълват от потребителите след изиграването на играта. Съществуват множество разнообразни въпросници, които служат за оценяването на игровото изживяване с различни критерии (Brockmyer et al., 2009; IJsselsteijn et al., 2013; Högberg et al., 2019).

На база на **оценката на игровото изживяване на потребителите** се формира оценката на **възможността за играене** в платформата АПОГЕЙ. Това се осъществява с помощта на „**Въпросник за игровото изживяване**“ (*Game Experience Questionnaire – GEQ*) (IJsselsteijn et al., 2013), който се попълва от потребителите, след приключване на игровите сесии. Този въпросник формира оценката на игровото изживяване на потребителите, на база на **седем** (сензорни и въображаеми) **компонента на игровото изживяване** (Poels et al., 2007; IJsselsteijn et al., 2013): **поток на играта** (*Flow*);

**предизвикателство** (*Challenge*); **компетентност** (*Competence*); **позитивно афектиране** (*Positive Affect*); **негативно афектиране** (*Negative Affect*); **потопяне в играта** (*Immersion*); **напрегнатост** (*Tension*).

Обобщено, процесът по събиране на данни за потребители и потребителското изживяване в платформата АПОГЕЙ се състои от (Bontchev et al., 2018; Dankov et al., 2022a; Dankov et al., 2021b; Bontchev, Antonova, Terzieva and Dankov, 2022):

- **Въпросници преди започване на играта.** Отнасят до събиране на информация за индивидуалните характеристики на потребителя (възраст, пол, предпочитания и т.н., **стил на учене** (*Learning style*) и **стил на играене** (*Playing style*). Попълват се от обучаемите и играчите преди започване на играта.
- **Въпросник след изиграване на играта.** След приключване на игровата сесия, потребителите попълват специално създаден въпросник относно **оценяване на потребителското изживяване** посредством **факторите на потребителското изживяване – възможност за играене, способност за обучение, използваемост.**
- **Полу-структурирано интервю на потребителите след изиграване на играта.** Отнася до събиране на допълнителна информация относно качествено изследване и **оценяване на потребителското изживяване.** Провежда се от учителя/преподавателя като се задават отворени въпроси за събиране на информация за субективното мнение на играчите и обучаемите, техните преживявания и впечатления. Реализира се при необходимост и при условие, че е попълнен въпросник след изиграване на играта.

Следователно, следвайки жизнения цикъл на платформата АПОГЕЙ (илюстриран на Фигура 10 и подробно описан в Глава 3 от настоящата дисертация), механизмите за събирането на данните за потребителите и генерираните данни от игровите сесии, както и използваните инструменти за управление и оценката на проектирането, с ориентиран към потребителя подход, дизайнерите на игри имат възможност да осъществяват реализацията на:

- Цялостна оценка на потребителското изживяване;
- Цялостна оценка на проектираната образователна видео игра;
- Цялостна оценка на платформата АПОГЕЙ.

На база на тези резултати, потребителите-дизайнери на игри имат възможност да направят необходими корекции и настройки за подобряване на дизайна на проектираните образователни видео игри от тип лабиринт, за подобряване на потребителското изживяване, както и за подобряване и развиване на платформата АПОГЕЙ.

#### **4.2. Анализ на резултатите от практическото използване на видео игрите за обучение**

Поради големия обем от резултати, в настоящата дисертация се представят резултатите от използването на образователната видео игра от тип лабиринт „Да спасим Венеция“. На база практическото използване на играта и следвайки методологията за валидиране на проектираните инструменти, се реализира валидацията на проектираните инструменти за управление и оценка на проектирането, с ориентиран към потребителя подход в платформата АПОГЕЙ, посредством **оценката на потребителското изживяване.**

За тази цел, образователната видео игра от тип лабиринт „Да спасим Венеция“ практически се използва като се изиграва от участниците в първия работен семинар на европейския международен проект *e-Creha (Climate Xtremes and Resilient Heritage)*- (<https://www.ecreha.org/>), или в превод на български език „Екстремни климатични

условия и устойчиво наследство“. Семинарът се проведе в периода 31 август до 8 септември 2021 г. в Техническият университет в Айндохвен, Холандия. Сред участниците са студенти, преподаватели и изследователи от различни университети. Семинарът е посветен на устойчивостта на климата и защитата на недвижимото културно наследство (Bontchev, Antonova, Terzieva and Dankov, 2022).

**Оценката на потребителското изживяване** се осъществява с помощта на **факторите за потребителско изживяване**, които са подробно описани в предходните секции на настоящата глава от дисертацията. Следователно за целите на това изследване се прави **оценка на способността за обучение и оценка на възможността за играене** в образователната видео игра от тип лабиринт „Да спасим Венеция“. Това се осъществява, чрез **анкетирание** на потребителите, посредством **въпросници**, които се попълват от потребителите след завършването на игровите сесии.

Оценката на способността за обучение се формира на база на **атрибутите на способността за обучение** (лекота за научаване, запознатост, последователност, предсказуемост, информативна обратна връзка, обработка на грешки). Оценката на **възможността за играене** се формира на база на **оценката на игровото изживяване на потребителите**, посредством измерването на **компонентите на игровото изживяване** (поток на играта, предизвикателство, компетентност, позитивно афектиране, негативно афектиране, потапяне в играта, напрегнатост). Оценките се осъществяват чрез прилагане на пет-степенна скала на Ликерт и те са подробно описани в секция 4.1 от настоящата глава от дисертацията.

В резултат се създават съкратени версии на въпросниците, с оглед времевото ограничение на работния семинар и реализирането на целите на изследването на потребителското изживяване във видео играта за обучение от тип лабиринт „Да спасим Венеция“. В допълнение към въпросника има възможност да се проведе и **полу-структурирано интервю** на участниците след изиграване на играта. Целият процес по оценяване на потребителското изживяване включва (Bontchev, Antonova, Terzieva and Dankov, 2022):

- **Въпросник 1 след изиграване на играта.** Съдържа седем въпроса за индивидуалните характеристики на играч и обучаем;
- **Въпросник 2 след изиграване на играта.** Съдържа шест общи въпроса за **оценката на способността за обучение**, на база на всеки един от шестте атрибута за способност за обучение;
- **Въпросник 3 след изиграване на играта.** Съдържа седем общи въпроса за **оценката на възможността за играене**, на база **оценката на игровото изживяване на потребителите**, посредством всеки един от компонентите на игровото изживяване;
- **Полу-структурирано интервю след изиграване на играта.** Проведено от преподавателя по време на работния семинар, относно събиране на информация за субективното мнение на потребителите (участниците в семинара), впечатленията и мнението им за играта.

Пълното описание на въпросниците за оценяване на потребителското изживяване в образователната видео игра от тип лабиринт „Да спасим Венеция“ е подробно представено в дисертацията

Всички резултати от използването на видео играта за обучение „Да спасим Венеция“ и анкетното проучване на потребителското изживяване са публикувани и представени в (Bontchev, Antonova, Terzieva and Dankov, 2022). Представените резултати в глава от дисертацията се базират изцяло на тази публикация (Bontchev, Antonova, Terzieva and Dankov, 2022). При пилотното изследване и оценяване на видео играта за обучение от тип лабиринт „Да спасим Венеция“ участваха 24 души (12 мъже и 12 жени), които



изиграха играта по време на работния семинар. Участниците са 21 студенти и трима докторанта от различни университети и страни, тъй като играта е тясно специализирана в областта на архитектурата и опазването на монументалното културно наследство на територията на Венеция. Средната възраст е 25.20 със стандартно отклонение от 6.48.

Оценяването на потребителското изживяване се реализира с помощта на оценката на **способността за обучение** и оценката на **възможността за играене на мини-игрите**.

Резултатите от оценяването на **способността за обучение** и от оценяването на **възможността за играене** са подробно представени в дисертацията. От анализа на резултатите, подробно представен в дисертацията, е видимо че **удовлетворяват факторите на потребителското изживяване**. **Резултатите от оценяването потвърдиха, че използваемостта на инструментите е висока.**

### 4.3.Изводи

Глава 4 представи валидирането на проектираните инструменти за оценка и управление. Изводите от тази глава, могат да се обобщят така:

- Съставената методология за валидиране на проектираните софтуерни инструменти е успешно използвана за **практическо валидиране** на проектираните софтуерни инструменти в платформата АПОГЕЙ.
- Създадените **експериментални видео игри за обучение** – „Асеневици“, „Вълчан войвода“ и „Да спасим Венеция“, с помощта на проектираните инструменти за управление и оценка на проектирането на видео игри за обучение в платформата АПОГЕЙ, дадоха възможност за валидирането на инструментите, чрез **практическото използване на игрите**.
- **Инструментите са успешно валидирани** на база на оценката на потребителското изживяване на потребителите в експерименталните игри.
- От анализа на резултатите от **практическото използване на създадените експериментални видео игри за обучение** от тип лабиринт, с помощта на инструментите за управление и оценка на проектирането, с **подход ориентиран към потребителя** в платформата АПОГЕЙ, е видимо че **удовлетворяват факторите на потребителското изживяване**.
- Установена е силна **взаимовръзка** между всички **атрибути на способността за обучение**, както и между всички **компоненти на игровото изживяване**.
- От резултатите от анкетното проучване, свързано с оценката на способността за обучение, на база на атрибутите на способността за обучение, е видимо че, повечето участници са дали **положителна оценка** по скалата на Ликерт за всеки един от атрибутите на способността за обучение.
- Резултатите от анкетното проучване, свързано с оценката на **възможността за играене**, която се реализира с помощта на **оценката на игровото изживяване на потребителите в мини-игрите**, на база на **компонентите на игровото изживяване**, показва високи стойности на четири от компонентите – потапяне в играта, позитивно афектиране, компетентност, поток на играта, което от своя страна доказва, че играта предоставя богато игрово изживяване на потребителите.
- Резултатът доказва **положителната връзка между усвояването на учебното съдържание и добрия дизайн на играта**, който е резултат от работата с проектираните инструменти за управление и оценка на проектирането, с ориентиран към потребителя **подход** в платформата АПОГЕЙ.
- Резултатите от оценяването потвърдиха, че **използваемостта на инструментите е висока**.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Обобщение на дисертационното изследване

В дисертацията са проучени и анализирани проектирането на видео игри за обучение, инструментите за управление на проектирането на видео игри за обучение и аналитичните инструменти и дефинициите, свързани с тях. Специално внимание е обърнато на необходимостта от подходящи инструменти, които да подпомагат проектирането и неговото управление, както и да предоставят възможности за анализ и оценка на проектирането на образователни видео игри. Голямо количество данни се генерира в процеса на проектирането на образователни игри, както и в резултат от игровите сесии, които следва да бъдат обработени, което налага проектирането на инструменти за **ефективен анализ и оценка на дизайна**.

Проектирана е **обща таксономия** на софтуерни инструменти за управление и оценка на проектирането на видео игри за обучение. Тя дава възможност да бъде използвана за подпомагане на проектирането на видео игри от разнообразни жанрове – както за сериозни игри (в частност образователни), така за развлекателни видео игри. На база на нея е разработена **специализирана TIMED-VGE таксономия** на софтуерни инструменти за управление и оценка на проектирането на видео игри за обучение, която може да бъде използвана за всякакви видове видео игри от тип образователен лабиринт. Специализираната *TIMED-VGE* таксономия е **приложена успешно** в платформата АПОГЕЙ за проектирането на инструментите за управление и оценка на проектирането на образователни видео игри.

Проектирани са **функционалности на инструментите за управление и оценка на проектирането на образователни видео игри в платформата АПОГЕЙ**. Направен е анализ и описание на **бизнес процесите** на използването на проектираните инструменти за управление и оценка на проектирането с ориентиран към потребителя подход, на видео игри за обучение от тип лабиринт в платформата АПОГЕЙ. Проектирана е **софтуерната архитектура** на платформата АПОГЕЙ, която включва проектираните инструменти. Инструментите са направени така, че **успешно** да работят за създаване на видео игри за обучение от тип лабиринт.

Съобразно това е съставена **методология за валидиране на проектираните софтуерни инструменти** в платформата АПОГЕЙ, базирана на **практическото им използване**. Създадени са **експериментални видео игри за обучение** – „Асеновци“, „Вълчан войвода“ и „Да спасим Венеция“, с помощта на проектираните инструменти за управление и оценка на проектирането на видео игри за обучение в платформата АПОГЕЙ, което даде възможност за валидирането на инструментите, чрез **практическото използване на игрите**. Инструментите са **валидирани** на база оценката на потребителското изживяване на потребителите в експерименталните игри. От направения **анализ на резултатите** от **практическото използване** на създадените експериментални видео игри за обучение от тип лабиринт, с помощта на инструментите за управление и оценка на проектирането, с подход ориентиран към потребителя в платформата АПОГЕЙ, е видимо, че те **удовлетворяват факторите на потребителското изживяване**. Установена е силна взаимовръзка между всички атрибути на способността за обучение, както и между всички компоненти на игровото изживяване. От резултатите от анкетното проучване, свързано с **оценката на способността за обучение**, на база на атрибутите на способността за обучение, е видимо, че **повечето участници са дали положителна оценка** по скалата на Ликерт за всеки един от атрибутите на способността за обучение. Резултатите от анкетното проучване, свързано с **оценката на възможността за играене**, която се реализира с помощта на оценката на игровото изживяване на потребителите в мини-игрите, на база на компонентите на игровото изживяване, показва високи стойности на четири от

компонентите – потапяне в играта, позитивно афектиране, компетентност, поток на играта, което от своя страна доказва, че **играта предоставя богато игрово изживяване на потребителите**. Резултатът доказва **положителната връзка между усвояването на учебното съдържание и добрия дизайн на играта**, който е резултат от работата с проектираните инструменти за управление и оценка на проектирането, с ориентиран към потребителя подход в платформата АПОГЕЙ. **Резултатите от оценяването потвърди, че използваемостта на инструментите е висока.**

Чрез изпълнението на всички заложи задачи **бе осъществена целта на дисертацията** – проектиране и валидиране на инструменти за управление и оценка на проектирането с ориентиран към потребителя подход, на видео игри за обучение от тип лабиринт с помощта на специално създадена за тази цел таксономия.

### **Насоки за бъдещо развитие**

Като бъдещо развитие се планира имплементирането на всички инструменти в платформата АПОГЕЙ, както и тяхното усъвършенстване, посредством оценката от използването им, на база оценяването на потребителското изживяване. Това ще предостави на дизайнерите на видео игри целия набор от възможности и функционалности на инструментите от специализираната таксономия *TIMED-VGE*. Специализираната таксономия може да се използва и за разработка на развлекателни видео игри, без да се включват определени инструменти от нея – като например „Мениджъра за образователно съдържание“. Таксономията *TIMED-VGE* може да бъде използвана за разработването на инструменти за управление и оценка на проектирането, с подход ориентиран към потребителя и в други платформи за създаване на видео игри.

### **ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД**

Приносите на дисертацията са от научен, научно-приложен и приложен характер и могат да се обобщят така:

1. Извършен е систематичен анализ на инструментите за управление и оценка на проектирането на видео игри за обучение.
2. Създадена е обща таксономия на инструменти за управление и оценка на проектирането на видео игри, както и специализирана таксономия за управление и оценка на проектирането, с подход ориентиран към потребителя, на видео игри за обучение от тип лабиринт.
3. Проектирани са инструменти за управление и оценка на проектирането на образователни видео игри от тип лабиринт, с описание на функционалните изисквания и бизнес процесите. Проектирана е софтуерната архитектура на платформата за създаване на видео игри АПОГЕЙ, при което проектираните инструменти са интегрирани в платформата и на база на тази архитектура, в рамките на проекта АПОГЕЙ, е създадена самата платформа.
4. Осъществена е практическа валидация на проектираните инструменти за управление и оценка на проектирането на образователни видео игри от тип лабиринт, посредством:
  - 4.1. Създаване на методология за валидиране на проектираните инструменти.
  - 4.2. Създаване на образователни видео игри от тип лабиринт.
  - 4.3. Провеждане на практически експерименти със създадените образователни видео игри.
  - 4.4. Анализирани на резултатите от проведените практически експерименти и оценяване на проектираните инструменти.

Авторът приема, че принос (2) е с научен характер, приноси (1), (3), (4.1) и (4.4) са научно-приложни, а приноси (4.2) и (4.3) имат приложен характер.

## СПИСЪК НА НАУЧНИТЕ ПУБЛИКАЦИИ НА АВТОРА ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. **Yavor Dankov** and Boyan Bontchev. (2020). Towards a Taxonomy of Instruments for Facilitated Design and Evaluation of Video Games for Education. Proceedings of the 21st International Conference on Computer Systems and Technologies (CompSysTech'20), ISBN: 9781450377683, pp 285-292, Association for Computing Machinery (ACM), New York, NY, USA. <https://doi.org/10.1145/3407982.3408010> (**BEST PAPER AWARD**)
2. **Yavor Dankov** and Boyan Bontchev. (2021). Software Instruments for Management of the Design of Educational Video Games. In book Human Interaction, Emerging Technologies and Future Applications IV. Proceedings of 4th International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies (IHET-AI 2021), Strasbourg, France, 2021. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1378, ISBN:978-303073270-7, ISSN 2194-5357, pp 414-421, Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-74009-2\\_53](https://doi.org/10.1007/978-3-030-74009-2_53)
3. **Yavor Dankov** and Boyan Bontchev. (2021). Designing Software Instruments for Analysis and Visualization of Data relevant to Playing Educational Video Games. In book Human Interaction, Emerging Technologies and Future Applications IV. Proceedings of 4th International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies (IHET-AI 2021), Strasbourg, France, 2021. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1378, ISBN:978-303073270-7, ISSN:2194-5357, pp 422-429, Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-74009-2\\_54](https://doi.org/10.1007/978-3-030-74009-2_54)
4. **Yavor Dankov**, Albena Antonova and Boyan Bontchev. (2022). Adopting User-Centered Design to Identify Assessment Metrics for Adaptive Video Games for Education. In book Human Interaction, Emerging Technologies and Future Systems V. Proceedings of the 5th International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies (IHET 2021), Paris, France, 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 319, ISBN:978-303085539-0, ISSN: 2367-3370, pp 289-297, Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85540-6\\_37](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85540-6_37)
5. **Yavor Dankov**, Albena Antonova, Valentina Terzieva and Boyan Bontchev (2021). Applying User-Centered Design for A Climate Resilience Video Game. International Journal of Differential Equations and Applications, vol 20, issue 2, ISSN:1314-6084, pp 147-156, Academic Publications Ltd. <https://doi.org/10.12732/ijdea.v20i2.1> <https://www.ijpam.eu/en/index.php/ijdea/article/view/5956> (**INVITED PAPER**)
6. Boyan Bontchev, Dessislava Vassileva, and **Yavor Dankov**. (2019). The APOGEE Software Platform for Construction of Rich Maze Video Games for Education. In Proceedings of the 14th International Conference on Software Technologies (ICSOT 2019), Prague, Czech Republic, 2019, ISBN:978-989758379-7, ISSN 2184-2833, pp 491-498, SciTePress. <https://doi.org/10.5220/0007930404910498>

## ДЕКЛАРАЦИЯ ЗА ОРИГИНАЛНОСТ

Декларирам, че дисертационният труд за придобиване на образователна и научна степен „Доктор“, в професионално направление 4.6 „Информатика и компютърни науки“, на тема „Инструменти за управление и оценка при ориентиран към потребителя подход на проектирането на видео игри за обучение“ е мое собствено дело и в него не са използвани пряко или косвено чужди текстове, илюстрации, фигури и таблици без същите да бъдат надлежно цитирани. Никака част от дисертационния труд не е в нарушение на авторските права на институция или личност. Получените резултати и приноси са оригинални и не са заимствани от изследвания и публикации, в които нямам участие.

## БИБЛИОГРАФИЯ НА АВТОРЕФЕРАТА

1. **(Bontchev, Antonova and Dankov, 2020)** Bontchev, B., Antonova, A. and Dankov, Y. (2022). Educational Video Game Design Using Personalized Learning Scenarios. In: Gervasi O. et al. (eds) Computational Science and Its Applications – ICCSA 2020, ICCSA 2020, Lecture Notes in Computer Science, Springer, Cham, vol 12254, pp 829–845. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-58817-5-59>
2. **(Bontchev, Antonova, Terzieva and Dankov, 2022)** Bontchev, B., Antonova, A., Terzieva, V. and Dankov, Y. (2022). “Let Us Save Venice”—An Educational Online Maze Game for Climate Resilience. In International Scientific Journal: Sustainability, 2022, vol 14, Issue 7, ISSN 2071-1050, MDPI, Switzerland. <https://doi.org/10.3390/su14010007>
3. **(Bontchev, Terzieva and Dankov, 2021)** Bontchev, B., Terzieva, V. and Dankov, Y. (2021). Educational Video Maze Games. In Journal NAUKA (SCIENCE), vol: XXXI, Issue 1, 2021, pp 25-33, Bulgarian Edition, ISSN:0861-3362, ISSN:2603-3623. <http://spisanie-nauka.bg/arhiv/1-2021.pdf>
4. **(Bontchev, Vassileva and Dankov, 2019)** Bontchev, B. Vassileva, D. and Dankov, Y. (2019). The APOGEE Software Platform for Construction of Rich Maze Video Games for Education. In Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Conference on Software Technologies (ICSOFT 2019), Prague, Czech Republic, 2019, ISBN:978-989758379-7, ISSN 2184-2833, pp 491-498, SciTePress. <https://doi.org/10.5220/0007930404910498>
5. **(Brockmyer et al., 2009)** Brockmyer, J.H., Fox, C.M., Curtiss, K.A., McBroom, E., Burkhart, K.M., and Pidruzny, J.N. (2009). The Development of the Game Engagement Questionnaire: A Measure of Engagement in Video Game-Playing. In Journal of Experimental Social Psychology, vol 45, Issue 4, Elsevier, pp 624–634. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2009.02.016>
6. **(Dankov and Birov, 2018)** Dankov, Y. and Birov, D. (2018). General Architectural Framework for Business Visual Analytics. In: Shishkov B. (eds) Business Modeling and Software Design. BMSD 2018. Vienna, Austria, Lecture Notes in Business Information Processing, vol 319, Springer, Cham, ISBN:9783319942131, ISSN:18651348. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-94214-8\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-319-94214-8_19)
7. **(Dankov and Bontchev, 2020)** Dankov, Y. and Bontchev, B. (2020). Towards a Taxonomy of Instruments for Facilitated Design and Evaluation of Video Games for Education. Proceedings of the 21<sup>st</sup> International Conference on Computer Systems and Technologies (CompSysTech'20), ISBN: 9781450377683, pp 285-292, Association for Computing Machinery (ACM), New York, NY, USA. <https://doi.org/10.1145/3407982.3408010>
8. **(Dankov and Bontchev, 2021)** Dankov, Y. and Bontchev, B. (2021). Designing Software Instruments for Analysis and Visualization of Data Relevant to Playing Educational Video Games. In book Human Interaction, Emerging Technologies and Future Applications IV. Proceedings of 4<sup>th</sup> International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies (IHET-AI 2021), Strasbourg, France, 2021. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1378, ISBN:978-303073270-7, ISSN:2194-5357, pp 422-429, Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-74009-2\\_54](https://doi.org/10.1007/978-3-030-74009-2_54)
9. **(Dankov and Bontchev, 2021a)** Dankov, Y. and Bontchev, B. (2021). Software Instruments for Management of the Design of Educational Video Games. In book Human Interaction, Emerging Technologies and Future Applications IV. Proceedings of 4<sup>th</sup> International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies (IHET-AI 2021), Strasbourg, France, 2021. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1378, ISBN:978-303073270-7, ISSN 2194-5357, pp 414-421, Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-74009-2\\_53](https://doi.org/10.1007/978-3-030-74009-2_53)
10. **(Dankov et al., 2021b)** Dankov, Y., Antonova, A., Terzieva, V. and Bontchev, B. Applying User-Centered Design for A Climate Resilience Video Game. International Journal of Differential Equations and Applications, vol 20, issue 2, ISSN:1314-6084, pp 147-156, Academic Publications Ltd. <https://doi.org/10.12732/ijdea.v20i2.1>, <https://www.ijpam.eu/en/index.php/ijdea/article/view/5956>
11. **(Dankov et al., 2022a)** Dankov Y., Antonova A. and Bontchev B. (2022). Adopting User-Centered Design to Identify Assessment Metrics for Adaptive Video Games for Education. In

- book Human Interaction, Emerging Technologies and Future Systems V. Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies (IHET 2021), Paris, France, 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 319, ISBN:978-303085539-0, ISSN: 2367-3370, pp 289-297, Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85540-6\\_37](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85540-6_37)
12. **(Dill et al., 2012)** Dill, J., Earnshaw, R., Kasik, D., Vince, J. and Chung Wong, P. (2012). Expanding the Frontiers of Visual Analytics and Visualization. Springer London Dordrecht Heidelberg New York, ISBN 9781447128038. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2804-5>
  13. **(Ermi and Mäyrä, 2005)** Ermi, L. and Mäyrä, F. (2005). Fundamental Components of The Gameplay Experience: Analysing Immersion. In Proceedings of the 2005 DiGRA International Conference: Changing Views: Worlds in Play, Vancouver, BC, Canada.
  14. **(Högberg et al., 2019)** Högberg, J., Hamari, J. and Wästlund, E. (2019). Gameful Experience Questionnaire (GAMEFULQUEST): an Instrument for Measuring the Perceived Gamefulness of System Use. In Journal of User Modeling and User-Adapted Interaction, 29, pp 619–660. <https://doi.org/10.1007/s11257-019-09223-w>
  15. **(IJsselsteijn et al., 2013)** IJsselsteijn, W.A., de Kort, Y.A. and Poels, K. (2013). The Game Experience Questionnaire. Technische Universiteit Eindhoven, The Netherlands.
  16. **(Keim et al., 2008)** Keim D., Andrienko G., Fekete JD., Görg C., Kohlhammer J. and Melançon G. (2008). Visual Analytics: Definition, Process, and Challenges. In Kerren A., Stasko J.T., Fekete JD., North C. (eds) Information Visualization. Lecture Notes in Computer Science, vol 4950. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-70956-5\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-540-70956-5_7)
  17. **(Keim et al., 2010)** Keim, D., Kohlhammer, J., Ellis, G. and Mansmann, F. (2010). Mastering The Information Age – Solving Problems with Visual Analytics. Eurographics Association, Goslar, Germany, ISBN 9783905673777.
  18. **(Peña-Ayala, 2017)** Peña-Ayala, A. (2017). Learning Analytics: Fundamentals, Applications, and Trends: A View of the Current State of the Art to Enhance E-Learning. In Series Studies in Systems, Decision and Control No 94, Springer International Publishing, Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-52977-6>
  19. **(Poels et al., 2007)** Poels, K., de Kort, Y. and IJsselsteijn, W. (2009). D3.3: Game Experience Questionnaire: Development of a Self-Report Measure to Assess the Psychological Impact of Digital Games. Technische Universiteit Eindhoven, The Netherlands.
  20. **(Sánchez et al., 2009)** Sánchez, González, J.L., Padilla Zea, N. and Gutiérrez, F.L. (2009). Playability: How to Identify the Player Experience in A Video Game. Proceedings of IFIP Conference on Human-Computer Interaction, Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-03655-2\\_39](https://doi.org/10.1007/978-3-642-03655-2_39)
  21. **(Senapathi, 2005)** Senapathi, M. (2005). A Framework for the Evaluation of CASE Tool Learnability in Educational Environments. In Journal of Information Technology Education, vol 4, 2005, pp 61–84. <https://doi.org/10.28945/265>
  22. **(Somani and Deka, 2017)** Somani, A. and Deka, G. (2017). Big Data Analytics: Tools and Technology for Effective Planning. CRC Press, Taylor & Francis Group, NY, USA, ISBN: 9781138032392.
  23. **(Suh and Anthony, 2017)** Suh, S. and Anthony, T. (2017). Big Data and Visual Analytics (1<sup>st</sup> ed.), Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-63917-8>.
  24. **(Thomas and Cook, 2005)** Thomas, J. and Cook, K. (2005). Illuminating the Path: The Research and Development Agenda for Visual Analytics. Publisher National Visualization and Analytics Center, ISBN: 978-0769523231, ISBN: 0769523234.
  25. **(Vanthienen et al., 2017)** Vanthienen, J. and Witte, K. (2017). Data Analytics Applications in Education (1<sup>st</sup> ed.). CRC Press, Taylor & Francis Group, Auerbach Publications, NY, USA, ISBN: 9781498769273.