



ИКОНОМИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ВАРНА
ФАКУЛТЕТ „ИНФОРМАТИКА“
КАТЕДРА „ИНФОРМАТИКА”

Радка Валериева Начева

**КОМПЮТЪРНА СИСТЕМА ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА
ПОЛЗВАЕМОСТТА НА МОБИЛНИ ПРИЛОЖЕНИЯ**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд

за присъждане на образователна и научна степен "доктор"

по докторска програма „Информатика“

в професионално направление „4.6. Информатика и компютърни науки“

ВАРНА

2017

Дисертацията е разработена в общ обем от 189 страници, в т.ч. основен текст – 150 страници, 2 приложения, 27 фигури, 11 таблици, 200 литературни източника.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 21 септември 2017 г. от 15:00 часа в зала 205 на Икономически университет – Варна на заседание на Научно жури, назначено със Заповед № РД 06 - 1770 от 29.06.2017 г. на Ректора на Икономически университет - Варна.

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се на интернет страницата на Икономически университет – Варна, www.ue-varna.bg

Радка Валериева Начева

**КОМПЮТЪРНА СИСТЕМА ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА
ПОЛЗВАЕМОСТТА НА МОБИЛНИ ПРИЛОЖЕНИЯ**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд
за присъждане на образователна и научна степен "доктор"
по докторска програма „Информатика“
в професионално направление „4.6. Информатика и компютърни науки“

НАУЧЕН КОНСУЛТАНТ:

доц. д-р Снежана Динева Сълова

НАУЧНО ЖУРИ:

доц. д-р Тодорка Борисова Атанасова, ИУ-Варна
доц. д-р Снежана Динева Сълова, ИУ-Варна
проф. д-р Аврам Моис Ескенази, ИМИ-БАН
доц. д-р Димитрина Полимирова – Николова, НЛКВ-БАН
доц. д-р Веселина Господинова Жечева, БСУ

РЕЗЕНЗЕНТИ:

проф. д-р Аврам Моис Ескенази, ИМИ-БАН
доц. д-р Тодорка Борисова Атанасова, ИУ-Варна

ВАРНА

2017

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита от катедра “Информатика” при Икономически университет – Варна.

Авторът е асистент към катедра „Информатика“ при Икономически университет – Варна. Изследванията и разработката са извършени в същия университет.

Автор: Радка Валериева Начева

Заглавие: Компютърна система за оценяване на ползваемостта на мобилни приложения

Тираж: броя

Излиза от печат на

Отпечатан в Печатна база на Икономически университет - Варна

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Актуалност на разработката

Популярността на мобилните технологии и широкото им навлизане в ежедневието растат непрестанно. Те често са определяни като технологии за т. нар. „клетъчна комуникация“¹, които са едновременно лесно достъпни и предлагат незабавен достъп до информация, а също така могат да се интегрират и с други технологии. По-голямата част от тях се използват за комуникация в реално време. Такива, например, са мултимедийни плейъри, персонални дигитални асистенти, USB устройства, четци на електронни книги, мобилни телефони, ултрамобилни компютри, лаптопи, таблети, технологии за носене (умни часовници, гривни, пръстени, очила, устройства за проследяване на моментното физическо състояние, Bluetooth устройства и др.). Може да се каже, че това са всички устройства, които са продукт на научното знание и даващи възможност за обработка на данни в различни форми (съхраняване, достъп, създаване, промяна или организиране) без да е необходимо да бъдат разположени на конкретно физическо място. Тъй като многообразието от технологии е голямо и всяка от тях има различни специфики при употреба, в настоящия дисертационен труд се разглеждат само мобилните приложения, с които работят мобилни телефони и таблети, като най-широко разпространени технологии за ежедневна употреба.

За актуалността и масовата употреба на мобилните приложения може да се направи извод и от статистиките, според които в световен мащаб са отчетени около 7,9 милиарда мобилни връзки, от които 4,8 милиарда уникални потребители². Само в България са 10,7 милиона³ при 7,1 милиона население⁴. Навлизането на мобилните технологии в ежедневието в глобален план расте. Към края на 2016

¹ От англ. ез. „cellular communication“.

² GSMA Intelligence: <<https://www.gsmainelligence.com/>> (23.12.2016 г.)

³ Пак там.

⁴ По официални данни за 2015 г. на Департамента по икономически и социални въпроси на ООН. Източник: <https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/key_findings_wpp_2015.pdf> (23.12.2016 г.)

г. е отчетено, че между 65%⁵ и 66%⁶ от населението на света разполага с мобилен телефон, като за Европа делът е по-висок - 85%⁷ и продължава да се увеличава. Към края на 2020 г. се предвижда, че 73% от населението на планетата ще разполага с мобилна връзка⁸.

Поради покриването на все по-широк спектър от функционалности, мобилните приложения стават все по-сложни, а от там се пораждаат и редица проблеми, свързани с лекотата им на употреба и по-точно, свързани с тяхната ползваемост. Специалистите, занимаващи се с разработването на потребителски интерфейси, са изправени пред предизвикателството да създадат продукти, базирани на потребителския опит и съчетаващи естетика, функционалност, ергономичност, възможност за бързо изпълнение на поставените задачи, като същевременно трябва да се съобразят и с ограниченията, наложени от самите мобилни устройства.

2. Теза на дисертационния труд

Тезата на дисертационния труд е, че за успешното управление на процеса на изследване на ползваемостта на мобилни приложения се налага създаването на система, която да участва в целия жизнен цикъл на съответния продукт, да се характеризира с точност на произвежданите резултати и да извежда препоръки по отношение на ползваемостта на мобилни приложения.

⁵ GSM Association, The Mobile Economy 2017:

<<https://www.gsmainelligence.com/research/?file=9e927fd6896724e7b26f33f61db5b9d5&download>> (13.5.2017 г.)

⁶ Kemp, S., Digital in 2017: Global Overview: <<https://wearesocial.com/blog/2017/01/digital-in-2017-global-overview>> (13.5.2017 г.)

⁷ GSM Association, The Mobile Economy 2017:

<<https://www.gsmainelligence.com/research/?file=9e927fd6896724e7b26f33f61db5b9d5&download>> (13.5.2017 г.)

⁸ Пак там.

3. Цел и задачи на изследването

Цел на дисертационния труд е да се обоснове необходимостта от изследване на ползваемостта на мобилни приложения, да се създаде модел на компютърна система за оценяването ѝ и да се предложи подход за нейната реализация.

За да се реализира поставената цел, е необходимо да се решат следните **основни задачи**:

1. Да се изследват спецификите на понятието „ползваемост“ и да се анализират факторите, играещи важна роля при изграждането на ползваеми мобилни приложения.

2. Да се извърши изследване на съществуващите методи и софтуерни средства за оценяване и тестване на ползваемостта на мобилни приложения.

3. Да се разработи модел на система, насочена към изследване на ползваемостта, която да се характеризира с висока степен на гъвкавост, модулност и приложимост към провеждане на различен вид тестове.

4. Да се предложи конкретна реализация на създадения модел на система за оценяване на ползваемостта на мобилни приложения за софтуерна фирма.

5. Да се създаде прототип на системата с цел демонстриране на нейната практическа приложимост.

4. Обект и предмет на изследване

Обект на изследване на дисертационния труд е ползваемостта на мобилни приложения.

Предмет на дисертационния труд са методите и средствата, намиращи приложение в процеса на изследване на ползваемостта на мобилни приложения.

5. Методология на изследване

При разработването на дисертационния труд се прилагат и различни научно-изследователски способности, а именно: сравнителният, системният и комплексните и процесният подходи, методите на дедуктивния, логическия, статистическия и икономически анализ, на моделиране и проектиране на информационни системи, алгоритмизация и др.

6. Аprobация

По темата на дисертационния труд са публикувани две статии в реферирани издания и пет доклада.

Въз основа на предложените концептуален модел и архитектура е разработен прототип на уеббазирана система за оценяване на ползваемостта на мобилни приложения.

II. СТРУКТУРА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Дисертационният труд е в общ обем от 189 страници и включва увод, три глави (150 стр.), заключение, списък с използвана литература от 200 източника и 2 приложения. В основния текст са включени 11 таблици и 27 фигури.

Съдържание на дисертационния труд

Увод	4
Глава 1. Теоретични основи на ползваемостта на мобилни приложения	8
1.1. Дефиниции на понятието „ползваемост“	8
1.2. Особености при дизайна на потребителски интерфейс на мобилни приложения	16
1.3. Тестване и оценка на мобилни приложения	32

1.3.1.	Процес на изследване на ползваемостта на мобилни приложения	32
1.3.2.	Методи за тестване и оценка на ползваемостта.....	43
1.3.3.	Софтуерни средства за оценяване на ползваемостта на мобилни приложения.....	53
Глава 2. Модел на компютърна система за оценяване на ползваемостта на мобилни приложения.....		64
2.1.	Изисквания към дизайна на мобилните приложения.....	64
2.2.	Концепция за компютърна система за оценяване на ползваемостта на мобилни приложения.....	79
2.3.	Архитектура на компютърната система за оценяване на ползваемостта на мобилни приложения.....	94
Глава 3. Изграждане и внедряване на системата за оценяване ползваемостта на мобилни приложения.....		112
3.1.	Подбор на технологии за реализация на системата за оценяване на ползваемостта на мобилни приложения.....	112
3.2.	Прототипиране на системата за оценяване на ползваемостта.....	133
3.3.	Процес на внедряване на системата.....	149
Заклучение.....		158
Използвана литература.....		161
Приложения.....		176
Приложение 1. Примерен отчет от експерт по ползваемост.....		176
Приложение 2. Документация на системата за оценяване на ползваемостта на мобилни приложения.....		177
Публикации по дисертационния труд.....		188

III. КРАТКО СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Глава 1. Теоретични основи на ползваемостта на мобилни приложения

Първа глава е насочена към изследване на теоретичните основи на ползваемостта.

В **първия параграф** са разгледани различни дефиниции за понятието „ползваемост“, предложени от някои специалисти в областта, сред които Джейкъб Нилсен, Уитни Кусенбъри, Дженифър Прийс, Томас Пауъл и Стив Круг. Представено е и определение, включено в стандартите ISO/DIS 9241-11.2 и ISO/IEC 25010:2011. Забелязва се, че ползваемостта се дефинира почти идентично, но някои автори отчитат допълнителни фактори, повлияващи при нейното оценяване.

Извършено е още предефиниране на правилата на Томас Пауъл, които той използва при определяне на ползваемостта на уебсайтове. Сведени са до следния вид:

- ползваемостта не се дефинира еднозначно;
- ползваемостта е контекстно зависима характеристика не само на потребителския интерфейс, но и на качеството на софтуерния продукт;
- ползваемостта на дадена технология зависи от нейното предназначение и от опита на потребителите с нея;
- удовлетворението на потребителите произтича от ползваемостта на интерфейса на софтуерния продукт.

Въз основа на изследваните определения е обобщено, че **ползваемостта е качествен контекстуално зависим критерий, който се отнася не само до потребителския интерфейс на даден продукт, а и до неговите функционални възможности**. Изведени са и качествени компоненти, които я обуславят: **ефективност, производителност, лекота при взаимодействие, сигурност и полезност**. Необходимо е да се разглеждат винаги в комбинация с цел достигане на удовлетворение у потребителите, използващи съответния продукт.

В края на параграфа са предложени положителни страни от създаването на ползваеми интерфейси от различни гледни точки: на бизнеса; на управлението

на проекта; на дизайнерските екипи; на екипите, занимаващи се с документацията; на потребителските групи и на екипите по поддръжката.

Във **втория параграф на първа глава** са разгледани особеностите при дизайн на потребителски интерфейс на мобилни приложения. Представени са дефиниции за понятието „дизайн“, които разкриват неговата многоаспектност и спомагат за коректното интерпретиране на терминологията в дисертационния труд.

Разгледани са и анализирани изследванията на различни автори, на чиято база се предлага категоризиране на факторите, които оказват влияние върху ползваемостта на мобилни приложения. Това са:

- *Свързани с мобилното устройство* – изчислителни възможности, размер на екрана, резолюция, входно-изходни методи, консумация на енергия, сензори. Нито един от разгледаните автори не посочва сензорите като фактор, който влияе върху ползваемостта или изобщо като част от характеристиките на мобилните устройства. Коректно е те да бъдат отчетени, тъй като липсата или повредата на някой от тях може да доведе до проблеми с ползваемостта на приложението;

- *Свързани с текущата работна среда* – тази група ограничителни характеристики не е присъща за самото мобилно устройство, но произтича от неговото предназначение. Средата може да се определи като *външните за индивида и устройството фактори, които повлияват върху комуникацията между тях в положителен или отрицателен аспект*. Тя се характеризира с температура, влажност на въздуха, движение на въздуха, качество на въздуха, интензивност на светлината, шум, вибрации. Мобилните устройства отчитат промените в околната среда с помощта на сензори;

- *Свързани с връзката с мрежата* (мобилна мрежа или интернет) - когато обменът на данни е нарушен, приложението не може да изпълни предназначението си. От там се оказва влияние върху неговата ползваемост – потребителят остава неудовлетворен, тъй като не може да изпълни конкретните си задачи и да постигне целите си.

Във втория параграф на първа глава от дисертационния труд е извършена още сравнителна характеристика в табличен вид на следните международни стандарти: ISO/IEC 24755:2007; ISO/IEC 18021:2002; ISO/IEC TR 15440:2016; ISO 13407:1999; ISO 9241-210:2010; ISO 9241-161:2016; ISO 9241-129:2010; ISO 9241-110:2006 и W3C Standards for Web Applications on Mobile. Някои от тях имат връзка с ползваемостта на мобилни приложения, докато други разглеждат проблематиката на високо концептуално ниво.

Според някои автори⁹, спазването на конкретен стандарт може да създаде ненужно ограничение по отношение на иновативността на продукта, в частност на неговия дизайн. Въпреки това, дори да не е достатъчно подробен, стандартът „описва принципи при дизайна на потребителски интерфейс, а не работещи решения“¹⁰. Трябва да се има предвид и фактът, че поради бързото развитие на информационните и комуникационни технологии, стандартът „може бързо да стане неактуален. Всички международни стандарти се преразглеждат най-малко веднъж на всеки пет години“¹¹, както е установено и от сравнителната характеристика.

На база на направения анализ на стандартите са изведени ограничителните условия, които оказват влияние при създаване на ползваеми потребителски интерфейси: *аудиторията, контекстът на употреба и дефинираните изисквания към системата.*

Поддържането на стандарти в динамични области като разработването на мобилни технологии, не винаги е възможно, а и ефективно. Затова е необходимо да се обърне внимание на препоръки и принципи на дизайна, предоставени от специалисти, работещи в областта на мобилните технологии и компании, разработващи мобилни операционни системи.

Водещи специалисти в областта на ползваемостта са създали универсални насоки, които трябва да се спазват от интерфейсните дизайнери, независимо от

⁹ Bevan, N., International Standards for HCI and Usability. International Journal of Human Computer Studies, Vol. 55 (4), 2006, p. 533 – p. 552

¹⁰ Пак там, p. 549

¹¹ Пак там.

устройства и операционни системи. Някои от тях ги наричат евристики¹², а други принципи, но в настоящата разработка двата термина се приемат като взаимнозаменяеми. Разгледани са разработките на Доналд Норман, Бен Шнайдерман, Джейкъб Нилсен и Брус Тогнацини. Забелязва се съвпадение между предложените от авторите правила. Изведените евристики се базират на резултати от приложни изследвания в областта на когнитивната психология. Това означава, че потребностите на крайния потребител са поставени в центъра на разработката.

Честа практика, която прилагат дизайнерите на интерфейси на мобилни приложения, е спазването на препоръките и принципите, предложени от компаниите, разработващи мобилни операционни системи. Според Statista.com, за първото тримесечие на 2017 г. операционна система Google Android обхваща 86,1% от световния пазарен дял, следвана от Apple iOS с 13,7% и Microsoft Windows с 0,2%¹³. Това е предпоставка в настоящия дисертационен труд да се разгледат конвенциите в дизайна, предложени от посочените компании.

Приликата между конвенциите на трите компании е, че се фокусират върху изчистения, плосък и адаптивен дизайн. Следват също така парадигмата за потребителски ориентиран дизайн, изведена в ISO 9241-210. Съществуват и някои разлики, които осигуряват идентичността на дизайните за всяка от операционните системи на компаниите. Те се изразяват главно в организацията на елементите на потребителския интерфейс и тяхната визия.

Може да се обобщи, че стандартите, принципите и ръководствата, независимо от разработилата ги организация или специалист, осигуряват стабилна основа за създаване на безопасни технологии. Прилагането на добри практики в сферата на дизайна на потребителския интерфейс спомага за разработване на визия на приложенията, съответстваща на потребностите на целевата аудитория и предлагаща преживяване, което е резултат от комбинирането на технологични

¹² Според Речника на българския език от Института за български език при Българската академия на науките (<http://ibl.bas.bg/rbe/>), евристиката е „метод на обучение, чрез който учителят подпомага ученика да достигне въз основа на натрупаните знания до самостоятелно решение на поставена задача“. От гл. т. на компютърната наука, това е неалгоритмична техника за решаване на проблеми, която се прилага за достигане на по-бързи резултати в сравнение с традиционните методи и техники.

¹³ Global mobile OS market share 2009-2017, by quarter: <<http://www.statista.com/statistics/266136/global-market-share-held-by-smartphone-operating-systems/>> (23.06.2017)

инновации и наука. Като динамично развиващо се направление, разработването на мобилни приложения непрекъснато е подложено на промени, диктувани основно от изискванията на крайните потребители.

В третия параграф на първа глава е извършено изследване на методи и средства за тестване и оценяване на ползваемостта на мобилни приложения. Обоснован е и подкрепен графично бизнес процес на изследване на ползваемостта на този тип приложения.

Извършените проучвания по дисертационния труд сочат, че етапите на процеса на тестване и оценяване на ползваемостта не са разграничени точно, както от международните стандарти, така и от специалисти в областта. Някои автори¹⁴ изследват само процеса на оценяване на ползваемостта, други само процеса на тестване¹⁵, които обаче не се срещат в литературата обединени в цялостен процес по изследване на ползваемостта. Не е намерена информация също така за ясно групиране на прилаганите методи и средства, което да съответства на поетапното им приложение.

При спазване на методи за оценка или тестване, може да се говори, че изследването на ползваемостта на продукта има формална насока. За да се опише процесът, е необходимо да се приложи доказан в практиката подход, като процесния, например. Адаптиран към потребностите на изследването на ползваемостта на ползваемостта на мобилни приложения, процесният подход следва да подпомогне фирмите при създаване на потребителски ориентирани интерфейси по координиран начин, с ясно дефинирани входни параметри, ограничителни условия и изходни артефакти.

В настоящия дисертационен труд се предлага изследването на ползваемостта да се интерпретира като бизнес процес, провеждан на следните фази: Планиране, Тестване, Анализирание на ползваемостта и Изготвяне на отчет (фиг. 1).

Като вход се получават данни за проект и за потребители и самото мобилно приложение, чиято ползваемост се изследва.

¹⁴ Howarth, J., Andre, T., Hartson, R., A Structured Process for Transforming Usability Data into Usability Information. Journal of Usability Studies, 2007, Vol. 3, Issue 1, p. 7 – p. 23

¹⁵ Barnum, C., Usability Testing Essentials. Morgan Kaufmann, 2011

Rubin, J., Chisnell, D, Handbook of Usability Testing. Wiley Publishing, 2008

Ограниченията, които оказват влияние върху изпълнение на процеса, се отнасят до потребителите (технически познания и моментни физическо и психическо състояние) и контекста на употреба.



Фиг. 1. Бизнес процес на изследване на ползваемостта на мобилни приложения

Всяка една от фазите на процеса на изследване на ползваемостта е негов подпроцес.

Планирането представлява задаване на задачи по изследването и срокове за изпълнението им. Това е графикът на проекта. Изследвани са проучванията на някои автори¹⁶, специализирани уебсайтове¹⁷, международни стандарти ISO/IEC 23025 "Common Industry Format for Usability Test Reports", ISO 20282 – 2:2013 "Ease of Operation of Everyday products" и ISO 21500:2012 Guidance on project management, както и разработки на концептуално ниво (PRINCE2 и THE PMBOK¹⁸ GUIDE). Предложена е структура на план за изследване на

¹⁶ Travis, D., Usability Test Plan Toolkit. Userfocus, 2016
Loranger, H., Checklist for Planning Usability Studies: <<https://www.nngroup.com/articles/usability-test-checklist/>> (1.05.2017 г.)

¹⁷ Например: <https://www.usability.gov> предлага Usability Test Plan Template; <https://www.uxpin.com> предлага Usability Testing Kit; <https://www.digitalgov.gov> предлага Usability Starter Kit и др.

¹⁸ Съкратено от Project Management Body of Knowledge.

ползваемостта на мобилни приложения, който да се адаптира към бизнес процеса.

В дисертационния труд се счита, че фазата на *тестването* трябва да се провежда на два етапа – проверочен (пилотен) и същински. През проверочния етап се извършват проверки на задачите, които ще се изпълнят на същинския етап. В тази фаза е достатъчно участието на един потребител. Осъществяват се още корекции на онези задачи, за които е установено, че се възприемат двузначно или са неясни. След това се свеждат до крайния им вид и се провежда същинското тестване от определената при планирането група потребители.

По време на същинския етап се проследява поведението на потребителите в специфичен контекст на употреба, който може да бъде обичайната за съответните потребители работна среда или пък да се извършва в лабораторни условия. Резултатите се записват по избран от експерта по ползваемост¹⁹ начин. Изборът на конкретен метод се ръководи от редица фактори, които в настоящия дисертационен труд се свеждат до: бюджет, етап от процеса на разработка, отчитане на основните принципи на ползваемостта, времетраене, участници, място на провеждане на тестовете за ползваемост, инструменти и получаване на количествени данни.

Следващата фаза от процеса на изследване на ползваемостта - *Анализ на ползваемостта*, се извършва съобразно избран метод за оценяване.

Резултатите от анализа се обобщават и се преминава към последната фаза от процеса на изследване на ползваемостта - *Изготвяне на отчети*. Отчетите включват крайната оценка за ползваемостта на съответния софтуерен продукт и препоръки за подобряване на ползваемостта.

Като *изходни артефакти* на процеса се очаква да се получат отчети с резултати от неговото провеждане и препоръки за подобрене на ползваемостта на конкретното мобилно приложение.

¹⁹ Нарича се още модератор.

Представените етапи на бизнес процеса следва да се обезпечат с конкретни методи и средства за тестване и оценяване на ползаемостта. Те са обект на изследване в множество научни разработки²⁰. В дисертационния труд разглежданите методи се класифицират в две основни групи: методи за тестване и оценка на ползваемостта и софтуерни средства за тестване на ползваемостта, систематизирани в таблици.

Методите, осигуряващи фаза Тестване, са разделени на основни и съпътстващи. Към основните са причислени: Размишляване на глас; Протокол с въпроси; Отдалечено тестване; Измерване на производителността и Магьосникът от Оз. Към съпътстващите: Фокусни групи; Интервю; Контекстуално запитване; Анкетиране и Сортиране на карти.

В практиката, „дизайнерските екипи прилагат често един или два от тях, с които са запознати най-добре“²¹. Някои от методите се изпълняват в присъствието на модератор (експерт по ползваемост) или без наличието на такъв. Също така част от тях подлежат на автоматизация изцяло, а други – не.

Методите за оценяване на интерфейса на дадена система са по-малко на брой в сравнение с методите за тестване. Може да се каже, че като цяло експертните оценки не могат да обхванат пълния набор от проблеми с ползваемостта, тъй като се провеждат от висококвалифицирани специалисти, чиито ментални модели за функциониране на софтуерните приложения са базирани на опита им в сферата на информационните и комуникационни технологии. Те имат определени структурирани очаквания към функционирането на софтуера и поради тази причина при изучаването на нов интерфейс биха се справили много по-бързо от неспециалисти.

²⁰ Nielsen, J., Usability Engineering. Morgan Kaufman, 1993

Nielsen, J., Mack, R., (Eds.), Usability Inspection Methods. John Wiley & Sons, New York, 1994

Faulkner, L., Beyond the five-user assumption: Benefits of increased sample sizes in usability testing. Behavior Research Methods, Instruments, & Computers, 2003, 35 (3), p. 379 – p. 383

Lewis, J., Usability Testing. IBM Software Group, 2006

Rohrer, Ch., When to Use Which User-Experience Research Methods: < <https://www.nngroup.com/articles/which-ux-research-methods/> > (27.04.2017 г.)

Rubin, J., Chisnell, D, Handbook of Usability Testing. Wiley Publishing, 2008

Wilson, Ch., User Interface Inspection Methods. Morgan Kaufmann, 2013

²¹Rohrer, Ch., When to Use Which User-Experience Research Methods. October 12, 2014: <<https://www.nngroup.com/articles/which-ux-research-methods/>> (10.04.2017)

Най-често прилаганите на практика методи, описани в дисертационния труд, са: Евристично оценяване; Познавателна проверка; Множествена проверка; Анализирани на характеристиките и Анализирани на съответствие със стандартите.

Понякога методите за тестване и оценка се оказват недостатъчни, за да се открият в максимална степен проблемите с ползваемостта. Това налага прилагане на допълнителни софтуерни средства, които същевременно да ускорят процеса на изследване. В дисертационния труд е обобщено, че подобни средства основно могат да се базират на работа с:

- въпросници за получаване на обратна връзка относно удовлетвореността от работата със системата;
- лог файлове, в които се записват резултатите от работата на системата от страна на сървъра;
- интеракции с мобилните приложения – това са натисканията на екрана (taps) и движенията, извършвани при взаимодействие с мобилното устройство (gestures), на чиято база в последствие да се установи постигнатата производителност и респективно допуснатият брой грешки. Подобни, например, са А/В тестовете;
- биометрични данни – поведенчески и/или физиологични²², от които най-често приложение при изследване на ползваемостта имат анализ на израженията на лицето, обработка на аудио записи (анализ на гласа), проследяване на погледа и изследване на мозъчната активност. При базираните на проследяване на погледа и на мозъчната активност се избягва вербална комуникация с потребителите. Те се характеризират с висока степен на точност на крайния резултат, а комбинирането им би допринесло за откриване на максимален брой проблеми с ползваемостта на потребителските интерфейси.

Не всеки от инструментите, използвани за оценяване на ползваемостта, работи едновременно с всички посочени групи от средства. Част от софтуера е със

²² Прилага се класификацията, описана от Shrivastava, S., Biometric: Types and its Applications. National Conference on Knowledge, Innovation in Technology and Engineering (NCKITE), International Journal of Science and Research (IJSR), 2015, p. 205

строга специализация (реализиран е на база на само едно от тях), а друга част е с широк обхват (включва две и повече средства).

На база на направените проучвания по дисертационния труд и на конкретно изследване²³ някои от най-често прилаганите средства за оценяване на ползваемостта на мобилни приложения могат да се сведат до: Applause; Appsee; iMotions; Leanplum; Loop11; Mobile-Friendly Test; Morae Manager; Ovo Logger; Tobii Pro Lab; TryMyUI; Userlytics и UserZoom. По-голямата част от платформите поддържат етапите на процеса на изследване на ползваемостта, но не ги покриват напълно. Например, позволява се създаването на тестови задачи за потребителите, но не се поддържа създаване на пълен план на процеса на тестване. Поддържа се анализ на резултатите от тестовете, които се извеждат под формата на топлинни карти в повечето случаи. Включено е и генериране на отчети, които се базират на резултатите от анализа, но те включват само количествени данни, без препоръки за подобрене на ползваемостта.

На база на проведеното изследване на функционирането на разгледаните платформи в настоящия дисертационен труд се предлага общ вид на извършваните от тях дейности до показания на фиг. 2.

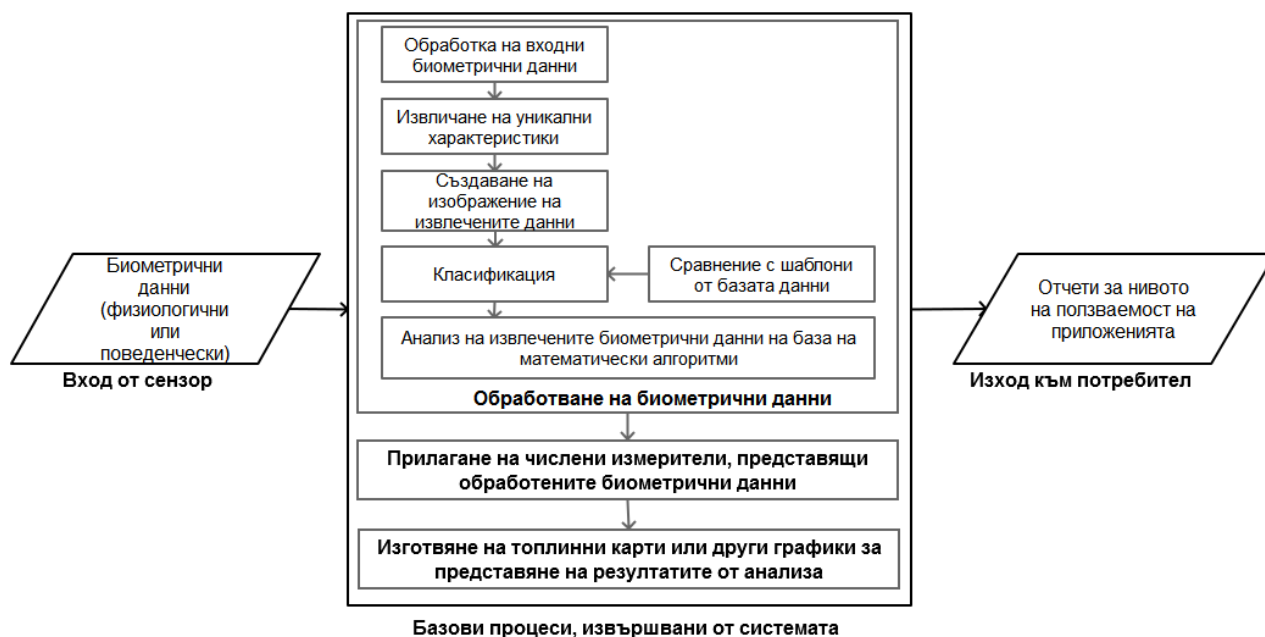


Фиг. 2. Концептуален функционален модел на софтуер за оценяване на мобилни приложения

Концептуалният функционален модел от фиг. 2 се видоизменя в зависимост от технологиите, които се използват от софтуерния инструмент за

²³ Tomlin, C., 14 Usability Testing Tools Matrix and Comprehensive Reviews: <<http://www.usefulusability.com/14-usability-testing-tools-matrix-and-comprehensive-reviews/>> (26.04.2017 г.)

оценяване на ползваемостта. Извършено е представяне на платформите, основани на работа с биометрични данни - фиг. 3.



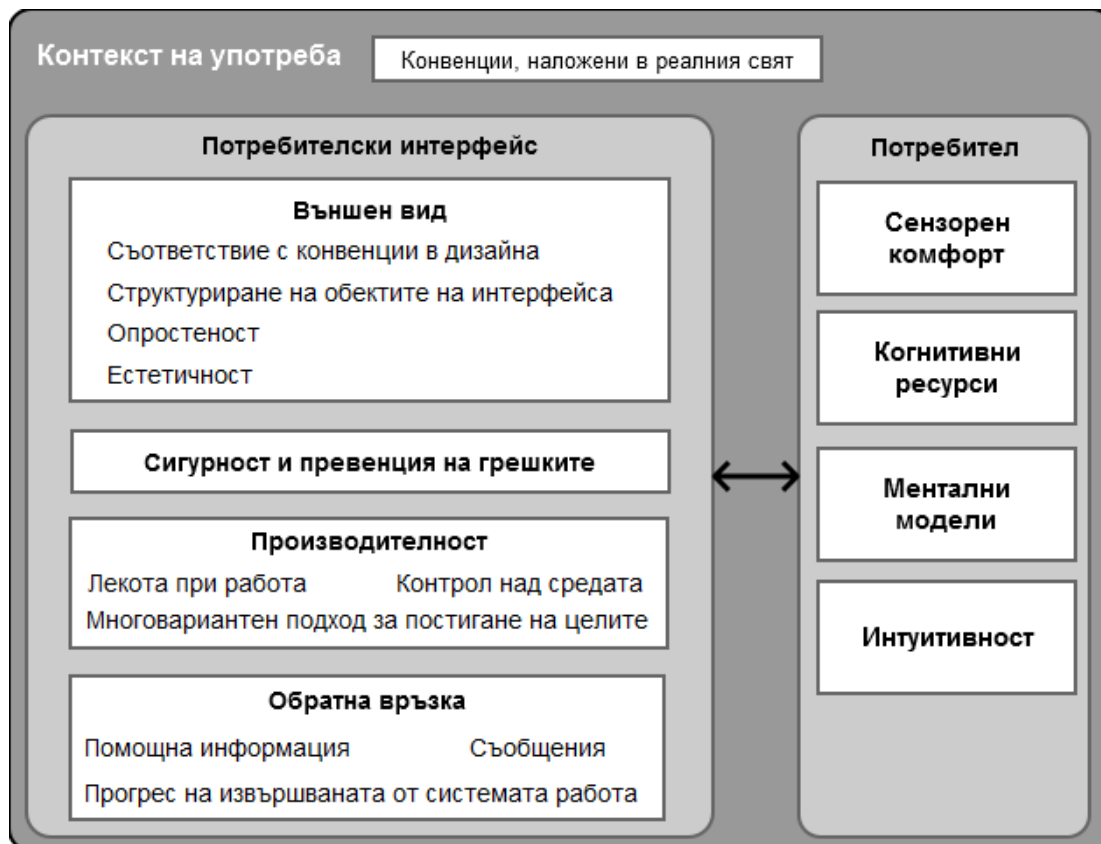
Фиг. 3. Концептуален функционален модел на система за оценяване на ползваемостта на мобилни приложения, работеща с биометрични данни

В заключение може да се обобщи, че понятието „ползваемост“ се разглежда като контекстуално зависим критерий за оценяване не само на потребителския интерфейс, но и на качеството на софтуерния продукт. За изследване на ползваемостта се прилагат различни методи, които са интегрирани в специализирани за целта софтуерни средства, но не покриват напълно предложения в дисертационния труд бизнес процес.

Глава 2. Разработване на компютърна система за оценяване на ползваемостта на мобилни приложения

Втора глава предлага изисквания към потребителския интерфейс на мобилни приложения и модел на специализирана система за оценяване на ползваемостта на този тип софтуер.

В първия параграф се дефинират някои основни изисквания към дизайна на мобилните приложения, които биха подпомогнали оценяването на ползваемостта на потребителския им интерфейс. Те са разпределени в три категории (фиг. 4): Потребител, Потребителски интерфейс и Контекст на употреба. В рамките на всяка категория е направено ново подразделение на изискванията.



Фиг. 4. Изисквания към дизайна на потребителски интерфейс

Изискванията, които се отнасят до групата „Потребител“, са:

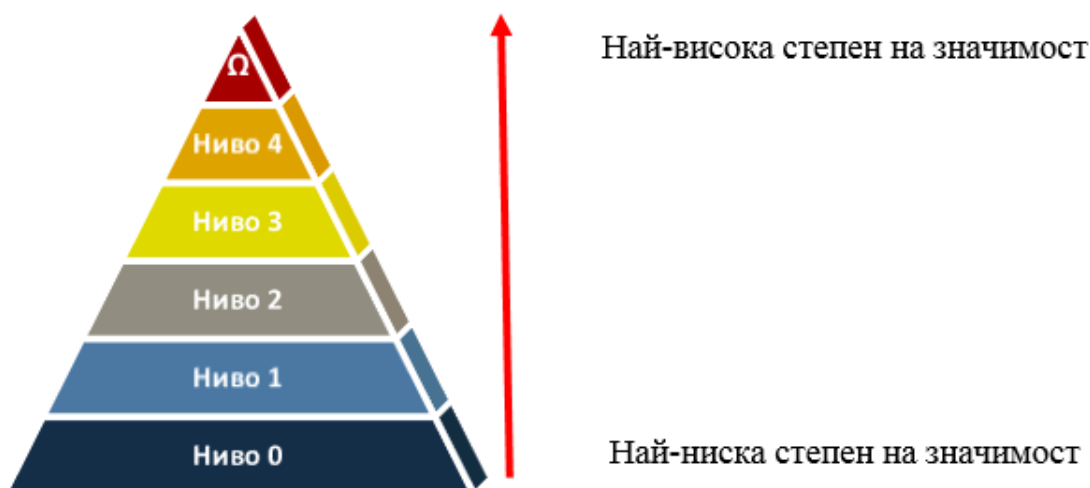
- *Сензорен комфорт* – свързва се с възприятието на визуални картини и звуци, т.е. с човешките сетива зрение, слух и осезание.
- *Когнитивни ресурси* – до каква степен се налага потребителите да вложат допълнителен когнитивен ресурс при изпълнение на своите задачи.
- *Интуитивност* – осигурява се при спазване на терминологичните и визуални концепции, наложени за съответната платформа, както и при заимстване на наложени в психологията принципи.
- *Ментални модели* – необходимо е да се провери чрез тестове дали дизайнът съответства на предварителните представи на потребителите. Методите,

които често се използват в тази връзка, са Размишляване на глас, Протокол с въпроси, Интервюта, Фокус групи, Контекстуално запитване. Участниците могат да изразят свободно вижданията си относно реализацията на потребителския интерфейс.

Често се прилагат и сесии на мозъчни атаки при извличане на концепции за дизайн. За организирането на резултатите от мозъчни атаки се използват диаграми на сходството или мисловни карти. Те могат да се окажат неефективни за проекти, обединяващи множество идеи, тъй като разположението на първия тип диаграми е само хоризонтално.

По метода на аналогията, като подходяща алтернатива в настоящия дисертационен труд се предлага пирамидалното изобразяване, подобно на Пирамидата на Маслоу, представяща йерархията на потребностите на човека и намираща приложение в управленските теории. Тук се интегрира само идеята за употребата на подобна диаграма с цветово разграничение и категоризиране, но не и с терминологията, предложена в мотивационната теория на Маслоу.

Смисълът, който се придава на йерархичното представяне на менталните модели (фиг. 5), наречено в настоящото изследване „йерархичен ментален модел“, е свързан с градивното изобразяване на идеите на потребителите.



Фиг. 5. Йерархичен ментален модел

На модела, представен на фиг. 5., се предлага *идейна градация на 6 нива* с различно цветово разграничение за всяко ниво. На нива 0 и 1, изобразени с цветове от студената гама, следва да бъдат вписани идеите, които нямат критично значение за успеха на проекта. Ниво 2 представлява нивото на критичен минимум, който е препоръчително да бъде реализиран, за да се положи стабилна основа на проекта. Следващите две нива изобразяват идеите, които имат съществено значение за цялостната реализация на концепцията за интерфейса, т.е. те са задължителни за изпълнение. Във върха на пирамидата (Ниво 5 или Омега ниво) се разполагат иновативните идеи, които гарантират успеха на софтуерния проект. Това означава, че стремежът на специалистите по ползваемост при провеждане на потребителските сесии и сесията на мозъчна атака с разработващия екип трябва да бъде достигане на Омега ниво с възможно най-много иновативни идеи.

Апробацията на модела е извършена чрез организиране на отдалечена сесия на мозъчна атака посредством анкета с отворени въпроси. Целта е да се изучат менталните модели на потребителите по отношение на функционирането на определен тип мобилно приложение без да се насочват към възможни отговори.

При провеждане на проучването са спазени следните етапи:

- **Етап 1:** Разработване на групи въпроси за идентифициране на отделните йерархични нива на менталния модел;
- **Етап 2:** Определяне на големината на извадката;
- **Етап 3:** Разпространяване на въпросника;
- **Етап 4:** Предварителна обработка на резултатите от анкетата;
- **Етап 5:** Кодиране на отговорите;
- **Етап 6:** Обработка на резултатите със софтуер за качествен анализ;
- **Етап 7:** Формиране на ментален модел на потребителите според общия вид, отразен на фиг. 5.

Изискванията, включени в групата „Потребителски интерфейс“, са:

- **Външен вид** – създаването на издържан външен вид на приложенията се достига чрез съблюдаване на основни правила, като:

- ✓ *Съответствие с конвенции в дизайна* – в дизайна на приложението да личи, че е налице знанието за основите на визуалния дизайн.
 - ✓ *Структуриране на обектите на интерфейса* – правилната аранжировка на елементите на интерфейса може да се определи и чрез Закона на Фитс.
 - ✓ *Опростеност* - излишното натрупване на орнаменти и цветове води до дискомфорт при работа, а от там до неудовлетвореност на потребителите.
 - ✓ *Естетичност* – естетичният дизайн е предпоставка за създаване на удовлетвореност у потребителите.
- **Сигурност и превенция на грешките** – да се осигури възможност на потребителите да изпълняват една и съща задача по различни начини, така че при допускане на грешки да намерят „изход“ от ситуацията.
- **Производителност** – изразява се в:
 - ✓ *Лекота при взаимодействие* – потребителят трябва да постига бързо и с лекота целите си, което от своя страна налага прилагане на Закон на Фитс.
 - ✓ *Контрол над средата* – дизайнът да се характеризира с адаптируемост към временните потребности на аудиторията.
 - ✓ *Многовариантен подход за постигане на целите* - изпълнение на едни и същи задачи по няколко начина. От друга страна, с цел намаляване на вляганя от потребителите когнитивен ресурс е необходимо да се ограничат начините за постигане на целите.
 - **Обратна връзка**
 - ✓ *Помощна информация* – включване на съвети или указатели към нови функции, поддържане на документация (ако е необходимо).
 - ✓ *Съобщения* – извеждане на подходящи съобщения, които подсказват на потребителите какво следва да направят при извършване на определена операция.

- ✓ *Прогрес на извършваната от системата работа – извеждане на системен статус.*

Изискването, обособено в групата „Контекст на употреба“, е:

- ✓ *Конвенции, наложени в реалния свят – съответствието между реални обекти и термини, използвани преди възникването на технологиите говори за приемственост между знанието от различните области на човешкото познание и също така улеснява потребителите при възприемане на новостите.*

Спазването на основни изисквания към дизайна на мобилните приложения следва да подобри ползваемостта на потребителския им интерфейс, а от там да се предостави до известна степен увереност на потребителите, че работят по коректен начин с приложението и могат да изпълнят крайните си цели.

Във **втория параграф на втора глава** е извършено представяне на функционирането на специализиран софтуер за изследване на ползваемостта на мобилни приложения, който е основан на конкретизирания в първа глава бизнес процес (вж. фиг. 1).

От разгледаните в първа глава методи за тестване и оценка на ползваемостта, може да се обобщи, че системата е подходящо да се базира на методи, чрез които се:

- изследват менталните модели на потребителите;
- предоставя максимална свобода на потребителите при провеждане на тестовете - независимост от местоположение;
- получават количествени данни;
- проследяват правила за изграждане на ползваеми интерфейси.

Като методи, отговарящи на посочените критерии, се идентифицират: **Интервю (структурирано), Отдалечено тестване, Измерване на производителността, Размишляване на глас и Евристична оценка.** Те са реализирани от не малка част от софтуерните средства за оценяване на ползваемостта, разгледани в третия параграф на първа глава.

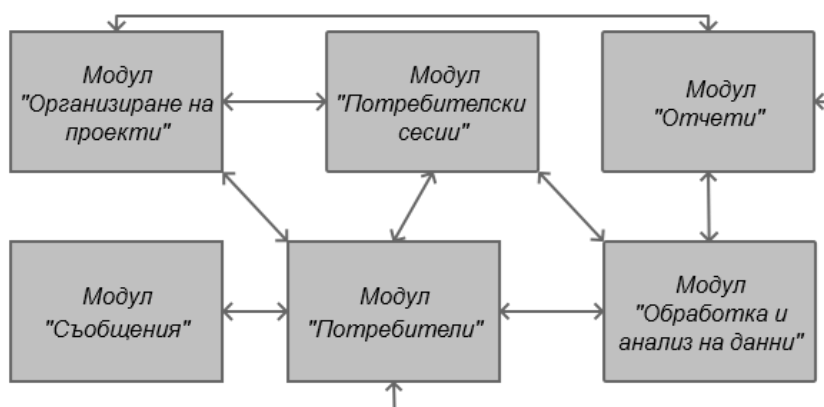
Технологията, която следва да се използва от системата, трябва да подобрява комуникацията между човек и компютър и да повишава ефективността и производителността на работния процес. Към момента на извършване на проучванията по дисертационния труд като активно навлизащи в ежедневието се разпознават биометричните технологии. От представените в третия параграф на първа глава технологии като **най-подходяща за интегриране в предлаганата в настоящия дисертационен труд система се идентифицира базираната на проследяване на мозъчната активност**. Тя генерира точни резултати и не се налага да се обработват смущения от външната среда (контекста на употреба).

Изискванията, които е необходимо да бъдат изпълнени по отношение на реализацията на предлаганата в настоящия труд система за оценяване на ползваемостта, се свеждат до:

- поддържане на конкретизирания бизнес процес на изследване на ползваемостта, описан в третия параграф на първа глава;
- реализиране на системата като уеббазирано приложение, достъпът до което може да се осъществява независимо от физическото местоположение на потребителя и хардуерно устройство (компютър, таблет, мобилен телефон), чрез което да се постигне гъвкавост на процеса на работа;
- прилагане на политики, свързани със сигурността на достъп до системата, като се има предвид специфичността на събираните данни;
- реализиране на методи за тестване на ползваемостта;
- интегриране на леснодостъпни за потребителите методи за записване, обработка и анализ на биометрични данни;
- включване на способности за проследяване на интеракциите на потребителите с мобилни приложения;
- предоставяне на възможност за осъществяване на два подхода за тестване – модерирано и немодерирано.

Системата е изградена от следните основни модули: **Организиране на проекти, Потребители, Потребителски сесии, Съобщения, Обработка и анализ на данни и Отчети**. На практика, всяка една от фазите на бизнес процеса

се поддържа от конкретен модул. Връзката между модулите се илюстрира чрез Фиг. 6, като свързващите ги стрелки имат смисъла на „пряко взаимодействие“.



Фиг. 6. Модулна организация на системата на високо ниво

Модулът „Организиране на проекти“ е отговорен за създаване на нови проекти, за управление на активните и за проследяване на резултатите от вече приключилите проекти. Чрез него се осигурява първата фаза на процеса по изследване на ползваемостта, а именно планирането на потребителските сесии.

Модул „Потребители“ е свързан с управление на потребителските акаунти. Информацията за потребителите се изисква при създаване на нови проекти, при извършване на тестове на мобилни приложения, при изпращане на съобщения, при изготвяне на отчети и т.н.

За подобряване на комуникацията между потребителите в системата е предвидено създаването на модул „Съобщения“. Той е отговорен за изпращане на нови, проверка на получени и изпратени съобщения, както и за работа с чернови.

Модул „Потребителски сесии“ осигурява фаза „Тестване“ от процеса на изследване на ползваемостта. Получените чрез него данни се предават на модул „Обработка и анализ на данни“ за извършване на значимите за изследването на ползваемостта автоматизирани и аналитични операции. Потребителските сесии се провеждат на два подетапа – интервю и тестови сесии. Интервюто съдържа въпроси, обособени в две групи - Очаквания към / Впечатления от продукта и Контролни въпроси след проведените тестове. Първата група въпроси се задават

преди изпълнение на тестовете, като целта е да се провери дали потребителят е работил с приложението или подобно на него и съответно да сподели предшестващото си очакване към него. На втората група въпроси се отговаря след провеждане на тестовите сесии, за да се проведе последваща проверка на мнението на потребителите на база на придобития от тях опит с приложението.

Тестовите сесии представляват изпълнение на ситуационни задачи (прилага се метод „Измерване на производителността“), чрез които се проследява решаването на конкретни проблеми. Проследяването на действията на потребителите става след като инсталират на мобилните си устройства (телефон или таблет) приложение, съдържащо код за следене на действията им с изследвания продукт. При изпълнение на всяка задача системата записва извършваните действия (натисканията на конкретни опции от приложението) и съответно необходимите количествени данни. Подходящо допълнение към тях е отчитането на мозъчната активност, при анализа на която следва да се установи кои задачи в действителност са се оказали трудни за изпълнение и кои лесни. На база на изпълнението на задачите системата генерира топлинни карти на натисканията (на англ. ез. „tap heat maps“) и карти на активността на мозъка (от англ. ез. „brain activity map“). От картите може да се направи заключение кои са най-често избраните опции на конкретното приложение и кои остават скрити (извън ползването на потребителите). Също така, може да се заключи в кой момент мозъчната активност се увеличава, т.е. кои задачи затрудняват потребителите.

Модул „Обработка и анализ на данни“ поддържа фаза „Анализ на ползваемостта“ от процеса на изследване на ползваемостта. Съдържа редица по-малки компоненти, специализирани в различни насоки – работа с комуникации в реално време, работа с биометрични данни (ментални команди, генерирани чрез ВСІ устройствата) и интеракции с мобилни приложения. Към модула се предават всички направени записи от потребителските сесии. Чрез него се извършват следните автоматизирани дейности: кодиране и декодиране на комуникацията в реално време (видео и аудио стрийминга); създаване на топлинни карти в

следствие на извършени интеракции с обследваното мобилно приложение. Необходимо е да се поддържа API за връзка с мобилната операционна система на потребителите; извличане и транскрибиране на ментални команди, записани посредством специализирано хардуерно устройство за проследяване на мозъчната активност; анализ на записаната мозъчна активност (команди) с цел извличане на ментални шаблони; картиране и анализиране на ментални шаблони с цел създаване на карти на активността на мозъка.

Като резултат на всяка една от посочените дейности, системата генерира в графична форма отчети, които се подават на модул „Отчети“. Неговото предназначение е да покрие фаза „Изготвяне на отчети“ от процеса на изследване на ползваемостта. Той извежда в читаем за крайния потребител вид на обработената информация. Отчетите са два вида – генерирани от системата и създадени от специалист, съдържащ резултатите от експертната оценка и препоръки за подобряване на ползваемостта на изследвания продукт.

В третия параграф на втора глава е извършено специфициране на архитектурата на системата на няколко етапа: Дефиниране на изискванията, Анализиране на изискванията, Избор на шаблон, Създаване на архитектура на системата и Изготвяне на модели на компоненти.

На първи етап са изведени изискванията към архитектурата на системата, които се свеждат до:

- да интегрира функционалностите на интернет приложение, биометрична система и мултимодална;
- да интегрира хардуерни устройства, използвани за записване на биометрични данни;
- да включва модули, обработващи биометрични данни;
- да отразява съхраняването на информацията, получена в следствие на работата на приложението;
- да отразява способите за идентификация на потребителите.

На втори етап от процедурата по специфициране на архитектура е извършен анализ на изискванията. От основните условия към архитектурата на преден план се извеждат три важни понятия: интернет приложение,

мултимодална система и биометрична система. Обединени в едно цяло, образуват концепцията за архитектура на системата. Характерните специфики на всеки от изброените типове приложения насочват към представящите ги архитектури. Интернет приложенията реализират модел клиент – сървър, като логиката е разделена на слоеве, всеки от които има определено предназначение. Обикновено използваната архитектура е многослойна.

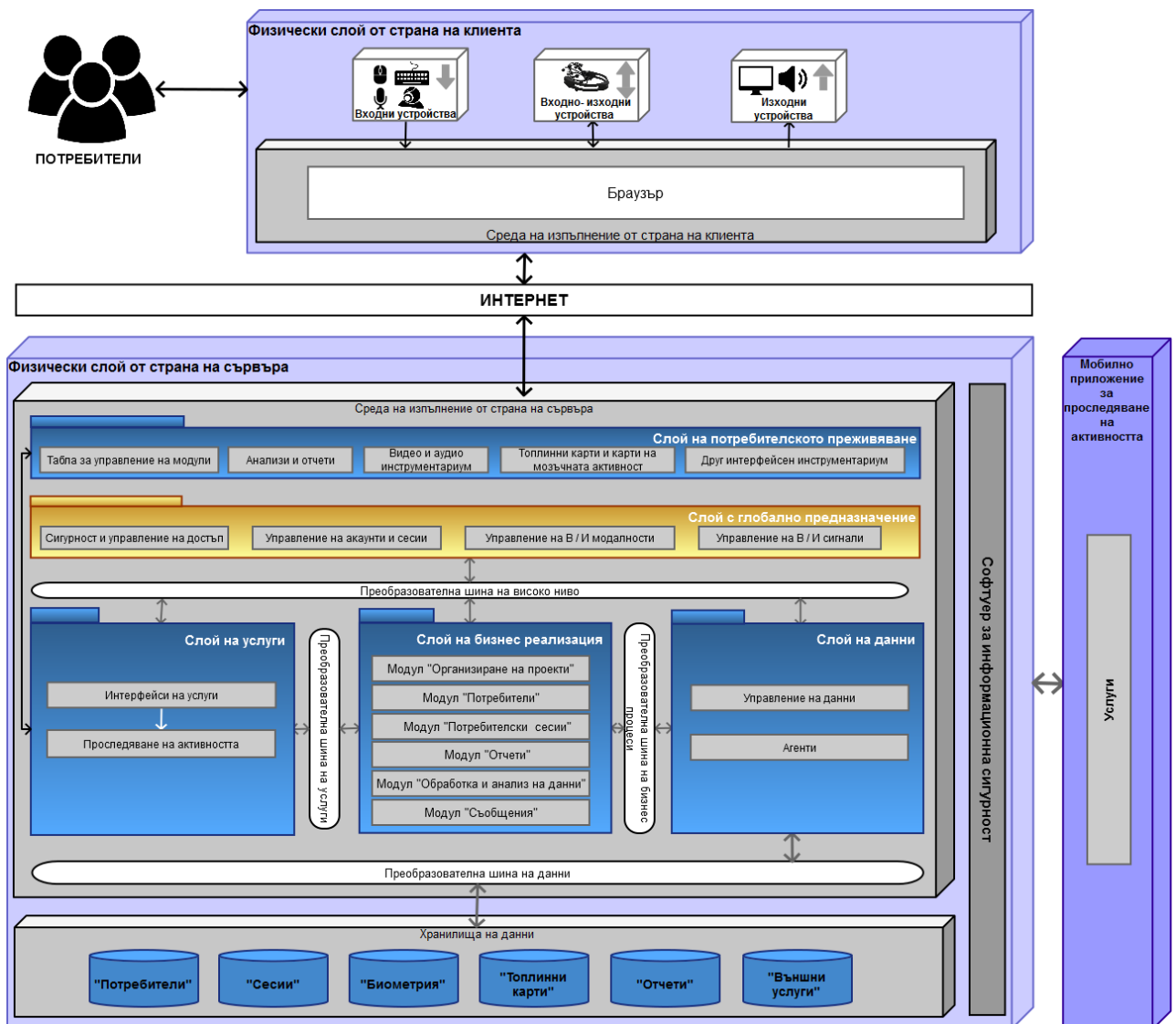
В контраст на многослойната архитектура, архитектурата на мултимодалните системи, предложена от W3C²⁴, се основава на архитектурния шаблон Model-View-Controller (MVC). Изгледът в MVC архитектурата на този тип приложения комбинира визуални, звукови, биометрични и / или осезателни модалности. В практиката, мултимодалните системи могат да се окажат и биометрични.

В следствие на проведените проучвания, в дисертационния труд се достига до извода, че нито едно от тези архитектурни решения не е подходящо за приложение в буквален вид към предлаганата система, тъй като някои от условията остават неудовлетворени. Липсата на разработено готово решение, налага създаване на хибриден архитектурен шаблон. За негова основа се използват многослойната архитектура на интернет приложенията, със същностни модификации и добавени значения от страна на автора, които да доведат до реализирането му като уеббазирана биометрична мултимодална система.

На трети етап от процедурата по специфициране на архитектура е разработен шаблонът, който ще се използва от системата. Той се основава на модел „Клиент-Сървър“ и съдържа следните слоеве: Физически слой от страна на клиента и Физически слой от страна на сървъра (Слой на потребителското преживяване, Слой на услуги, Слой на бизнес реализация, Слой на данни). Към изброените се добавя и Слой с глобално предназначение, който асемблира функционалност, използвана от два или повече други слоя. Комуникацията между отделните слоеве се осъществява посредством преобразователни шини.

²⁴ W3C Multimodal Architecture and Interfaces: W3C Recommendation 25 October 2012 <<http://www.w3.org/TR/mmi-arch/>>, 14.03.2017 г.

На четвърти етап е извършено конкретизиране на архитектурата (фиг. 7).



Фиг. 7. Архитектура на системата за оценяване на ползваемостта

Взаимодействието със системата се осъществява посредством *Физически слой от страна на клиента*. Той е съвкупност от всички хардуерни устройства и софтуерни продукти (софтуерната среда за изпълнение от страна на клиента - уеббраузер), с които потребителят работи, за да осъществи пълноценен достъп до системата. Включват се и използваните от потребителя входни, входно-изходни и изходни хардуерни устройства.

Физическият слой от страна на сървъра е съвкупността от всички хардуерни устройства и софтуерни продукти, участващи в комуникацията с клиента. Тук се отнасят: Средата за изпълнение от страна на сървъра (цялото

необходимо софтуерно оборудване за правилното функциониране на системата, включително операционна система, уебсървър), Хранилище на данни и разположените върху него бази от данни, Софтуер за информационна сигурност на сървъра (за осигуряване на защита срещу неототоризиран достъп до системата). В Средата за изпълнение от страна на сървъра са разположени компонентите на конкретната система, логически групирани в слоеве, комуникацията между които се осъществява посредством преобразователна шина съответно на бизнес процеси, на услуги, на данни и на високо ниво.

Слоят на потребителското преживяване всъщност представлява презентационният слой в стандартната архитектура на интернет приложенията. Той намира приложение при визуализиране на компонентите на потребителския интерфейс. Основните елементи на слоя са таблата за управление на модули, анализи и отчети, средствата за работа с топлинни карти и карти на мозъчната активност, видео и аудио инструментариума.

Слоят на услуги съдържа всички приложни програмни интерфейси, чрез които външни системи имат възможност да използват услугите на конкретната система. Това е интерфейсът, осъществяващ връзка с приложението, което потребителите инсталират на мобилните си устройства, за да изпращат данни към системата.

Слоят на бизнес реализация съдържа всички компоненти на системата, които реализират нейната бизнес логика (фиг. 7). Тук се включват модулите за управление на процеси, основани на работа с биометрични данни.

Слоят на данни групира всички компоненти на системата, които обединяват необходимата логика за достъп до хранилищата с данни.

Слоят с глобално предназначение групира всички компоненти, които оказват влияние върху работата на компонентите от останалите слоеве и от които зависи до голяма степен нормалното функциониране на системата. Това са модулите, управляващи автентикацията и оторизацията на потребителите (сигурността на достъп), потребителските акаунти и сесии, системните ресурси, както и свързаните управление на входно-изходните модалности и входно-

изходните сигнали. Модул „Сигурност и управление на достъп“ е необходимо да поддържа непосредствена връзка с „Управление на модалности“, който компонент е насочен към управлението на входните и изходните модалности. Видът на модалностите зависи от изискванията към системата. Тъй като системата следва да позволява едновременен достъп на много потребители, както и едновременно провеждане на няколко потребителски сесии, то се поддържа и модул, който управлява акаунтите на потребителите и сесиите, в които участват.

Предлаганата в настоящия дисертационен труд архитектура разполага и с няколко шини, чиито функции са свързани с осъществяване на успешна комуникация между слоевете, основата на която се състои в предаване на данни между тях. Те изпълняват строго специфични интеграционни и преобразователни функции на високо и ниско ниво, а също така управляват предаваните съобщения и услуги само между слоевете, които свързват. Данните се преобразуват в универсален формат, което способства за последващата им интерпретация, т.е. за тяхната платформена независимост и приложимостта им в други системи.

Пети етап от специфицирането на архитектурата е свързан с детайлизиране на отделните модули на системата. Поради повишената сложност на задачата е избран конкретен модул, като целта е демонстриране на прилагания способ. Избран е езикът ArchiMate, съвместим със стандарта TOGAF и базиран на UML.

Предложената системата за оценяване на ползваемостта на мобилни приложения позволява да се обхване и да се автоматизира в значителна степен целият процес на изследване на ползваемостта (фиг. 1). Използваните биометрични технологии се характеризират с голяма степен на точност при провеждане на подобен тип изследвания.

Глава 3. Изграждане и внедряване на системата за оценяване ползваемостта на мобилни приложения

Трета глава е насочена към демонстриране на приложимостта на предлаганата система за оценяване на ползваемостта на мобилни приложения. За целта е избрана фирма, която има потребност от изследване на ползваемостта на мобилните приложения, които разработва, това е „Шопметрикс Европа“ ООД.

В първия параграф на трета глава е извършено изследване на дейността на фирмата от гледна точка на установените подходи, практики и средства при разработване на мобилни приложения, както и при тестване и оценяване на тяхната ползваемост. Проучена е потребността от внедряване на ново софтуерно решение за изследване на ползваемостта.

Извършен е избор на технологии за разработка на системата, който е представен под формата на бизнес процес. *Входните параметри на процеса* са изискванията към системата, описани във втора глава на дисертационния труд.

Изискванията на бизнес средата могат да се определят като *променливи ограничителни условия*. В общия случай, се свеждат до: опита на специалистите разработчици; влагане на средства за обучение на персонала или наемане на външни разработчици, ако няма компетентни лица в екипа; прилагане на иновативни подходи за работа и др. Като *ограничителни условия или фактори, които имат непроменлив характер* и са свързани пряко със самите технологии за разработка, могат да се определят: производителност, съпровождане, скалируемост, общност, лиценз, цена и сигурност.

Очакваният резултат (*изход*) са избраните технологии за разработка на системата, поставени в определен бизнес контекст.

Процесът на вземане на решения преминава през няколко основни стъпки: анализиране на изискванията към системата и ограничителните условия; идентифициране и анализиране на възможни алтернативни технологични решения на база на ограничителните условия (факторите при избор на технологии); ограниченията на бизнес средата и изискванията към системата. В резултат на проведените изследвания, избраният технологичен стек се свежда до:

- **Слоят на потребителското преживяване** се реализира чрез JavaScript, JavaScript библиотеки D3.js, jQuery и jQuery Mobile, Bootstrap. В допълнение, страниците е подходящо да са написани като JSP (Java Server Pages), използващи език за маркиране HTML и CSS за стилизиране. Избраната комбинация от средства за разработване на потребителския интерфейс може да се определи като широко използвана към настоящия момент.

- **Слоят на бизнес реализация** включва най-голям брой средства от JavaEE платформата. Разработва се под формата на Java сървлети, организирани в пакети и извиквани в съответните страници на приложението при извършване на конкретни обработки. Подходящо е да се създадат пакети, групиращи сървлети за достъп до базата данни, за управление на входа и регистрациите, за управление на сесиите и бисквитките, за обработка на данни, за работа с биометрични данни и др.

- За разработване на **Слоя на услуги** се предлага да се приложи Java API for XML Web Services (JAX-WS), който също е част от JavaEE платформата. Предназначението му е именно създаване на уебслужби.

- **Слоят на данни** съдържа JPA или това е Java Persistence API. Той се грижи за управлението на релационни данни в приложения, използващи Java платформа и в частност, JavaEE. Приложният програмен интерфейс работи с езика JPQL, който е платформено независим обектноориентиран език за заявки.

- **Слоят с глобално предназначение** се предлага да се реализира чрез комбинацията от Java Authentication Service Provider Interface for Containers, Java Authorization Contract for Containers, Java API for WebSocket, Java Media Framework, Emotiv SDK, Java BioAPI, Android SDK. Особеност на системата за оценяване на ползваемостта е работата с биометрични технологии. Залага се на използване на безжични устройства за наблюдение на мозъчната активност - т. нар. „неврослушалки“. В настоящото изследване се предлага това да са Emotiv EPOC+.

- **Преобразователна шина на високо ниво** е подходящо да се реализира чрез Enterprise JavaBeans (EJB), който е част от JavaEE платформата.

- **Преобразователна шина на услуги** е резонно да се разработи чрез Java Message Service (JMS), също част от JavaEE. Тя осъществява връзката между Слой на услуги и Слой на бизнес реализация.

- **Преобразователна шина на бизнес процеси** се предлага да се разработи посредством Java Transaction API (JTA), също част от JavaEE. Тя е свързващото звено между Слой на бизнес реализация и Слой на данни.

- **Преобразователна шина на данни** се създава чрез Java Database Connectivity (JDBC). Шината осъществява връзка между слоя на данни и хранилищата от данни.

Във **втория параграф на трета глава** е извършено прототипиране на предлаганата система за оценяване на ползваемостта на мобилни приложения. Следващият подход е представен графично отново като бизнес процес.

Входни за процеса параметри са изискванията към системата, които са представени подробно във втора глава, както и избраните средства за разработка, описани в първи параграф на трета глава.

Ограничителните за провеждането на процеса условия са свързани с фаза „Изследване на ползваемостта“. По-конкретно, това са компетенциите на потребителите, които ще вземат участие в процеса на прототипиране и средата, в която ще бъде проведено тестването му.

Изходен артефакт на процеса на прототипиране е създаденият прототип на системата за оценяване на ползваемостта на мобилни приложения.

Процесът протича на следните етапи: анализ на изискванията към системата, скициране, създаване на прототипа, изследване на ползваемостта, донастройка.

На първия етап на процеса на прототипиране е извършено идентифициране на:

- основните актьори в сценариите на взаимодействие със системата;
- основните същности от предметната област и зависимостите между тях от типа „супертип-подтип“, ако съществуват такива, за да се създаде начален информационен модел;

- критичните за безпроблемното функциониране на системата изисквания, които трябва да се реализират в прототипа, представени от гледна точка на осъществяване на интеракции с интерфейса. Като база за формулирането им служи създаденият информационен модел. След извършен анализ на изискванията е установено, че при реализация на прототипа трябва да се разработят поне 35% от тях, за да се демонстрира практическата пригодност на системата;

- информационната структура на приложението;
- елементите на потребителския интерфейс, участващи в информационните потоци, така че броят им да е между 5 и 9, т.е. да са проектирани по правилото „7±2“ (първи параграф на втора глава, „Когнитивни ресурси“).

На тази основа е извършено моделиране на сценариите за взаимодействие със системата посредством UML диаграма на дейностите и тяхното текстово специфициране (документиране).

Създадените сценарии и информационни потоци се използват като база за изпълнение на следващия етап от процеса на прототипиране - **Скициране**. Целта на етапа е да се създадат шаблони за дизайна на потребителския интерфейс, които да спомогнат за последващото създаване на прототипа.

Създадените скици на интерфейса служат като база за провеждане на следващата фаза от процеса на прототипиране - **Създаване на прототипа**. Важно условие е да се използват средства, които ще бъдат прилагани при изграждане на окончателния вид на системата. Използвана е комбинацията от средства за разработване на потребителския интерфейс на уебприложението (Слоя на потребителското преживяване). Реализирани са аспекти от Слоя на бизнес реализация, Слоя на данни и Хранилищата от данни.

За да се провери ползваемостта на прототипа и съответно практическа издръжаност, е необходимо да се премине към следваща стъпка от процеса на прототипиране - **Изследване на ползваемостта**. Тази фаза се изпълнява в съответствие с дефинирания в трети параграф на първа глава процес на изследване на ползваемостта.

В следствие на изведените резултати от фаза „Изследване на ползваемостта“ е необходимо да се извършат някои промени по прототипа, т.е. да се

премине към фаза **Донастройване** от процеса на прототипиране. Целта е прототипът да се промени в съответствие с резултатите от изследването на неговата ползваемост, така че да се удовлетворят менталните модели на представителите на целевата аудитория, но и да се спазят поставените изисквания към системата.

В третия параграф на трета глава е предложена процедура по внедряване на системата, представена отново като бизнес процес.

Входните за системата *данни* се свеждат до: верифицирани и приети за внедряване компоненти на системата и указания за работа с нея. В конкретната ситуация това е разработеният прототип на системата, чиято ползваемост предварително е изследвана. Той не е напълно функционален, но демонстрира компоненти, които разкриват предназначението ѝ.

Необходимо е да се изготви план, който е неизменна част от плана на проекта, за да се достигне ефективност на процеса на внедряване. Той се явява като *ограничително условие* на процеса. Разработването му е задължително, особено за системи със специфично предназначение, каквато е настоящата. Планът на внедряване, който се предлага да се спазва при внедряване на настоящата система, има следните задължителни елементи, съобразени с препоръките на бизнес средата:

- *Въведение* – това е частта от плана, която описва очакванията към процеса на внедряване на системата, като се реализират и очакванията на компанията (бизнеса).

- *Роли, отговорности и график* – описват се изискванията към екипа, участващ в процеса на внедряване, заеманите от тях роли, очакваните им отговорности и графика на изпълнение на задачите. В тази част следва да се планира тестването на системата в компанията, като участници са част от нейните служители – дизайнери, разработчици, мениджъри. Служителите са част от екипа, зает с разработката на мобилни приложения.

- *Ресурси* – тук се описва необходимото оборудване, което да подпомогне безпроблемното използване на системата, към което се отнасят софтуер и хардуер.

- *Контрол на внедряването* – това е секцията от плана на внедряване, която описва механизмите за контрол върху процеса на внедряване и по-конкретно отнасящите се до провеждане на тестовите със системата и записване на резултатите.

На основа уточненията направени в плана, в настоящото изследване се предлага процесът на внедряване на системата да се проведе на следните етапи:

- **Подготовка на средата** – представлява инсталиране и конфигуриране на системата на определения за целта собствен сървър на компанията, определен в плана на процеса на внедряване;

- **Подготовка на екипа** – разпределят се ролите в екипа съобразно установените в плана, съобразява се графикът на участниците в тестовите на системата, възлагат се задачите, които трябва да изпълняват през следващия етап от процеса;

- **Извършване на тестове** – свежда се до изпълнение на заложените в плана задачи, чрез които да се провери практическата издръжаност на системата;

- **Анализиране на резултати** – на база на извършените със системата тестове се прави анализ на текущото състояние от системата от гл. т. на функционалност, успешна интеграция в работния процес, ефективност при въвеждане на входни данни, полезност на генерираните крайни резултати, цялостна ефективност и производителност на решението;

- **Отчитане на резултати** – съобразно резултатите от анализа се изготвя отчет за цялостното провеждане на процеса по внедряване, който включва задължително крайната оценка от страна на фирмата относно практическото позициониране на системата в конкретната компания. За ускоряване на провеждането на етапа е препоръчително изготвяне на стандартен шаблон на документа, който едновременно да представлява отчет за провеждането на внедряването и удостоверение от страна на фирмата за ползите от прилагането на системата.

Като *краен резултат от провеждане на процеса* по внедряване на системата се очаква да се изведат препоръки за развитие на системата, получени в следствие на апробацията ѝ в реална среда, както и комплексна оценка за практическата ѝ полезност и ефективност.

Внедряването на предложената система за оценяване на ползваемостта на мобилни приложения ще допринесе за подобряване на дейността на фирмите, занимаващи се с разработване на подобен вид приложения, в следните насоки:

- **от гл. т. на бизнеса** се намаляват разходите за експлоатация; намалява се рискът от нестабилност на проекта; подобряват се шансовете за успех на пазара; увеличават се продажбите и приходите; повишава се производителността; намаляват се разходите за обучение и поддръжка; повишава се потребителската удовлетвореност;

- **от гл. т. на управлението на проекта** се подобрява управлението на риска; елиминират се нуждите от преработване на некоректен дизайн и лоша комуникация; представят се доказателства за успех още в началните фази на проекта;

- **от гл. т. на дизайнерските екипи** се създават дизайни, отговарящи на менталните модели на потребителите; намаляват се промените в крайните етапи от разработката; намалява се напрежението в екипа след проведени тестове на дизайнните още в първоначалните етапи от разработката;

- **от гл. т. на екипите, занимаващи се с документацията** - документирането започва много по-рано и се намалява обемът на документацията;

- **от гл. т. на потребителските групи** се намалява времето за изпълнение на задачи; намаляват се потребителските грешки; намалява се времето за обучение на потребителите;

- **от гл. т. на екипите по поддръжката** са необходими по-малко материали за обучение; намалява се времето за обучение на екипа по поддръжката; подобрява се производителността на работното място.

Изследването на ползваемостта на дизайнните на компаниите посредством специализираната за целта система за оценяване следва да реализира ценен принос при формулиране на план за изграждане на ползваеми, потребителски ориентирани мобилни приложения.

В заключение, изграждането на системата за оценяване на ползваемостта на мобилни приложения носи някои предимства, които се изразяват

не само в подобряването на потребителския интерфейс и производителността на крайния потребител, но и на разработчиците, и компанията като цяло. Използването на системата следва да определи дали е потребителски насочен и съответно при откриване на проблеми да способства за тяхното ефективно решаване.

IV. СПРАВКА ЗА ПРИНОСИТЕ В ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

На база на проведените изследвания в дисертационния труд по отношение на: методите и средствата за тестване и оценяване на ползваемостта на мобилни приложения; подходите и стъпките при разработването на система за оценяване на ползваемостта на мобилни приложения и способите за изграждане на план за внедряването ѝ, се счита, че са постигнати следните научни и приложни приноси:

1. Проведен е обстоен анализ на методите и средствата за тестване и оценяване на ползваемостта на мобилни приложения, в следствие на което е предложен бизнес процес за изследване на ползваемостта на този тип приложения.

2. Изследвани са особеностите на дизайна на мобилни приложения и на тази база са изведени изисквания при дизайна, които да послужат при оценяване на ползваемостта на този тип приложения.

3. Предложен и апробиран е йерархичен ментален модел, който може да се използва при определяне на изискванията по отношение на функционирането и потребителския интерфейс не само на мобилните приложения, но и на софтуера като цяло.

4. Създаден е модел на компютърна система за оценяване на ползваемостта на мобилни приложения с графични нотации за означаване на входни, входно-изходни и изходни устройства, който е съчетание от типична многослойна архитектура на уебприложения, биометрична и мултимодална система.

5. Разработена е концепция за изграждане и внедряване на системата, апробирана чрез създаден неин прототип.

V. СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

По темата на дисертационни труд са направени следните публикации:

Научни статии

1. Nacheva, R., Principles of User Interface Design: Important Rules that Every Designer Should Follow. Известия на Съюза на Учените – Варна, Серия „Икономически Науки”, 2015, p. 140 – p. 149
2. Nacheva, R., Architecture of Web-Based System for Usability Evaluation of Mobile Applications. “Izvestiya” - Journal of University of Economics – Varna, Volume 61, Issue 2, 2017, p. 187 – p. 201

Научни доклади

1. Начева, Р., „Методи за оценка на ползваемостта на сайтове и фактори, влияещи върху избора на конкретен метод“. Сборник с доклади от международна научна конференция „Съвременни методи и технологии в научните изследвания“, издателство „Наука и икономика“, Икономически университет – Варна, 2013, с.277 – с. 284
2. Начева, Р., „Анализ на уеббазирани инструменти за създаване на топлинни карти“. Сборник с доклади от научна конференция на младите научни работници, издателство „Наука и икономика“, Икономически университет – Варна, 2014, с. 76 – с. 83
3. Начева, Р., „Мисловните карти като инструмент, подпомагащ одита на ползваемостта на софтуерни продукти“. Сборник с доклади от международна научна конференция „Информационните технологии в бизнеса и образованието“, издателство „Наука и икономика“, Икономически университет – Варна, 2014, с.485 – с. 492

4. Начева, Р., „Изследване на влиянието на текущата работна среда върху ползваемостта на мобилни технологии“. Сборник с доклади от международна научна конференция „Икономиката на променящия се свят: национални, регионални и глобални измерения“, Том III, издателство „Наука и икономика“, Икономически университет – Варна, 2015, с. 179 – с. 186
5. Nacheva, R., The Importance Of Users’ Mental Models For Developing Usable Human-Machine Interfaces. Научни Трудове на Русенския Университет - 2015, том 54, серия 6.1, р. 132 – р. 135

СЪДЪРЖАНИЕ

I. Обща характеристика на дисертационния труд.....	5
1. Актуалност на разработката	5
2. Теза на дисертационния труд	6
3. Цел и задачи на изследването	7
4. Обект и предмет на изследване	7
5. Методология на изследване	8
6. Аprobация.....	8
II. Структура на дисертационния труд.....	8
III. Кратко съдържание на дисертационния труд.....	10
Глава 1. Теоретични основи на ползваемостта на мобилни приложения.....	10
Глава 2. Разработване на компютърна система за оценяване на ползваемостта на мобилни приложения.....	20
Глава 3. Изграждане и внедряване на системата за оценяване ползваемостта на мобилни приложения.....	34
IV. Справка за приносите в дисертационния труд.....	41
V. Списък на публикациите по дисертационния труд.....	42