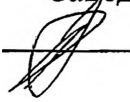


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.М. МАШЕРОВА»

Факультет математики и информационных технологий
Кафедра инженерной физики

Допущена к защите
«__» _____ 20__ г.
Заведующий кафедрой
 Е.А. Краснобаев

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАРИЕВ РАЗРАБОТКИ
КРОССПЛАТФОРМЕННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
С ГРАФИЧЕСКИМ ИНТЕРФЕЙСОМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Специальность 1-40 80 04 – «Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ»

Магистрант:
Платонов Евгений Юрьевич

Научный руководитель:
Корчевская Елена Алексеевна,
кандидат физико-математических
наук, доцент

Витебск, 2019

Реферат

Магистерская диссертация 63 с., 12 рис., 76 источника, 3 прил..

ПОРТИРУЕМОСТЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ,
КРОССПЛАТФОРМЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, ГРАФИЧЕСКИЙ
ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС (GUI), ЧЕЛОВЕКО-КОМПЬЮТЕРНОЕ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ (HCI).

Объект исследования – кроссплатформенное проектирование программного обеспечения.

Предмет исследования – практика применения инструментариев разработки кроссплатформенных приложений с графическим интерфейсом пользователя.

Цель работы – рассмотреть и проанализировать современные подходы к проектированию кроссплатформенных приложений с графическим интерфейсом пользователя.

Методы исследования: исторический, сравнения, анализа, метод моделирования.

Апробация работы и результатов исследования проводилась на международном форуме студенческой и учащейся молодежи «Первый шаг в науку – 2017», который проходил в рамках Международного научно-практического инновационного форума «INMAX'17» (22-23 июня 2017 г., Минск), и на международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «XII Машеровские чтения» (19 октября 2018 г., ВГУ имени П.М. Машерова).

Теоретическая и практическая значимость. Приведенные в данной работе общие принципы проектирования переносимого ПО, классификация фреймворков кроссплатформенной разработки и анализ результатов эмпирических исследований могут помочь разработчикам при принятии технологических решений на начальных этапах проектирования и конструирования прикладных приложений с GUI.

Содержание

Введение.....	4
1 Общие подходы к разработке переносимого программного обеспечения.....	8
1.1 Роль абстракций.....	8
1.2 Переносимость программного обеспечения.....	11
1.3 Уровни портируемости.....	12
1.4 Использование стандартов.....	13
1.5 Стратегии создания переносимого ПО.....	14
2 Инструментарии разработки кроссплатформенного программного обеспечения с графическим интерфейсом пользователя.....	21
2.1 Развитие концепции графического интерфейса пользователя в контексте эволюции информатики.....	21
2.2 Инструментарии кроссплатформенной разработки.....	30
3 Практика применения в разработке.....	43
3.1 Эффективность применения на мобильных платформах.....	44
3.2 Применение в прикладном ПО с единым пользовательским интерфейсом.....	45
Заключение.....	47
Список использованных источников.....	49
Приложение А.....	57
Приложение Б.....	59
Приложение В.....	63

Введение

Быстрое развитие IT в общем и рост использования мобильных устройств в частности, потеснило персональный компьютер как основной инструмент для выполнения программ и общения через интернет. И без того фрагментированный рынок пополнился смартфонами, планшетами, "умными" телевизорами, часами, пылесосами и т.п. Это повсеместное проникновение компьютеров и их коммуникационных сетей изменило привычки пользователей: в повседневной жизни они используют несколько устройств и ожидают знакомые приложения и интерфейс на каждом из них.

Тогда, чтобы покрыть максимум пользовательской базы, программный продукт необходимо адаптировать под несколько платформ. Но для создания прикладных программ для программно-аппаратных платформ существует множество инструментариев, зачастую в корне различающихся друг от друга используемыми технологиями.

Нативные приложения, т.е. разработанные с помощью стандартных предоставляемых платформой средств, потребуют специализированного знания самой платформы. Например, разработка нативного приложения под iPhone потребует знания Objective-C (или Swift), в то время как для разработки под Android используется язык Java. Кроме знания специфического языка, также необходимо и знание API платформы, используемого посредством языка. И, соответственно, кодовая база такого приложения не может использоваться на других платформах.

Однако далеко не каждая компания может себе позволить разработку нативных приложений под каждую из целевых платформ. В связи с этим встает вопрос об оптимизации процесса разработки.

Один из возможных подходов здесь – кроссплатформенные приложения и инструментарии их разработки, которые дают возможность конструировать приложения под несколько платформ в единой кодовой базе с минимальными

включениями платформно-зависимого кода.

Объектом исследования работы является кроссплатформенное проектирование программного обеспечения.

Предмет исследования – практика применения инструментариев разработки кроссплатформенных приложений с графическим интерфейсом пользователя.

Цель работы – рассмотреть и проанализировать современные подходы к проектированию кроссплатформенных приложений с графическим интерфейсом пользователя.

В рамках поставленной цели решались следующие задачи:

1. Анализ кроссплатформенной парадигмы проектирования и общих подходов к созданию переносимого программного обеспечения.
2. Выявление основных видов кроссплатформенных фреймворков и их сравнение.
3. Исследовать эффективность применения такого подхода для создания прикладных приложений с графическим интерфейсом.

Актуальность исследования. В современном высокотехнологичном мире невозможно представить жизнь без электронно-вычислительных устройств. Практически все из них обладают разного рода интерфейсами. Кроссплатформенный подход – попытка оптимизировать разработку в ситуации необходимости внедрения ПО на несколько платформ. С развитием сложности и разнообразия технологий, а соответственно и количества потенциальных целевых платформ ПО, возникла необходимость в исследовании современных способов кроссплатформенной разработки и перспективах такого подхода.

Новизна исследования. Первые подходы к проектированию высоко-переносимого ПО были предприняты еще 1970-ых вместе с созданием языка Си. Однако сфера IT быстро меняется, возникают новые технологии, другие перестают использоваться. Популяризация мобильных устройств в недавние десятилетия

особенно повлияла на развитие новых технологий кроссплатформенной разработки. Эта изменчивость приводит к отсутствию устоявшейся терминологии и классификации, включающей новейшие разработки и данные исследований.

В диссертации применялись следующие методы исследования: исторический, сравнения, анализа, метод моделирования.

Апробация работы и результатов исследования. Материалы данного исследования были представлены на Международном форуме студенческой и учащейся молодежи «Первый шаг в науку – 2017», который проходил в рамках Международного научно-практического инновационного форума «INMAX'17» (22-23 июня 2017 г., Минск), и на международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «XII Машеровские чтения» (19 октября 2018 г., ВГУ имени П.М. Машерова).

Теоретическая и практическая значимость. Приведенные в данной работе общие принципы проектирования переносимого ПО, классификация фреймворков кроссплатформенной разработки и анализ результатов эмпирических исследований могут помочь разработчикам при принятии технологических решений на начальных этапах проектирования и конструирования прикладных приложений с графическим интерфейсом пользователя.

Общие вопросы истории и концепций человеко-компьютерного взаимодействия рассмотрены в публикациях следующих авторов: Д. Фоули (J. Foley) [24], Д. Грудина (J. Grudin)[26], Б. Майерса (B. Myers)[45] [38], О. Шаера (O. Shaer) [62], Д. Раскина (J. Raskin)[4].

Вопросам портируемости исходного кода посвящены работы Д. Муни (D. Mooney) [42–44], Э. Танненбаума (A. Tanenbaum)[52], П. Уэллеса (P. Wallis)[71], И. Далстранд (I. Dahlstrand)[18], О. Лекарма (O. Lecarme)[36], Г. Дешпанд (G. Deshpande)[19], Д. Хендерсон (J. Henderson)[30].

Специфика кроссплатформенного подхода, инструментarii

кроссплатформенной разработки и их классификация описывались в работах Г. Кэварли (G. Cavarlé)[68], Г. Хартмана (G. Hartmann)[28], А. Бьерн-Хансена (A. Bjørn-Hansen)[9], А. Соммера (A. Sommer)[65], В. Захарова[1], Х. Хейткёттера (H. Heitkötter)[29], Л. Коррала (L. Corral)[16], Р. Раджа (R. Raj)[56].

Эмпирические исследования эффективности применения кроссплатформенного подхода проводились в работах П. Андраде (P. Andrade)[17], Ю. Хасан (Y. Hasan)[64], Э. Ангуло (E. Angulo)[6], А. Мухаммед (A. Mohhamed)[5], Т. Майшака (T. Majchrzak)[40], И. Меркадо (I. Mercado)[41].

Данная магистерская диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников, двух приложений. Во введении описан объект и предмет исследования, цель и задачи научного исследования, методы актуальность темы, теоретическая и практическая значимость работы, анализ литературы по теме диссертации. В первой главе «Общие подходы к разработке переносимого программного обеспечения» проводится анализ значимости абстракций при проектировании и их эволюции, далее рассматривается значение переносимости кода и различные стратегии ее повышения переносимости кода. Во второй главе «Инструментарии разработки кроссплатформенного программного обеспечения с графическим интерфейсом пользователя» описываются общие достоинства и недостатки указанных инструментариев и анализируются их виды, также приводится описание некоторых из инструментариев. В третьей главе «Практика применения в разработке» рассмотрены различные эмпирические исследования в отношении эффективности применения рассматриваемых инструментариев на различных платформах. В заключении представлены выводы научного исследования. Список литературы включает 76 единиц. В «Приложении А» предложен словарь специализированных терминов используемых в информационных технологиях. В «Приложении Б» представлены примеры исходных кодов приложений написанных на исследуемых фреймворках. «Приложением В» является диск с электронной версией диссертации и презентацией.

Список использованных источников

1. Захаров, В.Б. Проблемы выбора языков программирования при разработке кроссплатформенных приложений / В.Б. Захаров, М.Г. Мальковский, А.И. Мостяев // *Int. J. Open Inf. Technol.* – 2017. – Т. 5, № 7. – С. 29–37.
2. Куртов, М. Генезис графического пользовательского интерфейса: к теологии кода / М. Куртов. – Translit, 2014. – 86 с.
3. Макконнелл, С. Совершенный код. Мастер-класс / С. Макконнелл. – Русская редакция, 2010. – 867 с.
4. Раскин, Д. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем / Д. Раскин. – 2010. – 268 с.
5. Ali, M. Mining and Characterizing Hybrid Apps / M. Ali, A. Mesbah // *Proceedings of the International Workshop on App Market Analytics : WAMA 2016 / ACM.* – New York, NY, USA, 2016. – P. 50–56.
6. Angulo, E. A Case Study on Cross-Platform Development Frameworks for Mobile Applications and UX / E. Angulo, X. Ferre // *Proceedings of the XV International Conference on Human Computer Interaction : Interacción '14 / ACM.* – New York, NY, USA, 2014. – P. 27:1–27:8.
7. App Store Sales Top \$10 Billion in 2013 [Electronic resource] / Apple Newsroom. – Mode of access: <https://www.apple.com/newsroom/2014/01/07App-Store-Sales-Top-10-Billion-in-2013/>. – Date of access: 08.02.2019.
8. Apple Computer, I. Macintosh Human Interface Guidelines / I. Apple Computer. – USA : Addison-Wesley Publishing Company, 1992.
9. Biørn-Hansen, A. Baseline Requirements for Comparative Research on Cross-Platform Mobile Development / A. Biørn-Hansen, T.-M. Grønli, G. Ghinea // *Norsk Informatikkonferanse.* – 2017.
10. Bridging in React Native [Electronic resource] / Blog by Tadeu Zagallo. – Mode of

access: <https://tadeuzagallo.com/blog/react-native-bridge/>. – Date of access: 08.02.2019.

11. Built with Qt – The brightest minds. The biggest industries. [Electronic resource]. – Mode of access: <https://resources.qt.io/customer-stories-all>. – Date of access: 08.02.2019.
12. Ceruzzi, P.E. A History of Modern Computing / P.E. Ceruzzi. – Pub. 2. – Cambridge, MA, USA : MIT Press, 2003.
13. Client Technologies: Java Platform, Standard Edition (Java SE) 8 Release 8 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://docs.oracle.com/javase/8/javase-clienttechnologies.htm>. – Date of access: 08.02.2019.
14. Company, T.Q. Legal | Licensing - Qt [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.qt.io/licensing/>. – Date of access: 08.02.2019.
15. Company, T.Q. Qt | Cross-platform software development for embedded & desktop [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.qt.io>. – Date of access: 08.02.2019.
16. Corral, L. Potential Advantages and Disadvantages of Multiplatform Development Frameworks—A Vision on Mobile Environments / L. Corral, A. Janes, T. Remencius // Procedia Comput. Sci. – 2012. – Vol. 10. – P. 1202-1207.
17. Cross Platform App : A Comparative Study / P. R.M.de Andrade [et al.] // Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol. – 2015. – Vol. 7, № 1. – P. 33-40.
18. Dahlstrand, I. Software portability and standards : Computers and their applications / I. Dahlstrand. – Chichester, West Sussex, England : New York : Ellis Horwood ; Halsted Press, 1984. – 150 p. – 27.
19. Deshpande, G. Software Portability Annotated Bibliography / G. Deshpande, T. Pearse, P. Oman // SIGPLAN Not. – 1997. – Vol. 32, № 2. – P. 45–53.
20. Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software / E. Gamma [и др.].

- Изд. 1 edition. – Reading, Mass : Addison-Wesley Professional, 1994. – 395 c.
21. Electron | Build cross platform desktop apps with JavaScript, HTML, and CSS. [Electronic resource]. – Mode of access: <https://electronjs.org/>. – Date of access: 08.02.2019.
 22. Electron Apps | Electron [Electronic resource]. – Mode of access: <https://electronjs.org/apps>. – Date of access: 08.02.2019.
 23. Electron considered harmful [Electronic resource] / Drew DeVault's Blog. – Mode of access: <https://drewdevault.com/2016/11/24/Electron-considered-harmful.html>. – Date of access: 08.02.2019.
 24. Foley, J.D. Fundamentals of Interactive Computer Graphics / J.D. Foley, A. Van Dam. – Boston, MA, USA : Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1982.
 25. Gentner, D. The Anti-Mac Interface / D. Gentner, J. Nielsen // Commun ACM. – 1996. – Vol. 39, № 8. – P. 70–82.
 26. Grudin, J. From Tool to Partner: The Evolution of Human-Computer Interaction / J. Grudin // Extended Abstracts of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems : CHI EA '18 / ACM. – New York, NY, USA, 2018. – P. C15:1–C15:3.
 27. Guindon, C. SWT: The Standard Widget Toolkit | The Eclipse Foundation [Electronic resource] : SWT. – Mode of access: <https://www.eclipse.org/swt/>. – Date of access: 08.02.2019.
 28. Hartmann, G. Cross-platform mobile development / G. Hartmann, G. Stead, A. DeGani // Mobile Learning Environment. – Cambridge, United Kingdom, 2011.
 29. Heitkötter, H. Evaluating Cross-Platform Development Approaches for Mobile Applications / H. Heitkötter, S. Hanschke, T.A. Majchrzak // Web Information Systems and Technologies : Lecture Notes in Business Information Processing / Springer Berlin Heidelberg ; eds. J. Cordeiro, K.-H. Krempels. – 2013. – P. 120-138.

30. Henderson, J. Software portability / J. Henderson. – Aldershot, Hants, England : Brookfield, Vt., U.S.A : Gower Technical Press ; Gower Pub. Co, 1988. – 151 p.
31. Java Swing Tutorial - javatpoint [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.javatpoint.com/java-swing>. – Date of access: 08.02.2019.
32. JavaFX Overview (Release 8) [Electronic resource]. – Mode of access: <https://docs.oracle.com/javase/8/javafx/get-started-tutorial/jfx-overview.htm>. – Date of access: 08.02.2019.
33. Java vs C gcc - Which programs are faster? | Computer Language Benchmarks Game [Electronic resource]. – Mode of access: <https://benchmarksgame-team.pages.debian.net/benchmarksgame/faster/java.html>. – Date of access: 08.02.2019.
34. JUCE | JUCE [Electronic resource]. – Mode of access: <https://juce.com/>. – Date of access: 08.02.2019.
35. KDE Community Home - KDE.org [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.kde.org/>. – Date of access: 08.02.2019.
36. Lecarme, O. Software Portability: With Microcomputer Issues / O. Lecarme, M.P. Gart, M. Gart. – Изд. Revised, Subsequent edition. – New York : Computing McGraw-Hill, 1989. – 264 c.
37. License - WxWiki [Electronic resource]. – Mode of access: <https://wiki.wxwidgets.org/License>. – Date of access: 08.02.2019.
38. List of apps and companies using nw.js [Electronic resource] : List of apps and companies using nw.js. – Mode of access: <https://github.com/nwjs/nw.js/wiki/List-of-apps-and-companies-using-nw.js>. – Date of access: 08.02.2019.
39. Logan, S. Cross-platform development in C++: building Mac OS X, Linux, and Windows applications / S. Logan. – Upper Saddle River, NJ : Addison-Wesley, 2008. – 547 p.

40. Majchrzak, T. Comprehensive Analysis of Innovative Cross-Platform App Development Frameworks / T. Majchrzak, T.-M. Grønli // Hawaii International Conference on System Sciences. – 2017.
41. Mercado, I.T. The Impact of Cross-platform Development Approaches for Mobile Applications from the User's Perspective / I.T. Mercado, N. Munaiah, A. Meneely // Proceedings of the International Workshop on App Market Analytics : WAMA 2016 / ACM. – New York, NY, USA, 2016. – P. 43–49.
42. Mooney, J.D. Developing Portable Software / J.D. Mooney // Information Technology / Kluwer Academic Publishers ; ed. R. Reis. – Boston, 2004. – Vol. 157. – P. 55-84.
43. Mooney, J.D. Portability and Reusability: Common Issues and Differences / J.D. Mooney // Proceedings of the 1995 ACM 23rd Annual Conference on Computer Science : CSC '95 / ACM. – New York, NY, USA, 1995. – P. 150–156.
44. Mooney, J.D. Strategies for Supporting Application Portability / J.D. Mooney // Computer. – 1990. – Vol. 23, № 11. – P. 59–70.
45. Myers, B.A. A Brief History of Human-computer Interaction Technology / B.A. Myers // interactions. – 1998. – Vol. 5, № 2. – P. 44–54.
46. Node js vs Java - Which programs are faster? | Computer Language Benchmarks Game [Electronic resource]. – Mode of access: <https://benchmarksgame-team.pages.debian.net/benchmarksgame/faster/javascript.html>. – Date of access: 08.02.2019.
47. NW.js & Electron Compared (2016 Edition) [Electronic resource] / TangibleJS. – Mode of access: <http://tangiblejs.com/posts/nw-js-and-electron-compared-2016-edition>. – Date of access: 08.02.2019.
48. Overview | qmake Manual [Electronic resource]. – Mode of access: <https://doc.qt.io/qt-5/qmake-overview.html>. – Date of access: 08.02.2019.
49. PhoneGap [Electronic resource]. – Mode of access: <https://phonegap.com/>. – Date of access: 09.02.2019.

50. Portability - GNU Compiler Collection (GCC) Internals [Electronic resource]. – Mode of access: <https://gcc.gnu.org/onlinedocs/gcc-4.5.3/gccint/Portability.html>. – Date of access: 09.02.2019.
51. Protect JavaScript Source Code - NW.js Documentation [Electronic resource]. – Mode of access: <http://docs.nwjs.io/en/latest/For%20Users/Advanced/Protect%20JavaScript%20Source%20Code/>. – Date of access: 08.02.2019.
52. QObject Class | Qt 4.8 [Electronic resource]. – Mode of access: https://doc.qt.io/archives/qt-4.8/qobject.html#qobject_cast. – Date of access: 08.02.2019.
53. Qt or HTML5? A Million Dollar Question [Electronic resource] : Qt or HTML5? – Mode of access: <http://www.embedded-computing.com/industrial/qt-or-html5>. – Date of access: 08.02.2019.
54. Qt QML 5.12 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://doc.qt.io/qt-5/qtqml-index.html>. – Date of access: 08.02.2019.
55. Qt vs HTML5 #1 Practical Comparison [Electronic resource] : White paper. – Mode of access: <https://resources.qt.io/development-topic-embedded-device-creation/white-paper-qt-vs-html5-1-practical-comparison>. – Date of access: 08.02.2019.
56. Raj, C.P.R. A study on approaches to build cross-platform mobile applications and criteria to select appropriate approach / C.P.R. Raj, S.B. Tolety // 2012 Annual IEEE India Conference (INDICON) : 2012 Annual IEEE India Conference (INDICON). – 2012. – P. 625-629.
57. React Native · A framework for building native apps using React [Electronic resource]. – Mode of access: <https://facebook.github.io/react-native/index.html>. – Date of access: 09.02.2019.
58. React Native: A year in review [Electronic resource] : React Native / Facebook Code. – Mode of access: <https://code.fb.com/android/react-native-a-year-in-review/>. – Date of access: 08.02.2019.

59. Reenskaug, T. MODELS - VIEWS - CONTROLLERS [Electronic resource]. – Mode of access: <http://heim.ifi.uio.no/trygver/1979/mvc-2/1979-12-MVC.pdf>.
60. Reenskaug, T. MVC. Xerox PARC 1978-79 [Electronic resource]. – Mode of access: <http://heim.ifi.uio.no/~trygver/themes/mvc/mvc-index.html>. – Date of access: 08.02.2019.
61. Sebesta, R.W. Concepts of Programming Languages / R.W. Sebesta. – Изд. 11 edition. – Boston : Pearson, 2015. – 800 с.
62. Shaer, O. Tangible User Interfaces: Past, Present, and Future Directions / O. Shaer, E. Hornecker // Found Trends Hum-Comput Interact. – 2010. – Vol. 3, № 1–2. – P. 1–137.
63. Signals & Slots | Qt Core 5.12 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://doc.qt.io/qt-5/signalsandslots.html>. – Date of access: 08.02.2019.
64. Smart Phones Application development using HTML5 and related technologies: A tradeoff between cost and quality / Y. Hasan [et al.] // IJCSI Int. J. Comput. Sci. Issues. – 2012. – Vol. 9, № 3.
65. Sommer, A. Evaluation of Cross-Platform Frameworks for Mobile Applications / A. Sommer, S. Krusche // Software Engineering. – 2013.
66. Tanenbaum, A.S. Guidelines for Software Portability / A.S. Tanenbaum, P. Klint, W. Bohm // Softw. Pract. Exp. – 1978. – T. 8, № 6. – C. 681-698.
67. The Law of Leaky Abstractions [Electronic resource] / Joel on Software. – Mode of access: <https://www.joelonsoftware.com/2002/11/11/the-law-of-leaky-abstractions/>. – Date of access: 08.02.2019.
68. Towards agile cross-platform application development with Smalltalk and Model Driven Engineering / G. Cavarlé [et al.] // International Workshop on Smalltalk Technologies - IWST 2014 / ESUG. – Cambridge, United Kingdom, 2014.
69. Tyson, M. What is the JVM? Introducing the Java virtual machine [Electronic

- resource] : What is the JVM? / JavaWorld. – Mode of access:
<https://www.javaworld.com/article/3272244/core-java/what-is-the-jvm-introducing-the-java-virtual-machine.html>. – Date of access: 08.02.2019.
70. Viennot, N. A Measurement Study of Google Play / N. Viennot, E. Garcia, J. Nieh // The 2014 ACM International Conference on Measurement and Modeling of Computer Systems : SIGMETRICS '14 / ACM. – New York, NY, USA, 2014. – P. 221–233.
71. Wallis, P.J.L. Portable Programming / P.J.L. Wallis. – London u.a : Palgrave, 1982. – 156 c.
72. WxWidgets Compared To Other Toolkits - WxWiki [Electronic resource]. – Mode of access: https://wiki.wxwidgets.org/WxWidgets_Compared_To_Other_Toolkits. – Date of access: 08.02.2019.
73. wxWidgets: Cross-Platform GUI Library [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.wxwidgets.org/>. – Date of access: 08.02.2019.
74. Xamarin App Development with Visual Studio [Electronic resource] / Visual Studio. – Mode of access: <https://visualstudio.microsoft.com/xamarin/>. – Date of access: 09.02.2019.
75. Xamarin.Forms Quickstart Deep Dive - Xamarin [Electronic resource]. – Mode of access: <https://docs.microsoft.com/en-us/xamarin/get-started/quickstarts/deepdive>. – Date of access: 09.02.2019.
76. Xojo: The Best Secret in the Programming Industry Part 2 | BKeeney Briefs [Electronic resource] : Xojo. – Mode of access: <https://www.bkeeneybriefs.com/2016/10/xojo-the-best-secret-in-the-programming-industry-part-2/>. – Date of access: 08.02.2019.