

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Фізико-математичний факультет
Кафедра фізики

Кваліфікаційна робота (проект)

магістра

на тему:

**ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДОДАТКІВ ВІРТУАЛЬНОЇ
РЕАЛЬНОСТІ В НАВЧАННІ ФІЗИКИ В ШКОЛІ**

Виконав:

здобувач вищої освіти

II курсу, групи F1-M22

спеціальності 014 Середня освіта (Фізика)

П'ятковський Вадим Миколайович

Керівник Панчук О.П..

доктор педагогічних наук, доцент,

Рецензент Моцик Р. В.,

кандидат педагогічних наук, доцент

Кам'янець-Подільський – 2023 рік

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ I. ТЕХНОЛОГІЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ	5
1.1. ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ	5
1.2. ТЕХНОЛОГІЇ 3D ТА AR В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ШКІЛ	13
1.3. ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ ФІЗИК	26
Висновки до розділу I	31
Розділ II. ПРИНЦИПИ РОЗРОБКИ ДОДАТКІВ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ	33
2.1. ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ НАВЧАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	33
2.2. ДОПОВНЕНА РЕАЛЬНІСТЬ: ІСТОРІЯ ТА НАПРЯМИ ЗАСТОСУВАННЯ	34
2.3. Стратегії використання засобів доповненої реальності у професійній підготовці майбутніх фахівців	45
2.5. Програмне забезпечення для проектування засобів доповненої реальності навчального призначення	58
2.6. Зміст факультативного курсу «Розробка програмних засобів віртуальної та доповненої реальності» для майбутніх учителів фізики	63
Висновки до розділу 2	66
ВИСНОВКИ	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	69

ВСТУП

Актуальність дослідження породжена відсутністю у вітчизняному освітньому просторі адаптованих навчальних матеріалів із навчання майбутніх учителів застосування систем доповненої реальності для розробки інтерактивних навчальних матеріалів, що викликало необхідність звернення до зарубіжного досвіду – масових відкритих онлайн-курсів з розробки засобів віртуальної та доповненої реальності.

Тема дослідження «Особливості використання додатків віртуальної реальності в навчанні фізики в школі»

Мета дослідження – розробити навчально-методичні рекомендації із використання додатків віртуальної на уроках фізики в загальноосвітній школі

Предмет дослідження: методика навчання фізики на основі використання додатків доповненої реальності.

Об'єкт дослідження: додатки віртуальної реальності принципи їх створення та використання в освітньому процесі фізики в школі

Для досягнення мети дослідження були поставлені такі *завдання*:

1. Виконати історико-технологічний аналіз досвіду застосування засобів доповненої реальності для розробки інтерактивних навчальних матеріалів.

2. Схарактеризувати програмне забезпечення для проектування засобів доповненої реальності навчального призначення та визначити технологічні вимоги.

3. Розробити методичні схеми використання додатків доповненої реальності для використання в навчальному процесі з фізики основної школи

Методи дослідження:

— *аналіз* джерел та програмного забезпечення з метою визначення стану розв'язання проблеми дослідження та добору засобів розробки доповненої реальності;

— *синтез* технологічних вимог до використання додатків доповненої

реальності;

— *методи програмної інженерії* (проектування, розробка, тестування);

— *методи педагогічного проектування* для досягнення загальної мети дослідження.

Наукова новизна результатів дослідження полягає в тому, що розроблено окремі компоненти методики навчання фізики учнів основної школи із застосуванням систем доповненої реальності для розробки інтерактивних навчальних матеріалів.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що:

1. Розроблено складові факультативного курсу «Використання програмних засобів доповненої реальності» для майбутніх учителів фізики.

2. Результати дослідження можуть бути використані на лабораторних заняттях із дисциплін циклу професійної підготовки вчителя фізики та інформатики, що передбачають опанування комп'ютерної графіки.

Структура роботи: робота складається із вступу, двох розділів, висновків та списку використаних джерел (78 назв), додатків, 35 рисунків.

ВИСНОВКИ

Аналіз науково-методичної літератури з теми дослідження дав можливість з'ясувати наступне. Доповнена реальність – це технологія, спрямована на розширення можливостей сприйняття навчального матеріалу з фізики. Найважливішими функціями доповненої реальності є функція наочності та доступності. Для того, щоб учень засвоював та перетворював соціальний досвід, швидко адаптувався до умов життя, що постійно змінюється, освіта та виховання повинні закласти у ньому механізм рефлексії.

Доповнена реальність передбачає таку модель, в якій дитина з її індивідуальними особливостями, здібностями і схильностями знаходиться в центрі уваги педагога і розширює можливості навчального середовища.

В ході дослідження вивчено

1. історико-технологічний аналіз досвіду застосування засобів доповненої реальності для розробки інтерактивних навчальних матеріалів.
2. Охарактеризовано програмне забезпечення для проектування засобів доповненої реальності навчального призначення та визначити технологічні вимоги.
3. Проаналізовано і розроблено методику використання додатків доповненої реальності для використання в навчальному процесі з фізики основної школи
3. Розроблено складові факультативного курсу «Використання програмних засобів доповненої реальності» для підготовки майбутніх вчителів фізики.
4. Результати дослідження можуть бути використані на лабораторних заняттях із дисциплін циклу професійної підготовки вчителя фізики та інформатики, що передбачають опанування комп'ютерної графіки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року., Указ Президента України від 25 червня 2013 року №344/2013. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/344/2013#Text>
2. Биков В. Ю. Мобільний простір і мобільно орієнтоване середовище Інтернет-користувача: особливості модельного подання та освітнього застосування. Інформаційні технології в освіті, 2013. №17. С. 9–37. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/itvo_2013_17_3
3. Грунтова Т., Єчкало Ю., Стрюк А., Пікільняк А. Інструменти доповненої реальності у навчанні фізики у закладах вищої технічної освіти. Педагогіка вищої та середньої школи, 2018. №51. С. 47–57. URL: <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3655>
4. Климнюк В. Є. Віртуальна реальність в освітньому процесі. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил, 2018. № 2. С. 207–212. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZKhUPS_2018_2_30
5. Мерзликін О., Тополова І., Тронь В. Розвиток ключових компетентностей засобами доповненої реальності на уроках CLIL. Освітній вимір, 2018. №51. С. 58–73. URL: <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3656>
6. Мінтій І., Соловійов В. Доповнена реальність: український сучасний бізнес та освіта майбутнього. Augmented reality: Ukrainian modern business and education of the future. Освітній вимір, 2018. Вип.51, С. 290–296. URL: <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3676>
7. Нечипуренко П., Старова Т., Селіванова Т., Томіліна А. Використання доповненої реальності в хімічній освіті. Освітній вимір, 2018. Вип. 51. С. 25–36. URL: <https://doi.org/10.31812/pedag.v51i0.3650>
8. Рашевська Н. В. Перспективи застосування засобів доповненої реальності у процесі навчання майбутніх інженерів. Науковий вісник Ужгородського університету. серія: «Педагогіка. Соціальна робота». 2018. Вип.2 (43). С. 226–228. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuuped_2018_2_45
9. Соколюк О. М. Інформаційно-освітнє середовище навчання в умовах трансформації освіти. Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. 2016. Вип.12(III). С. 48–55. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/84274356.pdf>
10. Шмиголь М. Ф., Юшкевич Ю. С. Віртуальна реальність як феномен інформаційного суспільства: світоглядний аспект. Гілея: науковий вісник. 2019. Вип.142(2). С. 212–215. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/gileya_2019_142%282%29_44
11. Cieutat J.-M. Olivier Hugues, Nehla Ghouaiel Active Learning based on the use of Augmented Reality Outline of Possible Applications: Serious Games, Scientific Experiments, Confronting Studies with Creation, Training for Carrying out Technical Skills. International Journal of Computer Applications. 2012. Vol.46. No20. Pp. 31–36. URL: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00739730/document>
12. Hsin-Kai Wu, Lee Silvia Wen-Yu, Changc Hsin-Yi, Liang J yh-Chong. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education.

Computers & Education, 2013. Vol.62(1). Pp. 41–49. Elsevier Ltd. Retrieved June 11, 2020. URL: <https://www.learntechlib.org/p/132254/>

13. Giasiranis S., Sofos L. Production and Evaluation of Educational Material Using Augmented Reality for Teaching the Module of «Representation of the Information on Computers» in Junior High School. Creative Education. 2016. Vol.7. Pp. 1270–1291. DOI: 10.4236/ce.2016.79134

14. Klopfer E., Squire K., Environmental Detectives – the development of an augmented reality platform for environmental simulations. Educational Technology Research and Development. 2007. Vol.56(2). Pp. 203–228. DOI: 10.1007/s11423-007-9037-6

15. Lee K. Augmented Reality in Education and Training. Techtrends Tech Trends, 2012. Vol.56. Pp. 13–21. URL: <https://doi.org/10.1007/s11528-012-0559-3>

16. Martin-Gutierrez J., Guinters E., Perez-Lopez D. Improving strategy of self-learning in engineering: laboratories with augmented reality. Procedia. Social and Behavioral Sciences, 2012. Vol.51. Pp. 832–839. The World Conference on Design, Arts and Education (DAE-2012), May 1-3 2012, Antalya, Turkey. URL: <https://cutt.ly/GgbyLjK>

17. Pinchuk Olga P., Tkachenko Vitaliy A., Burov Oleksandr Yu. AV and VR as Gamification of Cognitive Tasks. URL: <http://ceur-ws.org/Vol2387/20190437.pdf>

18. Yuen S., Yaoyuneyong G., & Johnson E. Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education. Educational Technology Development and Exchange, 2011. Vol.4. Pp. 119–140.

19. Wu H.-K., Lee S., Chang H.-Y., Liang, J.-C. Current Status, Opportunities and Challenges of Augmented Reality in Education. Computers & Education 62. 2013. P. 41–49.

20. Zhu E. et al. Augmented reality in healthcare education: an integrative review. Peer J Pre Prints, 2014. №.e335v2.. URL: <https://peerj.com/preprints/335v2.pdf>

21. Zhu Y., Ye H. and Tang S. Research on the Communication Effect of Augmented Reality Technology in Electronic Publications among Youth—A Case ISSN Online 2710-3986 Study of «Augmented Reality Interactive Science Reading». Advances in Applied Sociology, 2017. Vol.7. Pp. 305–318. DOI: 10.4236/aasoci.2017.78019

22. ПРОБЛЕМИ ОСВІТИ, ВИПУСК 1(96), 2022 с.198-201

23. Akcayir, M., Akcayir, G.: Advantages and challenges associated with augmented reality foreducation: A systematic review of the literature. Educational Research Review. 20, 1–11 (2017)

24. ARCore - Google Developer | ARCore | Google Developers. <https://developers.google.com/ar> (2018). Accessed 25 Oct 2018

25. ARKit - Apple Developer. <https://developer.apple.com/arkit> (2018). Accessed 25 Oct 2018

26. ARToolKit Home Page. <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit> (2007). Accessed 13 Sep 2018

27. Brooks, F.P.Jr., Ouh-Young, M., Battert, J.J., Kilpatrick, P.J.: Project

GROPE – Haptic Displays for Scientific Visualization [Electronic resource]. *Computer Graphics*. **24**(4), 177–185 (1990)

28. Buzko, V.L., Bonk, A.V., Tron, V.V.: Implementation of Gamification and Elements of Augmented Reality During the Binary Lessons in a Secondary School. In: Kiv, A.E., Soloviev, V.N. (eds.) *Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2018)*, Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018. *CEUR Workshop Proceedings*, vol. 2257, pp. 53–60. <http://ceur-ws.org/Vol-2257/paper06.pdf> (2018). Accessed 30 Nov 2018

29. Caudell, T.P., Mizell, D.W.: Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In: Nunamaker, J.F., Sprague, R.H. (eds.) *Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences*, January 7-10, 1992. Kauai, Hawaii, volume 2: Software Technology Track, pp. 659–669. IEEE Computer Society Press, Los Alamitos (1992)

30. Cieutat, J.-M., Hugues, O., Ghouaiel, N.: Active Learning based on the use of Augmented Reality Outline of Possible Applications: Serious Games, Scientific Experiments, Confronting Studies with Creation, Training for Carrying out Technical Skills. *International Journal of Computer Applications*. **46**(20), 31–36. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00739730/document> (2012). Accessed 25 Nov 2017

31. Cohen, D.: *Incremental Methods for Computer Graphics*. PhD Thesis, Harvard University. Harvard Report, ESD-TR-69-193. <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/694550.pdf> (1969). Accessed 5 Apr 2017

32. *Creating Virtual Reality (VR) Apps*. <https://www.edx.org/course/creating-virtual-reality-vr-apps> (2018). Accessed 25 Oct 2018

33. *DeepAR ~ Snapchat Face Filters and Lenses Augmented Reality SDK*. <https://deepar.ai> (2018). Accessed 21 Mar 2018

34. *EasyAR-Best engine for developing Augmented Reality*. <https://www.easyar.com> (2018). Accessed 21 Nov 2018

35. Ewalt, D.M.: *Defying Reality: The Inside Story of the Virtual Reality Revolution*. Penguin Random House, New York (2018)

36. Fiorentino, M., Monno, G., Uva, A.E.: Tangible Interfaces for Augmented Engineering Data Management. In: Maad, S. (ed.) *Augmented Reality*, pp. 113–128. IntechOpen. <https://cdn.intechopen.com/pdfs/6762.pdf> (2010). Accessed 1 Oct 2018

37. Fisher, S.S.: Virtual Interface Environment. In: *Space Station Human Factors Research Review*, December 3 – December 6, 1985. NASA Ames Research Center, Moffett Field California, pp. 85-87. <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19880014769.pdf> (1988). Accessed 6 May 2018

38. Glover, J.: *Unity 2018 Augmented Reality Projects: Build four immersive and fun AR applications using ARKit, ARCore, and Vuforia*. Packt Publishing, Birmingham (2018)

39. Greatorex, F.S., Cohen, D.: Producing Dynamic Perspective Views for Vehicle Simulation. *Data Processing Magazine*. April, 26–31 (1968)

40. Haq, H.: In South Korea, all textbooks will be e-books by 2015. The Christian Science Monitor. <https://www.csmonitor.com/Books/chapter-and-verse/2011/0706/In-South-Korea-all-textbooks-will-be-e-books-by-2015> (2011). Accessed 17 Sep 2018
41. Heilig, M.L.: El Cine del Futuro: The Cinema of the Future. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. **1**(3), 279–294 (1992). doi:10.1162/pres.1992.1.3.279
42. Herpich, F., Guarese, R.L.M, Tarouco, L.M.R.: A Comparative Analysis of Augmented Reality Frameworks Aimed at the Development of Educational Applications. Creative Education. **8**(9), 1433–1451 (2017). doi:10.4236/ce.2017.89101
43. Home - XZIMG. <https://www.xzimg.com> (2017). Accessed 25 Aug 2018
44. Home | MAXST Developer - The Right Choice for Your AR SDK. <https://developer.maxst.com> (2018). Accessed 25 Aug 2018
45. Hrunтова, T.V., Yechkalo, Yu.V., Striuk, A.M., Pikilnyak, A.V.: Augmented Reality Tools in Physics Training at Higher Technical Educational Institutions. In: Kiv, A.E., Soloviev, V.N. (eds.) Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2018), Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018. CEUR Workshop Proceedings, vol. 2257, pp. 33–40. <http://ceur-ws.org/Vol-2257/paper04.pdf> (2018). Accessed 30 Nov 2018
46. Kolomoiets, T.H., Kassim, D.A.: Using the Augmented Reality to Teach of Global Reading of Preschoolers with Autism Spectrum Disorders. In: Kiv, A.E., Soloviev, V.N. (eds.) Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2018), Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018. CEUR Workshop Proceedings, vol. 2257, pp. 237–246. <http://ceur-ws.org/Vol-2257/paper24.pdf> (2018). Accessed 30 Nov 2018
47. Krueger, M.W.: Artificial Reality. Addison-Wesley, Reading (1983)
48. Krueger, M.W.: Responsive environments. In: AFIPS '77 Proceedings of the National computer conference, June 13-16, 1977, pp. 423–433 (1977). – doi:10.1145/1499402.1499476
49. Martin-Gutierrez, J., Guinters, E., Perez-Lopez D.: Improving strategy of self-learning in engineering: laboratories with augmented reality. Procedia – Social and Behavioral Sciences. **51**, 832–839. doi:10.1016/j.sbspro.2012.08.249
50. Merzlykin, O.V., Topolova, I.Yu., Tron, V.V.: Developing of Key Competencies by Means of Augmented Reality at CLIL Lessons. In: Kiv, A.E., Soloviev, V.N. (eds.) Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2018), Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018. CEUR Workshop Proceedings, vol. 2257, pp. 41–52. <http://ceur-ws.org/Vol-2257/paper05.pdf> (2018). Accessed 30 Nov 2018
51. Milgram, P., Kishino, F.: A taxonomy of mixed reality visual displays. IEICE Transactions on Information Systems. **E77-D**(12), 1321–1329 (1994)
52. Mintii, I.S., Soloviev, V.N.: Augmented Reality: Ukrainian Present Business and Future Education. In: Kiv, A.E., Soloviev, V.N. (eds.) Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu

2018), Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018. CEUR Workshop Proceedings, vol. 2257, pp. 227–231. <http://ceur-ws.org/Vol-2257/paper22.pdf> (2018). Accessed 30 Nov 2018

54. Modlo, Ye.O., Semerikov, S.O., Shmeltzer, E.O.: Modernization of Professional Training of Electromechanics Bachelors: ICT-based Competence Approach. In: Kiv, A.E., Soloviev, V.N. (eds.) Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2018), Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018. CEUR Workshop Proceedings, vol. 2257, pp. 148–172. <http://ceur-ws.org/Vol-2257/paper15.pdf> (2018). Accessed 30 Nov 2018

55. Modlo, Ye.O., Semerikov, S.O.: Xcos on Web as a promising learning tool for Bachelor's of Electromechanics modeling of technical objects. In: Semerikov, S.O., Shyshkina, M.P. (eds.) Proceedings of the 5th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2017), Kryvyi Rih, Ukraine, April 28, 2017. CEUR Workshop Proceedings, vol. 2168, pp. 34–41. <http://ceur-ws.org/Vol-2168/paper6.pdf> (2018). Accessed 15 Sep 2018

56. Morkun, V., Semerikov, S., Hryshchenko, S., Slovak, K.: Environmental Geo-information Technologies as a Tool of Pre-service Mining Engineer's Training for Sustainable Development of Mining Industry. In: Ermolayev, V., Bassiliades, N., Fill, H.-G., Yakovyna, V., Mayr, H.C., Kharchenko, V., Peschanenko, V., Shyshkina, M., Nikitchenko, M., Spivakovsky, A. (eds.) Proceedings of the 13th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (ICTERI, 2017), Kyiv, Ukraine, May 15-18, 2017. CEUR Workshop Proceedings, vol. 1844, pp. 303–310. <http://ceur-ws.org/Vol-1844/10000303.pdf> (2017). Accessed 15 Sep 2018

57. Nechypurenko, P.P., Starova, T.V., Selivanova, T.V., Tomilina, A.O., Uchitel, A.D.: Use of Augmented Reality in Chemistry Education. In: Kiv, A.E., Soloviev, V.N. (eds.) Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2018), Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018. CEUR Workshop Proceedings, vol. 2257, pp. 15–23. <http://ceur-ws.org/Vol-2257/paper02.pdf> (2018). Accessed 30 Nov 2018

58. Piekarski, W.: Interactive 3D Modelling in Outdoor Augmented Reality Worlds. A Research Thesis for the Degree of the Doctor of Philosophy, University of South Australia (2004)

59. Rashevskaya, N.V., Soloviev, V.N.: Augmented Reality and the Prospects for Applying Its in the Training of Future Engineers. In: Kiv, A.E., Soloviev, V.N. (eds.) Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2018), Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018. CEUR Workshop Proceedings, vol. 2257, pp. 192–197. <http://ceur-ws.org/Vol-2257/paper18.pdf> (2018). Accessed 30 Nov 2018

60. Rassovytska, M., Striuk, A.: Mechanical Engineers' Training in Using Cloud and Mobile Services in Professional Activity. In: Ermolayev, V., Bassiliades, N., Fill, H.-G., Yakovyna, V., Mayr, H.C., Kharchenko, V., Peschanenko, V., Shyshkina, M., Nikitchenko, M., Spivakovsky, A. (eds.) Proceedings of the 13th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (ICTERI, 2017),

- Kyiv, Ukraine, May 15-18, 2017. CEUR Workshop Proceedings, vol. 1844, pp. 348–359. <http://ceur-ws.org/Vol-1844/10000348.pdf> (2017). Accessed 15 Sep 2018
61. Restivo, M.T., Chouzal, F., Rodrigues, J., Menezes, P., Patrão, B., Lopes, J.B.: Augmented Reality in Electrical Fundamentals. *International Journal of Online Engineering (iJOE)*. **10**(6), 68–72 (2014)
 62. Rizov, T., Rizova, E.: Augmented reality as a teaching tool in higher education. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education*. **3**(1), 7–16 (2015)
 63. Schmidt, J.: Best AR SDK for development for iOS and Android in 2018.
 64. <https://thinkmobiles.com/blog/best-ar-sdk-review> (2018)
 65. Heilig, M.L.: Sensorama Simulator. US Patent 3,050,870, 28 Aug 1962
 66. Shapovalov, V.B., Atamas, A.I., Bilyk, Zh.I., Shapovalov, Ye.B., Uchitel, A.D.: Structuring Augmented Reality Information on the stemua.science. In: Kiv, A.E., Soloviev, V.N. (eds.) *Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2018)*, Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018. CEUR Workshop Proceedings, vol. 2257, pp. 75–86. <http://ceur-ws.org/Vol-2257/paper09.pdf> (2018). Accessed 30 Nov 2018
 67. Shapovalov, Ye.B., Bilyk, Zh.I., Atamas, A.I., Shapovalov, V.B., Uchitel, A.D.: The Potential of Using Google Expeditions and Google Lens Tools under STEM-education in Ukraine. In: Kiv, A.E., Soloviev, V.N. (eds.) *Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2018)*, Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018. CEUR Workshop Proceedings, vol. 2257, pp. 66–74. <http://ceur-ws.org/Vol-2257/paper08.pdf> (2018). Accessed 30 Nov 2018
 68. Sproull, R.F., Sutherland, I.E.: A clipping divider. In: *Proceedings of the AFIPS Fall Joint Computer Conferences*, December 9-11, 1968, vol. I, pp. 765–775. Thompson Books, Washington (1968)
 69. Sural, I.: Augmented Reality Experience: Initial Perceptions of Higher Education Students. *International Journal of Instruction*. **11**(4), 565–576 (2018)
 70. Sutherland, I.E.: A head-mounted three dimensional display. In: *Proceedings of the AFIPS Fall Joint Computer Conferences*, December 9-11, 1968, vol. I, pp. 757–764. Thompson Books, Washington (1968)
 71. Sutherland, I.E.: The Ultimate Display. In: *Proceedings of the IFIP Congress*, vol. 2, pp. 506–508 (1965)
 72. The Computer History Museum Presents An Evening with Ivan Sutherland | Press Releases
 73. | Computer History Museum. <http://www.computerhistory.org/press/an-evening-with-ivan-sutherland.html> (2005). Accessed 1 Apr 2018
 74. Thomas, B., Close, B., Donoghue, J., Squires, J., De Bondi, P., Morris, M., Piekarski, W.: ARQuake: An Outdoor/Indoor Augmented Reality First Person Application. In: *Fourth International Symposium on Wearable Computers*, Atlanta, USA, Oct 2000, pp. 139–146. IEEE (2000). doi : 10.1109/ISWC.2000.888480
 75. Vuforia | Augmented Reality for the Industrial Enterprise. <https://www.vuforia.com> (2018). Accessed 17 Aug 2018
 76. Weidlich, D., Scherer, S., Wabner, M.: *Analyses Using VR/AR*

Visualization. *IEEE Computer Graphics and Applications*. **28**(5), 84–86 (2008). doi : 10.1109/mcg.2008.89.

77. Wikitude Augmented Reality: the World's Leading Cross-Platform AR SDK. <https://www.wikitude.com> (2018). Accessed 17 Aug 2018

78. Zelinska, S.O., Azaryan, A.A., Azaryan, V.A.: Investigation of Opportunities of the Practical Application of the Augmented Reality Technologies in the Information and Educative Environment for Mining Engineers Training in the Higher Education Establishment. In: Kiv, A.E., Soloviev, V.N. (eds.) *Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2018)*, Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018. *CEUR Workshop Proceedings*, vol. 2257, pp. 204–214. <http://ceur-ws.org/Vol-2257/paper20.pdf> (2018). Accessed 30 Nov 2018

79. Zinonos, N.O., Vihrova, E.V., Pikilnyak, A.V.: Prospects of Using the Augmented Reality for Training Foreign Students at the Preparatory Departments of Universities in Ukraine. In: Kiv, A.E., Soloviev, V.N. (eds.) *Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education (AREdu 2018)*, Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018. *CEUR Workshop Proceedings*, vol. 2257, pp. 87–92. <http://ceur-ws.org/Vol-2257/paper10.pdf>. Accessed 30 Nov 2018