

БЕРДЯНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Кафедра фізики та методики навчання фізики

Пояснювальна записка

до випускної кваліфікаційної роботи
магістерська робота
на здобуття освітнього ступеня магістр
на тему: Використання комп'ютерних технологій при вивченні фізики
в старшій профільній школі

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,
групи спеціальності 014.08 Середня
освіта (фізика)

Проценко Денис Олександрович

Керівник кандидат фізико -
математичних наук, доцент

Коломоєць Ганна Геннадіївна

Рецензент доктор педагогічних наук,
професор Школа Олександр Васильович

Бердянськ - 2022 року

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ I	
АНАЛІЗ ПОТОЧНОЇ СИТУАЦІЇ ЗА НАПРЯМКОМ ДОСЛІДЖЕНЬ	7
1.1. Складова комп'ютерних технологій у процесі викладання фізики в умовах старшої профільної школи.....	7
1.2. Аналіз теорії навчання.....	9
1.3. Характеристика навчальних ігор.....	18
1.4. Задачі роботи.....	23
ВИСНОВКИ ДО ПЕРШОГО РОЗДІЛУ	24
РОЗДІЛ II	
ФОРМУВАННЯ МЕТОДИКИ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	25
2.1. Складові елементи системи навчання.....	25
2.2. Організаційно-технічні заходи.....	29
2.3. Особливості оцінки засвоєння матеріалу.....	39
ВИСНОВКИ ДО ДРУГОГО РОЗДІЛУ	40
РОЗДІЛ III	
АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	41
3.1. Введення інформації для обробки	41
3.2. Аналіз даних.....	42
3.3. Оцінка реалізації задач дослідження.....	58
ВИСНОВКИ ДО ТРЕТЬОГО РОЗДІЛУ	59
ВИСНОВКИ	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	62

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

КТ - комп'ютерні технології

ЦІТ - цифрові інтерактивні технології

ІМ - інтерактивні маніпуляції

КНС - комп'ютерні навчальні середовища

ІМНС - інтерактивне мультимодальне навчальне середовище

ВМ - віртуальні маніпуляції

ПЗ - попередні знання

АН - активне навчання

ПН - пасивне навчання

ТЕН - теорія експериментального навчання

ОС - операційна система

ВСТУП

Актуальність теми дослідження зумовлена тим, що значна кількість наукових напрямків мають справу з абстрактними та багатовимірними явищами. Так, учням часто важко зрозуміти теоретичні та складні абстракції і застосувати їх наукові концепції в контексті реального життя [1]. Один з цих наукових напрямків, який супроводжується теоретичними та складними абстракціями, є фізика. Фізика традиційно викладають через вивчення математичних формул та рівнянь [2]. Згідно з деякими дослідженнями [3; 4], учні повинні вміти абстрактно конструювати моделі, які можна перевірити та гнучкість, щоб оволодіти концепціями в наукових областях.

Розуміння понять фізики є складним завданням для багатьох учнів. Це вважається необхідним, оскільки в курсах фізики старшої школи підкреслюється, що глибоке розуміння фізичних процесів забезпечує фундаментальну основу для майбутнього вивчення природничих наук [5].

Ряд дослідників пропонували кілька способів ефективного навчання фізики. Так, доведено, що використання методів інтерактивного залучення покращує здатність учнів освоювати складний навчальний матеріал (різноманітні групи в середніх школах, коледжах та університетах) [6].

У поточній роботі описано методологію освітньої підсистеми, яка включає застосування навчального комп'ютерного симулятора. Використання такого варіанту мотивується необхідністю отримання інструменту, який можна було б використовувати для розширення варіацій викладеного матеріалу та підвищення загальної ефективності засвоєння знань учнями. Очікуваним результатом є програма, яка керуватиметься інтуїтивно, дасть чіткий та ілюстративний графічний вихід і буде корисною для учнів. Симулятор повинен бути сумісний з різним програмним і апаратним обладнанням шкіл передбачуваною платформою є ОС *Windows* у різних версіях.

Метою дослідження є визначення ефективних методів використання комп'ютерних технологій у навчанні фізики в умовах старшої профільної школи.

Основна ідея полягає в тому, що ілюстративний приклад явища значно полегшує його уявлення та розуміння. Оптимальним рішенням може бути спостереження за тим, як перебігають ці процеси у реальності. Однак це не завжди можливо через обмежені можливості фізичного спостереження (час, технічні можливості обладнання). Для представлення складних фізичних процесів потрібні відповідні засоби. Наприклад, протікання електричного струму по провіднику не видно неозброєним оком навіть за допомогою оптичного мікроскопа. Тому потрібно використовувати вимірювальні прилади. І навіть у такому випадку, побачити можна лише наслідки, а не причини перебігу цього процесу, тому застосування засобів симуляції фізичних процесів є досить актуальним питанням.

Об'єктом дослідження є освітні комп'ютерні системи.

Предметом дослідження є методи та засоби застосування комп'ютерних симуляторів у контексті дослідження фізичних процесів.

Завдання дослідження:

- 1 - провести аналіз проблематики за напрямком досліджень;
- 2 - сформулювати елементи методології поточного дослідження;
- 3 - визначити ефективні методи та засоби комп'ютерних технологій, які дозволяють оптимізувати процес навчання фізики в умовах старшої профільної школи;
- 4 - провести аналіз ефективності розроблених заходів;
- 5 - скласти висновки за результатами роботи.

Текст магістерської дисертації поділено на розділи.

Перший розділ присвячено аналізу проблематики засвоєння освітнього матеріалу з фізики учнями старшої профільної школи.

Другий стосується аналізу принципів математичного моделювання фізичних явищ та методів оцінювання засвоєння відповідних знань учнями.

У третьому розділі викладено особливості реалізації та функціонування засобів симуляції наведених процесів.

Складено висновки за результатами дослідження.

ВИСНОВКИ

За результатами досліджень у першому розділі визначено, що доцільним є застосування комп'ютерних засобів з різними інтерфейсами (наприклад, комп'ютери, планшети, засоби інтерактивної комунікації (пристрої керування жестами)). Це супроводжується виявленням певних аспектів функціонування цих пристроїв, що може впливати на навчальний процес, оскільки інтерфейси безпосередньо впливають на те, як сприймається користувачами перебіг фізичних процесів у інтерактивних системах. Матеріальні інтерфейси є середовищем, в яких цифровою інформацією можна маніпулювати у фізичній формі. Ці інтерфейси можуть забезпечити освітні переваги фізичних маніпуляцій шляхом інтеграції фізичних і віртуальних представлень.

Застосування засобів симуляції в навчальних програмах відіграє важливу роль у тому, як учні взаємодіють із навчальним матеріалом. Крім того, результати цього дослідження можуть бути корисними вчителям і викладачам у процесі вибору ефективної методики викладання освітнього матеріалу. Різні рівні попередніх знань і досвіду, безумовно, впливають на результати навчання.

Визначено, що важливим є етап вибору відповідних навчальних матеріалів, а також типи взаємодії, які можуть покращити ефективність засвоєння учнями нових знань. Педагоги також повинні вибрати відповідні типи оцінювання, які повною мірою відповідають характеру навчального процесу.

Наступним етапом роботи, є аналіз програмних засобів, які можна використовувати для моделювання фізичних явищ. Частиною цього процесу є вибір відповідного графічного представлення. Так, вирішено використовувати тривимірну графіку, оскільки вона може бути такою ж інформативною, як і двовимірна графіка, але в той же час її можливості є значно ширшими. Головною перевагою є можливість відобразити деякі явища, які, без такої реалізації, неможливо представити. Ускладненнями процесу розробки відповідних програмних засобів є певні особливості моделювання фізичних явищ за допомогою комп'ютера:

виявлення зіткнень об'єктів; визначення взаємного положення точок у просторі; робота з векторами (поворот, визначення відповідних кутів); знаходження центрів багатокутників; особливості використання графічних бібліотек.

За результатами поточного дослідження сформовано методологію викладання та оцінювання ефективності засвоєння матеріалу на уроках фізики.

Також, наведено детальний опис елементів та особливостей функціонування засобів симуляції і графічного представлення перебігу фізичних процесів, що дає можливість значним чином покращити ефективність навчального процесу.

Таким чином, у повному обсязі реалізовано поставлені завдання роботи.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Anderson, J. L., & Barnett, M. (2013). Learning physics with digital game simulations in middle school science. *Journal of Science Education and Technology*, 22(6), 914-926.
2. Price, C. B. (2008). The usability of a commercial game physics engine to develop physics educational materials: An investigation. *Simulation & Gaming*, 39(3), 319-337.
3. Barab, S. A., Hay, K. E., Barnett, M., & Keating, T. (2000). Virtual solar system project: Building understanding through model building. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 719-756.
4. Redish, E. F. (1994). Implications of cognitive studies for teaching physics. *American Journal of Physics*, 62(9), 796-803.
5. Squire, K., Barnett, M., Grant, J. M., & Higginbotham, T. (2004, June). Electromagnetism supercharged!: Learning physics with digital simulation games. In *Proceedings of the 6th international conference on Learning sciences* (pp. 513-520). International Society of the Learning Sciences.
6. Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousandstudent survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.
7. Otero, Nuno. (2002). Interactivity in Graphical Representations: assessing its benefits for learning.
8. Miller, Lee & Shell, Duane & Khandaker, Nobel & Soh, Leen-Kiat. (2010). Teaching Using Computer Games. *Journal of Educational Technology Systems*. 39. 321-343. 10.2190/ET.39.3.g.

9. Babaeva, S.. (2021). SOME ASPECTS OF USING INFORMATION TECHNOLOGIES IN TEACHING PHYSICS. *Pedagogy and Psychology*. 48. 227-235. 10.51889/2021-3.2077-6861.25.
10. Dedeaux, Timothy & Hartsell, Taralynn. (2018). Comparison Between Two Types of Educational Computer Games. *Simulation & Gaming*. 49. 104687811877872. 10.1177/1046878118778727.
11. Benito, Rosa & Arranz, Francisco. (2009). Interactive Physics: the role of interactive learning objects in teaching Physics in Engineering. 11. 7638.
12. Iqbal, Majid & Ahmed, Fayzan & Iqbal, Arshad & Uddin, Zaheer. (2020). Teaching physics online through spreadsheets in a pandemic situation. *Physics Education*. 55. 293. 10.1088/1361-6552/abb293.
13. Wieman, Carl. (2006). Interactive Simulations for Teaching Physics; What Works, What Doesn't, and Why.
14. Petrova, Hristina. (2020). MODELING USING PHET SIMULATIONS IN TEACHING PHYSICS AT SECONDARY SCHOOL. *Education and Technologies Journal*. 11. 199-203. 10.26883/2010.201.2270.
15. Wieman, C. & Adams, Wendy & Loeblein, P. & Perkins, K.. (2010). Teaching Physics Using PhET Simulations. *The Physics Teacher*. 48. 225-227. 10.1119/1.3361987.
16. Salgado, Roberto. (2006). VPython applications for Teaching Physics.
17. Sarac, Mine & Okamura, Allison & Di Luca, Massimiliano. (2022). Effects of Haptic Feedback on the Wrist during Virtual Manipulation.
18. Alawajee, Omar & Delafield-Butt, Jonathan. (2021). Minecraft in Education Benefits Learning and Social Engagement. *International Journal of Game-Based Learning*. 11. 19-56. 10.4018/IJGBL.2021100102.
19. Sudihartinih, Eyus. (2020). USING MANIPULATIVES IN ETH-COOPERATIVE LEARNING TO ENHANCE MATHEMATICAL LEARNING OUTCOMES. *Erudio Journal of Educational Innovation*. 7. 57-63. 10.18551/erudio.7-1.5.
20. Koponen, I. & Mäntylä, Terhi. (2006). Generative Role of Experiments in Physics and in Teaching Physics: A Suggestion for Epistemological Reconstruction. *Science & Education*. 15. 31-54. 10.1007/s11191-005-3199-6.

21. Khudoynazarovich, Bediyev & Dulan, Jban. (2022). NEW APPROACH OF TEACHING PHYSICS IN PEDAGOGICAL UNIVERSITIES. *International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology*. 11. 201-204.
22. Buar, Cara Luz. (2022). A Phenomenological Study on the Lived Experiences of Physics Students in Laboratory Classes. *Universal Journal of Educational Research*. 1. 10-18. 10.5281/zenodo.6939564.
23. Lamanauskas, Vincentas & Vilkonis, Rytis. (2006). THE USAGE OF THE INTERNET IN TEACHING PHYSICS: THE ANALYSIS OF A SITUATION AND PREDICTIONS. *GAMTAMOKSLINIS UGDYMAS / NATURAL SCIENCE EDUCATION*. 3. 6-16. 10.48127/gu-nse/06.3.06.
24. Henseruk, Halyna & Boiko, Mariya & Martinyuk, Sergii. (2022). DIGITAL INSTRUMENTS OF COMMUNICATION IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF THE INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION. *The Scientific Issues of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: pedagogy*. 1. 31-39. 10.25128/2415-3605.22.1.4.
25. Kopanytsia, Yuri & Gizha, Olena & Nechypor, Oksana & Tavartkiladze, Nestan. (2022). Web interface - an example of the universal platform of engineering calculations in the educational process. *Problems of Water supply, Sewerage and Hydraulic*. 11-32. 10.32347/2524-0021.2022.39.11-32.
26. Sulistyawati, Eka & Puspitasari, Diana & Saidah, Zulinda & Rofiqoh, Iffatur. (2021). MANIPULATIVE LEARNING MEDIA BASED ON STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS) TO IMPROVE STUDENT LEARNING OUTCOMES. *MaPan*. 9. 1. 10.24252/mapan.2021v9n1a1.
27. Isnaniah, & Imamuddin, M.. (2020). Students' Understanding of Mathematical Concepts Using Manipulative Learning Media in Elementary Schools. *Journal of Physics: Conference Series*. 1471. 012050. 10.1088/1742-6596/1471/1/012050.
28. Best, Ron. (2016). Exploring the spiritual in the pedagogy of Friedrich Froebel. *International Journal of Children's Spirituality*. 21. 1-11. 10.1080/1364436X.2016.1231664.

29. Surma, Barbara. (2012). Language Education in pedagogical concept of Maria Montessori. *Edukacja Elementarna w Teorii i Praktyce*. 23. 62-76.

30. Kilag, Osias Kit & Ignacio, Renan & Lumando, Evelyn & Alvez, Geraldine & Abendan, Cara Frances & Quiñanola, Niña & Sasan, John Michael. (2022). ICT Integration in Primary Classrooms in the Light of Jean Piaget's Cognitive Development Theory. *International Journal of Emerging Issues in Early Childhood Education*. 4. 42-54. 10.31098/ijeiece.v4i2.1170.

31. Mendoza, Paola & Ramos, Yency & Pérez, Jorge & Ortiz, Óscar. (2010). Comprehension of the meaning from Vygotsky, Bruner and Gergen. *Diversitas: Perspectivas en Psicología*. 6. 37-49.

32. Beztelesna, Liudmyla & Malchyk, Maryana & Vasyliiv, Volodymyr. (2022). Features of the Implementation of Educational Programs Sales Management by Higher Education Institutions. *Business Inform.* 6. 129-137. 10.32983/2222-4459-2022-6-129-137.

33. Pérgola, Martín & Sacco, Natalia & Bonetto, María & Galagovsky, Lydia & Cortón, Eduardo. (2022). A laboratory experiment for science courses: Sedimentary microbial fuel cells. *Biochemistry and Molecular Biology Education*. 10.1002/bmb.21702.

34. Karayilan, Metin & McDonald, Samantha & Bahnick, Alexander & Godwin, Kacey & Chan, Yin & Becker, Matthew. (2022). Reassessing Undergraduate Polymer Chemistry Laboratory Experiments for Virtual Learning Environments. *Journal of Chemical Education*. 99. 10.1021/acs.jchemed.1c01259.

35. Remah, Y & Al-Masarweh, Remah. (2021). a review of augmented reality in physics education and physics laboratory experiments (applications, advantages, challenges) A Review of Augmented Reality in Physics Education and physics laboratory experiments (Applications, Advantages, Challenges). 2593-2614.

36. Haris, Nur & Talip, Amarul. (2018). Enriched Laboratory Experiments with Interactive Simulation. 1. 30.

37. He, H. & Wu, Y. & Pan, H. & Zheng, D.. (2007). Visualized interactive manipulation in virtual assembly. 3. 387-392.

38. Zhong, Y. & Müller-Wittig, Wolfgang. (2002). Constraint-based 3D direct manipulations for intuitive and precise solid modelling in a virtual reality environment. 39-40. 10.4203/ccp.76.14.
39. François, Alexandre. (2001). Semantic, Interactive Manipulation of Visual Data.
40. Wang, Haolin & Huang, Yikun & Xue, Xingsi & Zhang, Binnan & Chang, Kuo-Chi. (2021). A Virtual Menu Using Gesture Recognition for 3D Object Manipulation in Mixed Reality. 10.1007/978-3-030-69717-4_100.
41. Alverson, Dale & Saiki, Stanley & Jacobs, Joshua & Saland, Linda & Keep, Marcus & Norenberg, Jeffrey & Baker, Rex & Nakatsu, Curtis & Kalishman, Summers & Lindberg, Marlene & Wax, Diane & Mowafi, Moad & Summers, Kenneth & Holten, James & Greenfield, John & Aalseth, Edward & Nickles, David & Sherstyuk, Andrei & Haines, Karen & Caudell, Thomas. (2004). Distributed interactive virtual environments for collaborative experiential learning and training independent of distance over Internet2. Studies in health technology and informatics. 98. 7-12. 10.3233/978-1-60750-942-4-7.
42. Saha, Sanju & Halder, Santoshi. (2016). Virtual Manipulation: An On-Screen Interactive Visual Design for Science Learning. 10.1007/978-81-322-2752-6_29.
43. Taber, Keith. (2014). Prior Knowledge. 10.1007/978-94-007-6165-0_483-2.
43. Baeta, Felipe & Andreassi, Tales. (2021). The Role of Prior Knowledge in the Process of Recognizing Entrepreneurial Opportunities. 10.5772/intechopen.94161.
44. Taber, Keith. (2014). Prior Knowledge. 10.1007/978-94-007-6165-0_483-2.
45. Conroy, Arthur. (2016). Diagramming prior knowledge in the classroom. Innovations in Teaching & Learning Conference Proceedings. 8. 10.13021/G8KW30.
46. Wang, Jiahui & Stebbins, Abigail & Ferdig, Richard. (2021). Examining the effects of students' self-efficacy and prior knowledge on learning and visual behavior in a physics game. Computers & Education. 178. 10.1016/j.compedu.2021.104405.
47. Iannacchione, Alisionna & Ottmar, Erin & Ngo, Vy & Mason, Craig & Chan, Jenny & Smith, Hannah & Drzewiecki, Kathryn & Shaw, Stacy. (2022). Examining relations between math anxiety, prior knowledge, hint usage, and performance of math equivalence in two different online learning contexts. Instructional Science. 10.1007/s11251-022-09604-6.

48. Liu, Allison & Chan, Jenny & Lee, Ji-Eun & Decker-Woodrow, Lauren & Tu, Shihfen & Sales, Adam & Mason, Craig. (2022). Does where you start matter? The interaction between prior knowledge and effectiveness of game-based interventions.
49. Srivastava, K.N.. (2021). Constructivist Theory of Learning. *Technolearn An International Journal of Educational Technology*. 11. 10.30954/2231-4105.01.2021.4.
50. Waite-Stupiansky, Sandra. (2022). Jean Piaget's Constructivist Theory of Learning. 10.4324/9781003288077-2.
51. Srivastava, K.N.. (2021). Constructivist Theory of Learning. *Technolearn An International Journal of Educational Technology*. 11. 10.30954/2231-4105.01.2021.4.
52. Bidell, Thomas. (1986). Model Building: Toward a Constructivist Theory of Learning Mechanisms.
53. Subagia, I. (2020). Roles Model Of Teachers In Facilitating Students Learning Viewed From Constructivist Theories Of Learning. *Journal of Physics: Conference Series*. 1503. 012051. 10.1088/1742-6596/1503/1/012051.
54. Hanneke, Steve & Yang, Liu. (2012). Surrogate Losses in Passive and Active Learning. *Electronic Journal of Statistics*. 13. 10.1214/19-EJS1635.
55. Erickson, William & Lampinen, James & Moore, Kara & Race, Brittany. (2017). Applied experimental learning and memory theory..
56. Gur, Yonatan & Macnamara, Gregory & Saban, Daniela. (2022). Sequential Procurement with Contractual and Experimental Learning. *Management Science*. 68. 2714-2731. 10.1287/mnsc.2021.3988.
57. Ell, Todd & Sangwine, Stephen. (2015). Decomposition of 2D hypercomplex Fourier transforms into pairs of complex Fourier transforms. *European Signal Processing Conference*. 2015.
58. Kacane, Ilze. (2021). HERITAGE SITES AS MEANS OF BRINGING CULTURAL AWARENESS: INTERGENERATIONAL ATTITUDES TOWARDS VISITING MUSEUMS. 10.21125/inted.2021.1679.
59. Huang, Yongqiang & Sun, Yu. (2019). A dataset of daily interactive manipulation. *The International Journal of Robotics Research*. 38. 027836491984909. 10.1177/0278364919849091.

60. Meeuwssen, Sandra. (2021). Ungrounding Homo Ludens: on Agamben and Modern Sports. *Sport, Ethics and Philosophy*. 1-15. 10.1080/17511321.2021.1957006.
61. Hasanah, Ratu & Andayani, Sri. (2022). The effect of educational game in mathematics learning: A review. *AIP Conference Proceedings*. 2575. 080019. 10.1063/5.0108406.
62. Akçay, Arif & Karabulut Coşkun, Burcu. (2022). Examining The Prediction Of Digital Game Addiction Awareness On Digital Educational Game Usage. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*. 10.53850/joltida.1098602.
63. Vandewaetere, Mieke & Cornillie, Frederik & Clarebout, Geraldine & Desmet, Piet. (2013). Adaptivity in Educational Games: Including Player and Gameplay Characteristics. *International Journal of Higher Education*. 2. 106-114. 10.5430/ijhe.v2n2p106.
64. Gungor, Tuba & Isci, Cenan & Demirci, Sedef. (2022). Development of the Educational Game Scale. *Journal of Educational Issues*. 8. 369. 10.5296/jei.v8i1.19537.
65. Başkonuş, Turan. (2022). EXAMINATION OF CLASSROOM TEACHERS' ATTITUDES TOWARDS EDUCATIONAL GAMES ACCORDING. *International Journal of Eurasian Education and Culture*. 7. 667-688. 10.35826/ijoecc.543.
66. Alshare, Marwan & Albadi, Ali & Jawarneh, Malik & Tahir, Noman & al Amri, Marya. (2022). Usability Evaluation of Educational Games: An Analysis of Culture as a Factor Affecting Children's Educational Attainment. *Advances in Human-Computer Interaction*. 2022. 1-13. 10.1155/2022/9427405.
67. Santosa, Made. (2022). Self-regulated Learning. 10.31219/osf.io/7yn2p.
68. Junqi, wu & Zongkai, Yang & HU, ZHENGBING & Yumei, Liu. (2009). Strategies for Designing Educational Computer Game. *Education Technology and Computer Science, International Workshop on*. 3. 950-952. 10.1109/ETCS.2009.750.
69. Ma, Yuxin & Williams, Douglas & Prejean, Louise & Richard, Charles. (2007). A research agenda for developing and implementing educational computer games. *British Journal of Educational Technology*. 38. 513 - 518. 10.1111/j.1467-8535.2007.00714.x.
70. Dankov, Yavor & Bontchev, Boyan. (2021). Software Instruments for Management of the Design of Educational Video Games. 10.1007/978-3-030-74009-2_53.

71. Shliakhovchuk, Elena. (2020). Video Games as a Teaching Tool. Epic step-by-step Guide.
72. Martinez, Léa & Gimenes, Manuel & Lambert, Eric. (2022). Entertainment Video Games for Academic Learning: A Systematic Review. *Journal of Educational Computing Research*. 60. 10.1177/07356331211053848.
73. Gordeev, V. & Malyshkov, S. & Polivach, V.. (2022). Technology of monitoring landslide by the parameters of the natural pulse electromagnetic field of the earth. *Interexpo GEO-Siberia*. 1. 153-162. 10.33764/2618-981X-2022-1-153-162.
74. Sinigoj, A.R.. (2010). Some of the aspects of the fourth Maxwell's equation. 77. 1-4.
75. Abdelhady, Salama. (2022). Proper Understanding of the Natures of Electric Charges and Magnetic Flux. 10.5772/intechopen.106962.
76. Brown, Joseph. (2018). *The Fundamental Particles of Physics*.
77. Ford, R.M. & Bondzie, J. & Kitcho, P.. (2001). Java applets for Microelectronics education. *Education, IEEE Transactions on*. 44. 10 pp.. 10.1109/13.925847.
78. Vampugani, Venkata. (2002). *Application of Java Applets in eCourse Development*.
79. Feldthaus, Asger & Møller, Anders. (2014). Checking Correctness of TypeScript Interfaces for JavaScript Libraries. *ACM SIGPLAN Notices*. 49. 1-16. 10.1145/2714064.2660215.
80. Klodzinski, Jack & Al-Daraiseh, Ahmad & Georgiopoulos, Michael & Al-Deek, Haitham. (2004). Development of a Java Applet for Generating Truck Trips from Freight Data. *Transportation Research Record*. 1870. 10-17. 10.3141/1870-02.
81. Mirza, Kashif & Safdar, Nabile & Siddiqui, Khan. (2010). *Using Free Open Source Software: GIMP for Editing DICOM Images—A 15-minute Self Learning Crash Course*.
82. Phillips, Jonathan. (2005). *Introduction to the Open Clip Art Library*.