

**Л. М. Сіренко**

викладач фізики та астрономії вищої категорії, методист Циклової комісії загальноосвітніх дисциплін  
Державного університету інфраструктури та технологій Відокремленого структурного підрозділу  
«Київського фахового коледжу морського і річкового флоту та транспортних технологій  
Державного університету інфраструктури та технологій»  
<https://orcid.org/0009-0003-4627-1084>

## ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ

У статті розкрито особливості застосування технологій комп'ютерного моделювання при вивченні фізики та астрономії. Підкреслено, що активне використання інформаційно-комунікаційних технологій, залучення комп'ютерних моделей, відеоматеріалів сприяють засвоєнню навчальних матеріалів здобувачами. Наголошено, що основна мета застосування комп'ютерного моделювання під час викладання астрономії та фізики полягає в тому, щоб сприяти глибшому вивченню предмета, формуванню реальних і достовірних уявлень про всесвіт та процеси, що протікають в ньому. Завдання застосування комп'ютерного моделювання у викладанні фізики та астрономії полягають у підвищенні інтересу до вивчення астрономії; розвитку творчих здібностей здобувачів, умінні аналізувати, моделювати, прогнозувати, творчо мислити. У дослідженні сформована теоретична структура знань технологічного педагогічного змісту за для чіткого розуміння напрямків впливу механізмів викладання матеріалу. Зазначається, що розуміння тісної взаємодії між контентом і технологією є частиною знань технологічного змісту, що сприяє становленню твердження щодо того як відбувається процес викладання та навчання, включаючи знання про педагогічні обмеження та застосовність різних технологічних інструментів. Наголошується, що для успішного введення моделі безпосередньо сприйманого макрооб'єкта або макроявища, необхідно реалізувати спостереження подібних об'єктів/явлень з різними ступенями виразності властивостей, що цікавлять, саме для цього доцільно використання комплексу інструментів комп'ютерного моделювання. Для побудови моделей мікрооб'єктів і мікроявищ отриманих шляхом приписування необхідно, на початку, на основі попереднього досвіду, шляхом абстрагування відкинути несуттєві сторони, а властивості, що залишилися в полі розгляду, приписати моделі. Підкреслено, що на сьогодні найбільш поширеним програмним додатком, що використовується під час вивчення астрономії є медіа програма Sky Pro та фізики – StartFlow. Визначено основні переваги технологій комп'ютерного моделювання для навчання. Перспективами подальшого дослідження є розробка інтерактивного курсу по вивченню астрофізики для здобувачів вищої освіти.

**Ключові слова:** цифрові інструменти, фізика, астрономія, навчання, моделювання, технологія, комп'ютер.

**Вступ та постановка проблеми.** Сталий розвиток цифрових технологій спричинив зміни в різних сферах науки та техніки, включно з освітою. Трансформація каналів надходження інформації полегшує роботу в багатьох сферах суспільного життя. Однак, постійний розвиток робить життя більш складним і непередбачуваним через обставини, що постійно змінюються. Таким чином, завдяки розвитку сучасних технологій користувачі повинні максимізувати якісну трансформацію інновацій.

Розвиток технологій в освіті також має великий вплив як на викладачів так і на здобувачів. Інноваційні процеси направлені на полегшення всіх процесів навчання, від засобів навчання до моделей навчання. Загалом процес навчання з використанням технологій комп'ютерного моделювання більш ефективний, ніж без нього. Однак використання неоптимальних засобів може зав-

дати шкоди навчальному процесу, який є усталеним у певному колі користувачів.

Використання технологій комп'ютерного моделювання в процесі навчання допомагає здобувачам зрозуміти поняття, уявити область та сформувані представлення про процес. Варто наголосити, що не лише для навчання в середній школі потрібні засоби цифрової інформації, але й у вищій освіті, під час навчального процесу, студенти також потребують новітніх технологій комп'ютерного моделювання для розвитку концептуального розуміння поданого матеріалу. Зображення, представлені реалістично та чітко в навчальних медіа полегшують процес розуміння.

Концептуальне розуміння – це здатність розуміти матеріальну концепцію, подану в деталях, сприяючи покращенню результатів навчання. Студенти повинні не тільки запам'ятовувати, але й розуміти семантичний зміст, що міститься

в ньому, і вміти пояснювати певні поняття, діаграми та ситуації власними словами.

Курси астрономії та фізики, особливо матеріал про координати небесних тіл, вимагають складних засобів навчання для підтримки концептуального розуміння. Необхідний носій повинен мати можливість представити не тільки необхідну інформацію, але й візуалізацію об'єктів різної форми, які існують у просторі.

З іншого боку, розвиток передових технологій породжує проблеми, які є неминучими, зокрема низькі навички студентів розв'язувати складні проблеми, менша креативність для позитивного мислення та менша інноваційність і продуктивність у пошуку нових речей. Відсутність здатності аналізувати дані, збирати дані та володіння навичками спілкування. Необхідність у зміцненні цифрової грамотності є актуальною, тому цю проблему необхідно вирішити шляхом різноманітних методів та механізмів, щоб сформувати стійку культуру наукової грамотності у навчанні. Посиленню наукової грамотності сприяє вивчення астрономії та фізики, які мають унікальні характеристики матеріального змісту. Навчання дає змогу забезпечити поглиблене розуміння природних і космічних явищ, щоб мати можливість відповідати на запитання, а також здатність шукати й аналізувати точні дані.

Проблема полягає в тому, що вивчення астрономії та фізики не може залучити здобувачів до активного спостереження та оптимізації цифрової грамотності як частини необхідних навичок мислення високого рівня.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Глобалізація інформаційних процесів у світі призвела до розширення використання цифрових інформаційних технологій у сучасному науковому просторі. О.В. Волчанський та О.О. Чінчой [1] довели, що використання програмних моделюючих засобів може суттєво допомогти вчителю підвищити активність і зацікавленість школярів, покращити розуміння ними навчального матеріалу за рахунок збільшення наочності та компоненти дослідницької діяльності.

Формування дослідницьких компетентностей у здобувачів освіти під час комп'ютерного моделювання фізичних явищ та процесів при дистанційному навчанні дослідила В. Дронь [2]. Авторкою запропоновано використання можливостей Phetsимуляцій для візуалізації навчального експерименту. На прикладі наведених інструкційних карток показано можливості формування дослідницьких компетентностей у здобувачів освіти під час дистанційного навчання. Висвітлено переваги використання Phetsимуляцій в освітньому процесі при дистанційному навчанні.

О.В. Слободяник [3] проаналізував педагогічний досвід з використання комп'ютерних моделей

на заняттях природничо-математичного циклу підкреслив, що учні краще сприймають та засвоюють інформацію, якщо її подача підсилена візуальною картинкою.

У [4] розглядаються особливості використання інтерактивної дошки на заняттях з фізики. Висвітлюються основні форми реалізації різних видів освітньої діяльності студентів із використанням інтерактивної дошки, що приводить до ефективного формування та розвитку в них предметних і фахових компетентностей з фізики.

Із зарубіжних авторів варто відзначити такі роботи як: Langendorf Ronja, Schneider Susanne, Hessman Frederic [5], Guan Shanchao, Li Guian, Fang Jiacheng [6], Sunardi Sunardi, Suhandi Andi, Muslim Muslim [7], Tuyizere Gerard, Yadav L. [8], Valiente Márquez Jorge Félix, Rodríguez Jiménez [9], Sumardi Y., Amalia A., Prabowo U. [10], Golovko N., Goncharenko T., Korobova I. [11], Li Rong, Zheng Lang, Ren Ximei [12], Szücs-Csillik Iharika [13], Zhang Xiuping, Qu Fengcheng, Yang Decheng, Wang Baisheng, Pi Yanmei, Tang Jing [14] та інші.

Однак, незважаючи на масштабність наукових досліджень за окресленою тематикою, питання розкриття особливостей застосування технологій комп'ютерного моделювання при вивченні фізики та астрономії залишається відкритим та потребує детального опрацювання.

**Постановка завдання.** Розкрити особливості застосування технологій комп'ютерного моделювання при вивченні фізики та астрономії.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Фізика та астрономія стикаються з методологічними проблемами через те, що ці дисципліни є переважно науками, заснованими на спостереженнях, без доступу до традиційних експериментів. Виходячи з цих проблем викладачі астрономії та фізики часто покладаються на комп'ютерне моделювання. Комп'ютерне моделювання при викладанні дисциплін астрономії та фізики виконує наступні завдання: перевірка гіпотез; дослідження простору можливостей; посилення якості та ефективності спостережень.

При проведенні вимірювання даних у фізиці, зокрема, необхідно реалізувати тривалий процес, де фізикам або дослідникам потрібна стадія використання даних у спостереженнях, при фізичному моделюванні необхідний параметр для вимірювання невизначеності. При реалізації астрономічних досліджень, необхідно виконання таких завдань як: моделювання того, як утворюються галактики; пошук даних про зірки; пошук придатних для життя планет, схожих на Землю; оцінка площі між зірками та планетами або дослідження класифікацій перехідних процесів. Реалізація зазначених процесів ґрунтується на певному формуванні набору даних для яких беззаперечно найбільш ефективним є застосування цифрових інструментів.

Термін «цифрові інструменти» стосується програмного забезпечення, яке використовується з комп'ютером або цифровим пристроєм і полегшує збір даних та завдання загалом, а також процеси викладання й навчання в освітньому контексті. Li Rong, Zheng Lang, Ren Ximei (2020) у рамках дослідження виявили, що використання цифрових інструментів позитивно впливає на результати навчання здобувачів із середнім ефектом і має незначний позитивний вплив на їхнє ставлення до предмету, який викладають. Крім того, науковцями доведено, що викладання та навчання за допомогою цифрових інструментів може підвищити мотивацію здобувачів і таким чином вплинути не лише на когнітивні, а й на емоційні результати навчання. Якщо цифровий інструмент гарантує, що навчання відбувається не з цифрових медіа, а за допомогою цифрових медіа, це навіть когнітивний цифровий інструмент. Такі інструменти (наприклад, електронні таблиці, комп'ютерне моделювання, бази даних) підтримують або беруть на себе рутинні завдання і, таким чином, можуть розвантажити когнітивні функції здобувачів, щоб вони могли зосередитися на фактичному предметі.

Оскільки комп'ютерне моделювання має особливе значення в астрономії і фізиці та є прикладом покращення навчання за допомогою цифрових інструментів, навчання на основі моделювання потребує більш детального розгляду. Навчальні симуляції базуються на моделях і представляють зменшену форму реальності, що зменшує когнітивне навантаження здобувачів. Порівняно з іншими навчальними матеріалами, моделювання може представляти експертні моделі більш чітко та усувати поширені помилки, роблячи невидимі (фізичні) принципи видимими для підтримки навчання та побудови ментальних моделей. Зазвичай освітні симуляції виділяються своїм високим рівнем інтерактивності, а в контексті навчання відкриттів, навчальні середовища можуть бути розроблені таким чином, щоб бути орієнтованими на здобувача. Однією з сильних сторін симуляції є те, що її можна використовувати, коли лабораторний експеримент неможливий з різних причин (наприклад, непрактично, занадто дорого, заборонено). На відміну від реальних експериментів, симуляції містять неявні обмеження на процес навчання, неявно скеровуючи студентів у їхній індивідуальній взаємодії з симуляцією. Отже, обсяг дій залишається в межах діапазону, який продуктивно сприяє пізнавальному навчанню та робить процес відкриття здобувачами більш автентичним і продуктивним. В астрономії, зокрема, моделювання дозволяє легко маніпулювати змінними, які неможливо змінити в реальності (наприклад, маса небесних об'єктів). У навчанні фізиці моде-

лювання використовується особливо для якісного прояснення понять і рішень (наприклад, гравітація). Працюючи з освітніми симуляціями, здобувачі можуть зіткнутися з питаннями та методами дослідження, які мають відношення до наукових досліджень. Вивчення астрономії за допомогою симуляції, як наслідок, створює автентичне та реалістичне навчальне середовище, яке стосується сучасних методів. Передумовою є те, що викладачі мають належні компетенції.

Викладачам потрібні експертні знання та відповідні навички під час викладання за допомогою цифрових інструментів, щоб планувати та впроваджувати цифрову освіту. Ось чому різні спеціальні програми підвищення кваліфікації викладачів були розроблені з конкретними концепціями для просування цифрових компетенцій. Важливим для таких програм професійного розвитку є те, що учасники не лише вчать користуватися технологіями, а й навчаються мати справу із застосуванням у педагогічному контексті та у формуванні зв'язку зі змістом предмета. Успішне просування технологічних навичок учителів вимагає чіткого визначення того, що це більше, ніж просто пошук і застосування корисних цифрових інструментів.

Нова концепція застосування технологій комп'ютерного моделювання при вивченні фізики та астрономії полягає у систематичній інтеграції цифрових інструментів у підручник та навчальні посібники з астрономії та фізики. Щоб здобувачі мали змогу не просто накопичувати знання про те, як використовувати ці інструменти, не лише вивчати астрономію та фізику за допомогою цих інструментів, але й працювати з ними з дидактичної точки зору. Таким чином, концепція включає в себе зв'язок астрономічного контенту із завданням створення або використання цифрових інструментів для полегшення орієнтованих на здобувача форм роботи. Багатометодичний підхід використовується для кількісної оцінки розвитку цифрових компетенцій здобувачів і ставлення до навчання за допомогою цифрових інструментів з часом, а також для якісної оцінки викладення матеріалу.

Глибоке розуміння тісної взаємодії між контентом і технологією, наприклад між астрономією та моделюванням, а також можливість впливати на вивчення предмета за допомогою технологій є частиною знань технологічного змісту. Мати у своєму розпорядженні технологічні знання означає знати вплив технологій на те, як відбувається процес викладення та навчання, включаючи знання про педагогічні обмеження та застосовність різних технологічних інструментів. Знання технологічного педагогічного змісту представляє центральні навички викладачів щодо використання технологій у процесах викладання та навчання. Як показано на рисунку 1, знання



Рис. 1. Теоретична структура знань технологічного педагогічного змісту

технологічного педагогічного змісту формується на складній взаємодії між предметним змістом, педагогікою, технологією та контекстом (ситуація викладання та навчання).

Наявність відповідних цифрових компетенцій – не єдина вимога для успішного навчання з використанням технологій комп'ютерного моделювання. На рисунку 2 наведено теорію запланованої поведінки, яка представляє фактичну поведінку людини як таку, що безпосередньо залежить від її наміру виконати таку поведінку; сила наміру впливає на ймовірність виконання індивіда. Намір, у свою чергу, визначається трьома незалежними когнітивними факторами: ставленням до поведінки (наскільки я оцінюю поведінку як сприятливу?); суб'єктивна норма (якою мірою моє соціальне оточення очікує виконання цієї дії?); сприйнятий контроль поведінки (яка уявна складність поведінки?).

З третім фактором власні компетенції стають актуальними. Вони слугують основою для індивідуальної оцінки складності.

Таким чином, варто відзначити, що чим сприятливішим викладач бачить навчання за допомогою цифрових медіа, тим сильнішим є його або її соціальний тиск щодо використання комп'ютерного моделювання в аудиторії, і тим більше викладач відчуває контроль над використанням цифрових технологій в аудиторії, тим більша ймовірність того, що викладач дійсно використовуватиме технології комп'ютерного моделювання в аудиторії. Теорія запланованої поведінки є основою для багатьох підходів щодо освітніх досліджень, зокрема у сфері використання технологій навчання.

На сьогодні, найбільш поширеним програмним додатком, що використовується під час вивчення астрономії є медіа програма Sky Map та фізики – StartFlow. Застосування небесної сфери є інновацією в науці та техніці, яка все більше розвивається та здатна відображати наукові спостереження небесних тіл. Технології комп'ютерного моделювання застосовуються для астрономічного вивчення матеріалів координат небесних тіл та вивчення, аналізу та демонстрації найцікавіших процесів фізики газу.

Переваги технологій комп'ютерного моделювання для навчання: поданий матеріал стає більш одноманітним; процес навчання стає цікавішим; навчальна діяльність двостороння; мінімізація зусиль та часу; гнучкість використання навчальних медіа матеріалів; формування у студентів позитивного ставлення до матеріалу та процесу навчання; зміна ролі викладачів. Використання карти неба також може покращити розуміння концепції в астрономії, оскільки дозволяє здобувачам візуалізувати та досліджувати нічне небо, покращуючи їхнє розуміння астрономічних концепцій. Sky Map також забезпечує інтерактивне та захоплююче навчання, яке може підвищити мотивацію та інтерес здобувачів до астрономії.

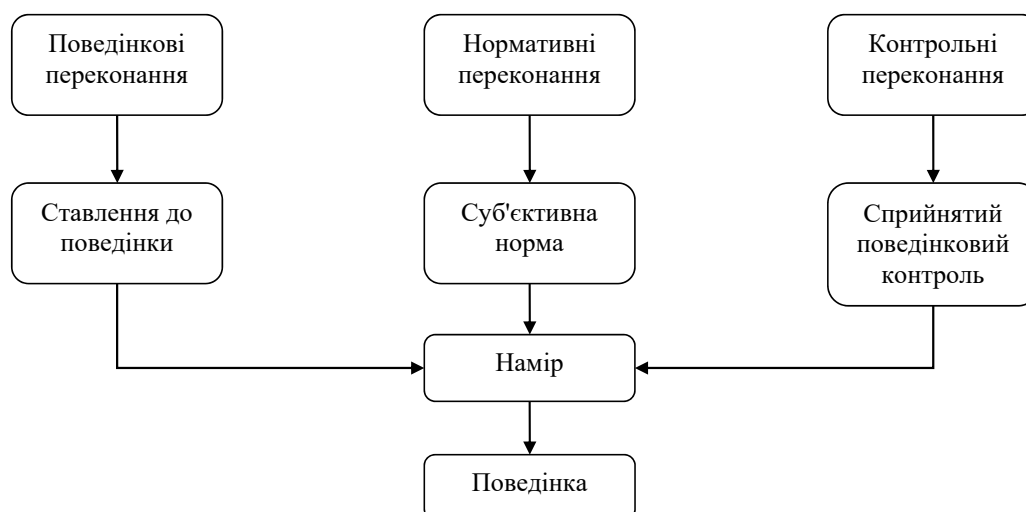


Рис. 2. Теорія запланованої поведінки, Айзер [10]

**Висновки.** У роботі розкрито особливості застосування технологій комп'ютерного моделювання при вивченні фізики та астрономії. Технології комп'ютерного моделювання використовуються для підтримки процесу навчання за допомогою конструктивістського підходу, коли здобувачі активно беруть участь у процесі навчання та формують своє розуміння понять. Дозволяючи студентам досліджувати фізичні та астрономічні процеси самостійно, вони можуть проводити свої спостереження та робити висновки про астрономічні та фізичні явища, що може допомогти їм побудувати глибше та більш змістовне розуміння концепцій.

Перспективами подальшого дослідження є розробка інтерактивного курсу по вивченню астрофізики для здобувачів вищої освіти.

#### Список використаної літератури:

1. Волчанський О.В., Чінчой О.О. Розвиток дослідницьких здібностей учнів при вивченні законів фотометрії з використанням електронного планетарію. *Шляхи реалізації STEM-освіти*. 2021. С. 62–65. doi: 10.32626/2307-4507.2021-27.62-65
2. Дронь В. Формування дослідницьких компетентностей у здобувачів освіти під час комп'ютерного моделювання фізичних явищ та процесів при дистанційному навчанні. *Фізико-математична освіта / Physical and Mathematical Education*, 2022. Т. 35, № 3. С. 19–25. doi: 10.31110/2413-1571-2022-035-3-003
3. Слободяник О.В. Використання комп'ютерних моделей під час індивідуальної роботи учнів з фізики. *Фізико-математична освіта* : науковий журнал; Міністерство освіти і науки України, Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Фізико-математичний факультет; [редкол.: М.П. Вовк, М. Гр. Воскоглу, Т.Г. Дерка та ін.]. Суми : [СумДПУ імені А.С. Макаренка], 2019. Вип. 4 (22). С. 116–123. doi: 10.31110/2413-1571-2019-022-4-018
4. Гуревич Р., Сільвейстр А., Моклюк М. Використання інтерактивної дошки на заняттях з фізики в педагогічних університетах. 2022. С. 5–24. doi: 10.31652/2412-1142-2020-56-5-24
5. Langendorf Ronja, Schneider Susanne, Hessman Frederic. Learning and Teaching Astronomy with Digital Tools promotes Physics Student Teachers' digital Competencies. *Astronomy Education Journal*. 2022. doi: 10.32374/AEJ.2022.2.1.021bp
6. Guan Shanchao, Li Guian, Fang Jiacheng. Optimization of 3D Virtual Reality Technology in High School Physics Direct-Type Teaching. *Wireless Communications and Mobile Computing*. 2022. P. 1–9. doi: 10.1155/2022/8475594
7. Sunardi Sunardi, Suhandi Andi, Muslim Muslim. Profiles of Facilities and Students' Responses in Supporting Implementation of Raspberry Pi-Based Bifocal Modeling Physics Practicum. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 2023. No. 11. P. 24–36. doi: 10.26618/jpf.v11i1.8892
8. Tuyizere Gerard, Yadav L.. Effect of interactive computer simulations on academic performance and learning motivation of Rwandan students in Atomic Physics. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*. 2023. № 12. P. 252. DOI: 10.11591/ijere.v12i1.23617. Valiente Márquez Jorge Félix, Rodríguez Jiménez. Reflections on General Physics discipline with ICT integration to the training of the Computer Engineer. 2021. № 9. P. 27–36.
9. Sumardi Y., Amalia A., Prabowo U. Development of The Computer Simulation of Oscillation in Physics Learning. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 2022. №18. P. 33–44. DOI: 10.15294/jpfi.v18i1.29040
10. Golovko N., Goncharenko T., Korobova I. Experience in the development and implementation of a system of visualized teaching cases in Physics using a digital computer measuring system Einstein. *Journal of Physics: Conference Series*. 2022. P2288. 012026. DOI: 10.1088/1742-6596/2288/1/012026
11. Li Rong, Zheng Lang, Ren Ximei. Teaching Reform of Applied Technology University Physics Based on Computer Aided System. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. P. 1578. 012149. DOI: 10.1088/1742-6596/1578/1/012149
12. Szücs-Csillik I. Education case studies for quality education in astronomy. *Romanian Astronomical Journal*. 2022. №. 32. P. 159–177.
13. Zhang Xiuping, Qu Fengcheng, Yang Decheng, Wang Baisheng, Pi Yanmei, Tang Jing. Analysis of the Relationship Between Computer DISLab Device and College Physics Experiment Teaching. *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. P. 1744. 042040. DOI: 10.1088/1742-6596/1744/4/042040

#### Sirenko L. Peculiarities of the application of computer modeling technologies in the study of physics and astronomy

*The article reveals the peculiarities of the use of computer modeling technologies in the study of physics and astronomy. It is emphasized that the active use of information and communication technologies, the involvement of computer models, and video materials contribute to the assimilation of educational materials by students. It is emphasized that the main purpose of using computer modeling in the teaching of astronomy and physics is to contribute to a deeper study of the subject, the formation of real and reliable ideas about*

---

*the universe and the processes taking place in it. The tasks of using computer modeling in the teaching of physics and astronomy are to increase interest in the study of astronomy; development of creative abilities of applicants, able to analyze, model, forecast, think creatively. In the study, a theoretical structure of knowledge of technological pedagogical content was formed for a clear understanding of the directions of influence of the mechanisms of teaching the material. It is noted that understanding the close interaction between content and technology is part of technological content knowledge, which contributes to the formation of statements about how the teaching and learning process occurs, including knowledge of pedagogical limitations and the applicability of various technological tools. It is emphasized that in order to successfully introduce a model of a directly perceived macro object or macro phenomenon, it is necessary to implement the observation of similar objects/phenomena with different degrees of expressiveness of the properties of interest, for this it is advisable to use a set of computer modeling tools. To build models of micro-objects and micro-phenomena obtained by attribution, it is necessary, at the beginning, on the basis of previous experience, to discard insignificant aspects by abstraction, and to attribute the properties remaining in the field of consideration to models. It is emphasized that today the most common software application used when studying astronomy is the media program Sky Map and physics – StartFlow. The main advantages of computer simulation technologies for training are determined. Prospects for further research are the development of an interactive course on the study of astrophysics for students of higher education.*

**Key words:** digital tools, physics, astronomy, learning, modeling, technology, computer.