

УДК 621.9.06

DOI: 10.25140/2411-5363-2018-4(14)-34-40

Геннадій Пасов, Володимир Венжсга

**АНІМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОЦИЛІНДРІВ ТА ПНЕВМОКАМЕР  
ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПРЯМОЛІНІЙНОГО ПОСТУПАЛЬНОГО РУХУ**

*Актуальність теми дослідження.* Сучасна освіта має бути яскравою, чіткою, швидкою й дешевою. Використання анімаційного моделювання і дає змогу досягти цього.

*Постановка проблеми.* Освіта є основою будь-якого суспільства. Нині в процесі вивчення різноманітних навчальних дисциплін використовується багато джерел різноманітної інформації: підручники, посібники, журнали, Інтернет. У сучасних умовах широкі можливості відкриває використання в навчальному процесі персональних комп'ютерів (ПК) і високоінтелектуальних програмних продуктів.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* Традиційно при засвоєнні будь-якої навчальної дисципліни студент повинен вивчити її на лекціях, лабораторних та практичних заняттях. Але при цьому як методичний наочний матеріал використовуються, здебільшого, ілюстрації зовнішнього вигляду, будови та конструкції різноманітних механізмів у вигляді двовимірних статичних схем елементів. Саме використання ПК та відповідних програмних продуктів і дає змогу вдосконалити навчальний процес (та освіту загалом), надаючи йому інтенсивності та інтерактивного змісту.

*Виділення недосліджених частин загальної проблеми.* Для вдосконалення навчального процесу необхідно запропонувати анімаційні моделі для створення прямолінійного поступального руху за допомогою гідроциліндрів та пневмокамер.

*Постановка завдання.* Метою цієї роботи є демонстрація можливостей анімаційного моделювання прямолінійного поступального руху механізмів за допомогою гідроциліндрів та пневмокамер.

*Виклад основного матеріалу.* У Чернігівському національному технологічному університеті (ЧНТУ) на кафедрі «Автомобільний транспорт та галузеве машинобудування» для вивчення навчальних дисциплін «Підйомно-транспортне обладнання і роботи», «Спеціалізований рухомий склад автотранспортних і вантажно-розвантажувальних машин», «Обладнання та транспорт механоскладальних цехів», «Промислові роботи», «Металообробне обладнання» розроблено навчальні продукти: «Анімація роботи гідроциліндрів для створення прямолінійного поступального руху» та «Анімація роботи пневмокамер для створення прямолінійного поступального руху». Анімація розроблена для лабораторій «Промислові роботи» з реальними роботами: МП-11, М10П, М20П, РМ-01 та «Металообробне обладнання».

*Висновки відповідно до статті.* Запропоновані програмні продукти дозволяють зробити процес навчання більш яскравим, наочним та дешевим. Запропоновані програмні продукти мають деяке обмеження, зокрема відсутня можливість інтерактивного керування цими механізмами. Тому перспективним напрямком подальших досліджень є створення візуалізації впливу конструктивних та експлуатаційних параметрів на роботу механізмів.

*Ключові слова:* анімація; моделювання; гідроциліндр; пневмокамера; прямолінійний; поступальний рух.

*Рис.: 7. Бібл.: 10.*

*Постановка проблеми.* Освіта є основою будь-якого суспільства. Нині в процесі вивчення різноманітних дисциплін використовується багато джерел різноманітної інформації: підручники, посібники, журнали, збірники, інтернет. У сучасних умовах широкі можливості відкриває використання в навчальному процесі персональних комп'ютерів (ПК) і високоінтелектуальних програмних продуктів [1].

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* Традиційно при засвоєнні будь-якої навчальної дисципліни студент повинен вивчати її на лекціях, лабораторних та практичних заняттях. Але при цьому як методичний наочний матеріал використовуються здебільшого ілюстрації зовнішнього вигляду, будови та конструкції різноманітних механізмів у вигляді двовимірних статичних схем елементів [2-4]. Саме використання ПК та відповідних програмних продуктів і дає змогу вдосконалити навчальний процес (та освіту загалом), надаючи йому інтенсивності та інтерактивного змісту [5-10].

*Виділення не вирішених частин загальної проблеми.* Для вдосконалення навчального процесу необхідно запропонувати анімаційні моделі для створення прямолінійного поступального руху за допомогою гідроциліндрів та пневмокамер.

*Мета статті.* Метою цієї роботи є демонстрація можливостей анімаційного моделювання прямолінійного поступального руху механізмів за допомогою гідроциліндрів та пневмокамер.

*Виклад основного матеріалу.* У Чернігівському національному технологічному університеті (ЧНТУ) на кафедрі «Автомобільний транспорт та галузеве машинобудування» для вивчення навчальних дисциплін «Підйомно-транспортне обладнання і роботи», «Спеціалізований рухомий склад автотранспортних і вантажно-розвантажувальних

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

машин», «Обладнання та транспорт механоскладальних цехів», «Промислові роботи», «Металообробне обладнання», розроблено навчальний продукт: «Анімація роботи гідроциліндрів та пневмокамер для створення прямолінійного поступального руху». Анімація розроблена для лабораторій «Промислові роботи» з реальними роботами: МП-11, М10П, М20П, РМ-01 та «Металообробне обладнання».

Під час розроблення анімаційного моделювання гідроциліндрів та пневмокамер для створення прямолінійного поступального руху були використані сучасні програмні продукти: «3Ds Max» та «КОМПАС-3D».

**Гідропривод.** Для створення прямолінійно-поступального руху у вузлах та механізмах сучасних верстатів, машин та іншого технологічного обладнання особливо широко використовується гідропривод (рис. 1). Принцип роботи гідроприводу полягає в наступному (рис. 1): робоча рідина (мастило) з резервуара 1 подається насосом 2 під тиском через дросель 3 до золотникового крана 4. Залежно від положення крана мастило подається по правому 5 чи лівому 6 мастилопроводах у відповідну порожнину циліндра 7 і змушує переміщатися поршень зі штоком та зв'язаний із ними робочий орган.

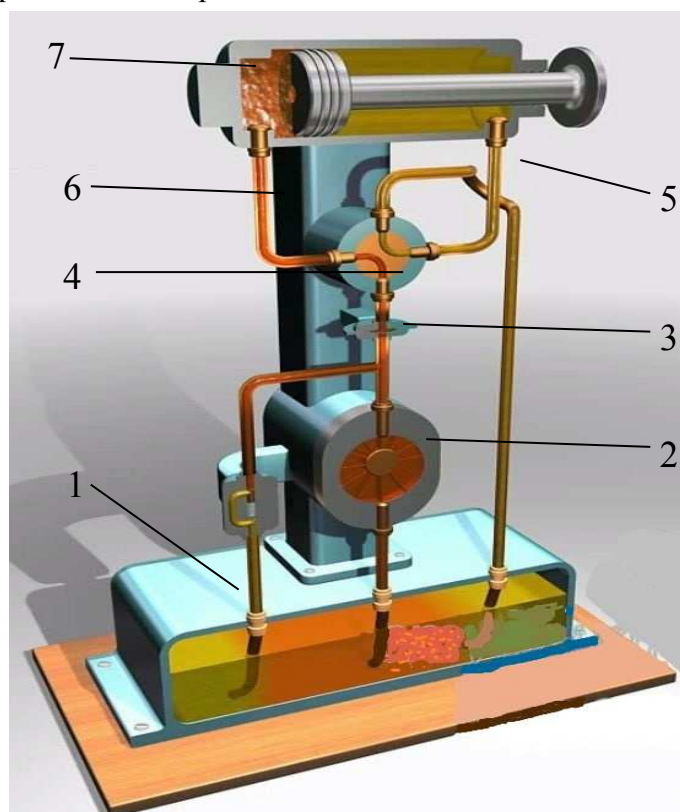


Рис. 1. 3D модель гідропривода:

1 – резервуар; 2 – насос; 3 – дросель; 4 – кран; 5 – правий мастилопровод;  
6 – лівий мастилопровод; 7 циліндр

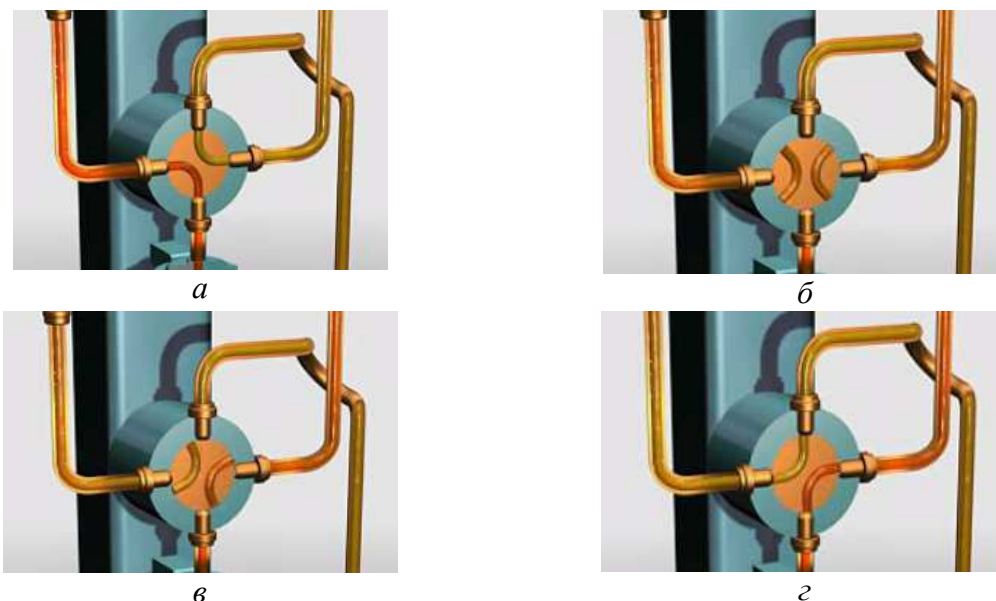
При прямолінійному поступальному переміщенні зусилля  $F$  на штоці гідроциліндра визначається за формулою:

$$F = p \cdot S,$$

де  $p$  – максимально допустимий тиск, МПа;  $S$  – ефективна площа поршня, мм<sup>2</sup>.

Цю силу необхідно знати, наприклад у гідропідсилювачах самоскидів. Варіювання за допомогою анімаційного моделювання величиною тиску та ефективною площею поршня дозволяє візуалізувати вивчення особливостей роботи гідропривода.

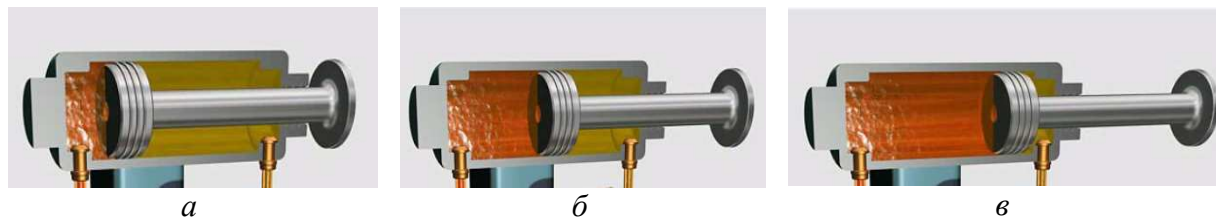
На рис. 2 наведено ілюстрацію впливу положення розподільчого крана на подачу робочої рідини у відповідну порожнину гідроциліндра.



*Рис. 2. 3D модель роботи розподільчого крана:*

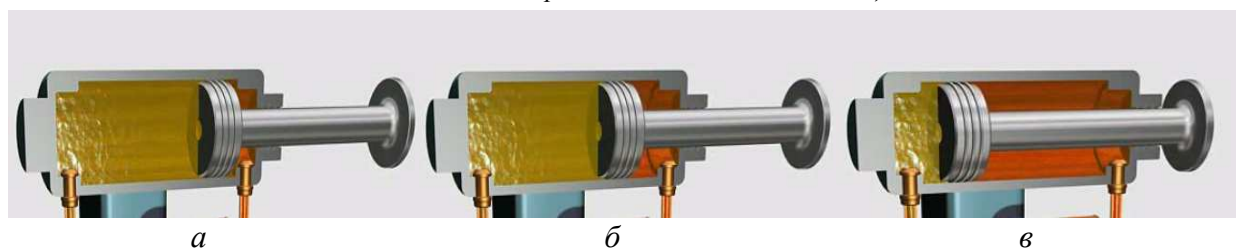
*а – початкове положення; б, в – проміжні положення; г – кінцеве положення*

На рис. 3-4 наведено проміжні положення поршня гідроциліндра при прямому та зворотному рухах.



*Рис. 3. 3D модель роботи гідроциліндра при прямому переміщенні:*

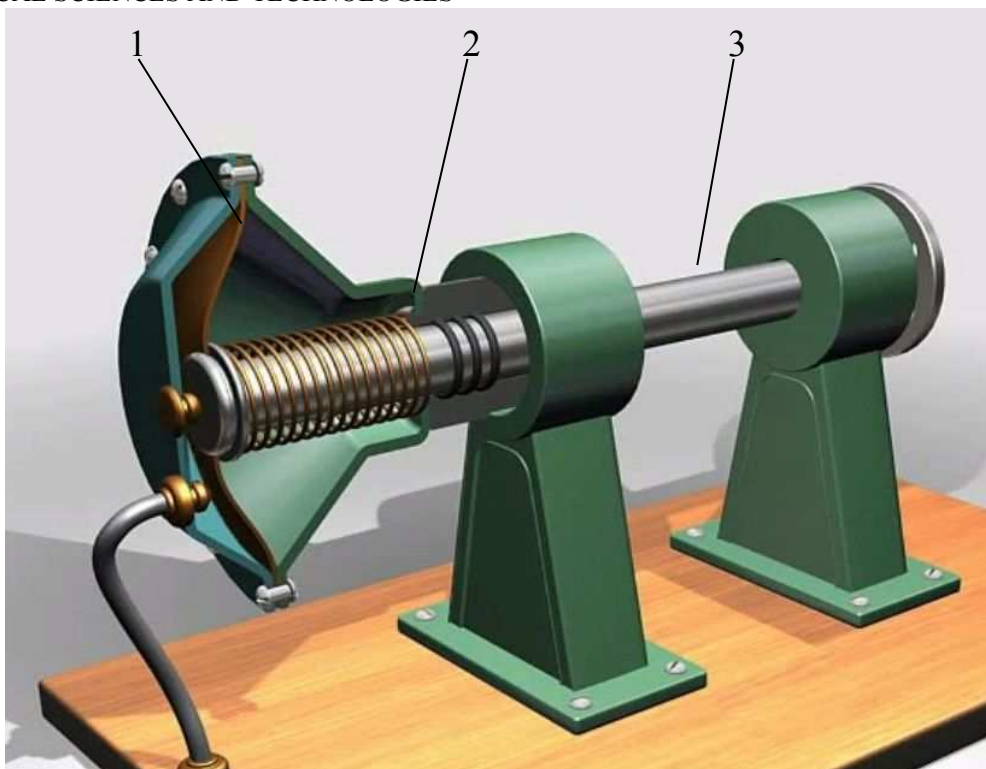
*а – початкове положення; б, – проміжне положення; в – кінцеве положення*



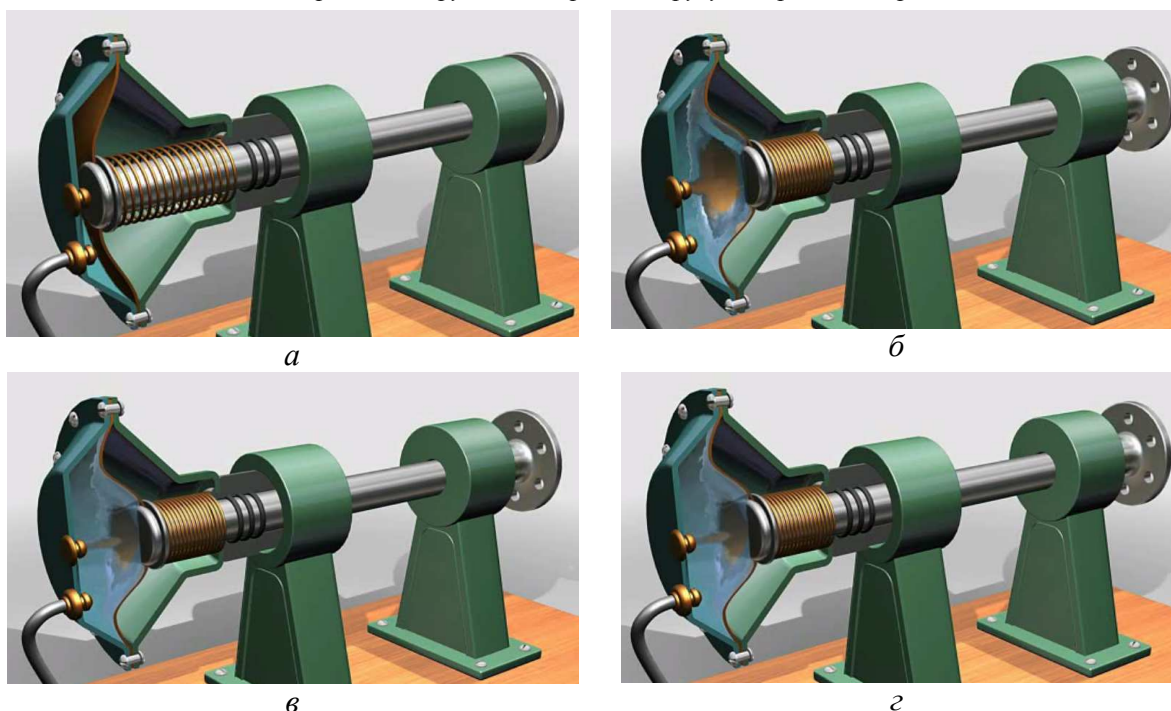
*Рис. 4. 3D модель роботи гідроциліндра при зворотному переміщенні:*

*а – початкове положення; б – проміжне положення; в – кінцеве положення*

**Пневмопривод.** У сучасних верстатах для надання робочим органам поступальних переміщень також широко застосовуються пневмоприводи. Для створення великих переміщень використовуються пневмоциліндри, а для коротких переміщень – пневмокамери. Пневмокамера (рис. 5) складається з таких складових частин: мембрани 1, пружини зворотного руху 2 та робочого поршня 3. На рис. 6 представлено роботу пневмокамери при подачі в неї стиснутого повітря.



*Рис. 5. 3D модель пневмокамери:  
1 – мембрана; 2 – пружина зворотного руху; 3 – робочий поршень*



*Рис. 6. 3D модель роботи пневмокамери при прямому переміщенні:  
а – початкове положення; б, в – проміжні положення; г – кінцеве положення*

На рис. 7 зображено повертання камери за допомогою пружини в початкове положення у разі відсутності подачі стиснутого повітря. Варіюючи вхідними показниками можна анімаційно вивчати роботу пневмокамери.

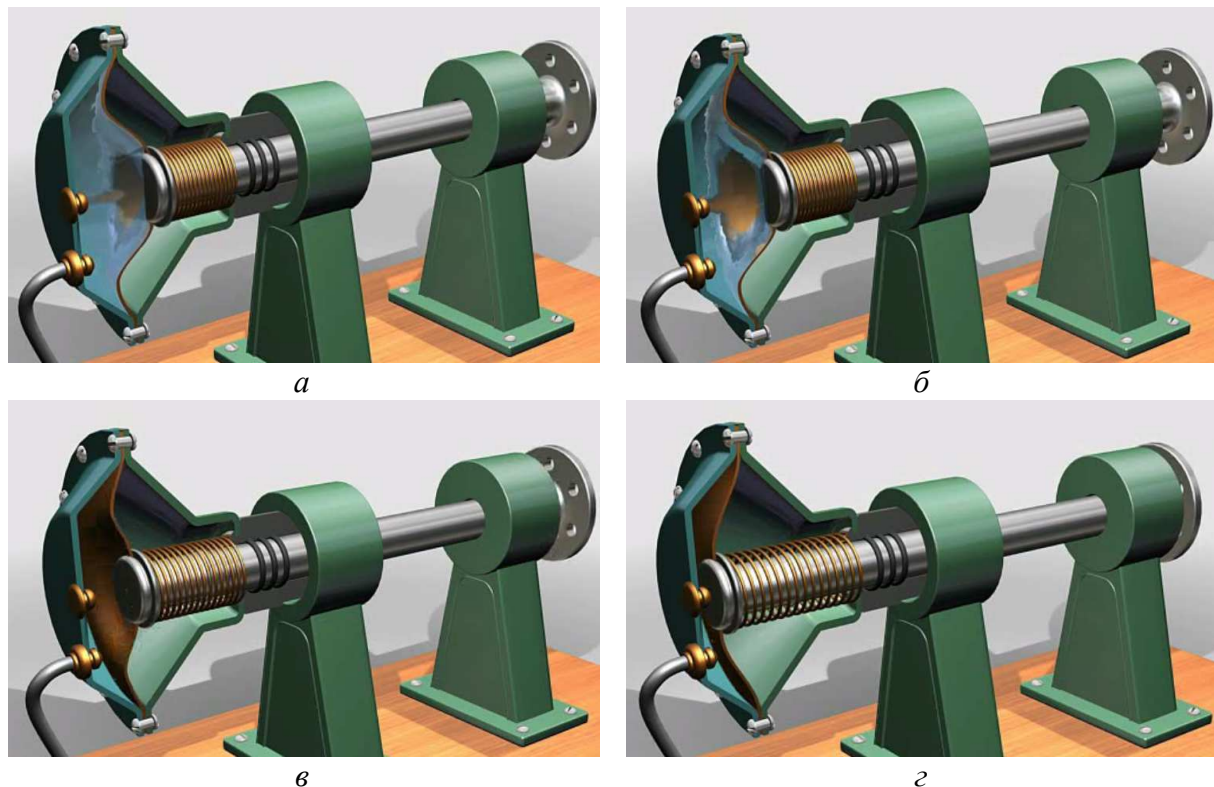


Рис. 7. 3D модель роботи пневмокамери при зворотному переміщенні:  
а – початкове положення; б, в – проміжні положення; г – кінцеве положення

**Висновки відповідно до статті.** Розроблений програмний продукт може ефективно використовуватись у процесі вивчення таких дисциплін: «Підйомно-транспортне обладнання і роботи», «Промислові роботи», «Обладнання та транспорт механоскладальних цехів», «Металообробне обладнання», «Спеціалізований рухомий склад автотранспортних і вантажно-розвантажувальних машин», «Проектування механічних цехів», «Проектування та оснащення гаражного господарства». На основі цих розробок можливо створювати аналогічні програмні анімаційні продукти й для інших дисциплін: «Гідравліка» – робота гідравлічних систем верстатів, автомобілів, «Теорія різання» – рух інструменту й утворення стружки та багато інших дисциплін.

#### Список використаних джерел

1. Бочков В. М. Обладнання автоматизованого виробництва: навчальний посібник / В. М. Бочков, Р. І. Сілін. – Львів : Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 2000. – 380 с.
2. Грабченко А. И. 3D моделирование алмазно-абразивных инструментов и процессов шлифования: учебное пособие / А. И. Грабченко, В. Л. Доброскок, В. А. Федорович. – Х. : НТУ «ХПИ», 2006. – 364 с.
3. Маров М. Н. Энциклопедия 3ds max 8 (+CD). – СПб. : Питер, 2010. – 1388 с.
4. Горелик А. Г. Основы моделирования и визуализации в 3ds max (в упражнениях). – СПб. : Питер, 2011. – 398 с.
5. Аббасов И. Б. Компьютерное моделирование в промышленном дизайне. – СПб. : Питер, 2013. – 92 с.
6. Артеменко Р. Ю. Анімаційне моделювання та визначення динамічних характеристик роботи коробки швидкостей верстату ИР-320 / Р.Ю. Артеменко // Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих учених «Новітні технології у науковій діяльності і навчальному процесі». – Чернігів : ЧНТУ, 2017. – С. 11–13.

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

7. Воскобойникова Ю. В. Особливості проектування приводів головного руху верстатів з використанням САД/САМ/САЕ / Ю. В. Воскобойникова, А. Г. Рудник // Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих учених «Новітні технології у науковій діяльності і навчальному процесі». – Чернігів : ЧНТУ, 2017. – С. 15–17.

8. Михальченко Д. О. Анімаційне моделювання храпових механізмів для створення обертального переривчастого руху / Д. О. Михальченко // Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих учених «Новітні технології у науковій діяльності і навчальному процесі». – Чернігів : ЧНТУ, 2017. – С. 22–23.

9. Пасов Г. В. Анімаційне моделювання механізмів для створення реверсивного, обертального руху / Г. В. Пасов, В. І. Венжега, А. В. Рудик // Технічні науки та технології: науковий журнал. – 2016. – № 1 (3). – С. 60–65.

10. Пасов Г. В. Анімаційне моделювання рейкових та черв'ячно-рейкових передач для створення прямолінійного поступального / Г. В. Пасов, О. С. Следнікова, А. В. Кологойда // Технічні науки та технології: науковий журнал. 2017. – № 4 (10). – С. 27–32.

### References

1. Bochkov, V. M. & Silin, R. I. (2000). *Obladnannia avtomatyzovanoho vyrobnytstva [Equipment for automated production]*. Lviv: Lvivska politehnika [in Ukrainian].

2. Grabchenko, A. I., Dobroskok, V. L. & Fedorovych, V. A. (2006). *3D-modelirovaniealmazno-abrazivnykh instrumentov i protsessov shlifovaniia [3D-modeling of diamond-abrasive tools and grinding processes]*. Kharkiv: NTU «KhPI» [in Russian].

3. Marov, M. N. (2010). *Entsiklopediia 3ds max 8 (+CD) [Encyclopedia 3ds max 8 (+ CD)]*. Saint Petersburg: «Pyter» [in Russian].

4. Gorelik, A. G. (2011). *Osnovy modelirovaniia i vizualizatsii v 3ds max (v uprazhneniakh) [Basics of modeling and visualization in 3ds max (in exercises)]*. Saint Petersburg: Piter [in Russian].

5. Abbasov, I. B. [2013]. *Kompiuternoe modelirovanie v promyshlennom dizaine [Computer modeling in industrial design]*. Saint Petersburg: Piter [in Russian].

6. Artemenko, R. Yu. (2017). Animatsiine modeliuвання ta vyznachennia dynamichnykh kharakterystyk roboty korobky shvydkosti verstatu IR-320 [Animation modeling and definition of dynamic characteristics of the box speed of the machine IR-320]. *Novitni tekhnologii u naukovii diialnosti i navchalnomu protsesi – The latest technologies in the scientific activity and educational process: Proceedings of All-Ukrainian scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists*. (pp. 11-13). Chernihiv: ChNTU [in Ukrainian].

7. Voskoboinykova, Yu. V. & Rudnyk, A. H. (2017). Osoblyvosti proektuvannia pryvodiv holovnoho rukhu verstativ z vykorystanniam CAD/CAM/CAE [Features of the design of drives of the main movement of machines using CAD/CAM/CAE]. *Novitni tekhnologii u naukovii diialnosti i navchalnomu protsesi – The latest technologies in the scientific activity and educational process: Proceedings of All-Ukrainian scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists*. (pp. 15–17). Chernihiv: ChNTU [in Ukrainian].

8. Mykhalchenko, D. O. Animatsiine modeliuвання khrapovykh mekhanizmiv dlia stvorennia obertalnoho pereryvchastoho rukhu [Animation modeling of ratchet mechanisms for creating rotational intermittent motion]. *Novitni tekhnologii u naukovii diialnosti i navchalnomu protsesi – The latest technologies in the scientific activity and educational process: Proceedings of All-Ukrainian scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists*. (pp. 22–23). Chernihiv: ChNTU [in Ukrainian].

9. Pasov, H. V., Venzheha, V. I. & Rudyk, A. V. (2016). Animatsiine modeliuвання mekhanizmiv dlia stvorennia reversyvnogo, obertalnoho rukhu [Animation simulation of reverse mechanism for creating rotary motion]. *Tekhnichni nauky ta tekhnologii – Technical sciences and Technology, 1 (3)*, 60–65 [in Ukrainian].

10. Pasov, H. V., Sliednikova, O. S. & Kolohoida, A. V. (2017). Animatsiine modeliuвання eieovykh ta cheriachno-reikovykh peredach dlia stvorennia priamoliniinoho postupalnoho rukhu [Animation modeling of river and wrench-recharge transmission for establishing a primary linear motion]. *Tekhnichni nauky ta tekhnologii – Technical sciences and Technology, 4 (10)*, 27–32 [in Ukrainian].

UDC 621.9.06

*Hennadii Pasov, Volodymyr Venzhega***ANIMATION MODELING OF HYDROCYLINDERS AND PNEUMIC CAMERA FOR ESTABLISHING A PRIMARY LINEAR MOTION**

**Urgency of the research.** Modern education should be bright, accurate, fast and cheap. Using animated simulation allows you to achieve this.

**Target setting.** Education is the foundation of any society. Nowadays, in the process of studying various academic disciplines, many sources of various information are used: textbooks, manuals, journals, the Internet. In modern conditions, the use of electronic computers in the educational process, especially personal computers (PCs) and highly intelligent software products opens up wide opportunities.

**Actual scientific researches and issues analysis.** Traditionally, when mastering any academic discipline, a student must study it in lectures, laboratory and practical classes. However, as a rule, illustrations of the appearance, structure and construction of various mechanisms in the form of two-dimensional static schemes of elements are used as a visual material. It is the use of computers and related software products that allows us to improve the learning process (and education in general), providing it with intensity and interactive content.

**Uninvestigated parts of general matters defining.** It is necessary to improve the training to offer animation models for creating a straight forward motion using hydraulic cylinders and pneumatic chambers.

**The research objective.** The purpose of this work is to offer animated modeling of rectilinear translational motion using hydraulic cylinders and pneumatic chambers.

**The statement of basic materials.** In Chernihiv National University of Technology (CHNUT) at the Department of Automobile Transport and Industrial Mechanical Engineering for studying such disciplines as "Lifting and transport equipment and robots", "Specialized rolling stock of motor vehicles and loading machines", "Equipment and transport of assembly shops", "Industrial robots", "Metalworking equipment" the following training products were developed: "Animation of the work of hydraulic cylinders to create a straight forward motion" and "Anima the operation of pneumatic chambers to create a straight forward movement". The animations were developed for the Industrial Robots laboratories with real robots: MP-11, M10P, M20P, RM-01 and Metalworking Equipment.

**Conclusions.** The proposed software products allow you to make learning more vivid, clear and cheap. The proposed software products have some limitations, and in particular, there is no possibility of interactive control of these mechanisms. It is advisable to fix this problem in future versions.

**Key words:** animation, modeling, hydraulic cylinder, pneumatic chamber, rectilinear, translational motion.

**Fig.:** 7. **References:** 10.

**Пасов Геннадій Володимирович** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

**Pasov Hennadii** – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobile Transport and Sectoral Machine Building, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** genapasov@gmail.com

**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-7248-9085>

**ResearcherID:** H-4455-2014

**Венжега Володимир Іванович** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

**Venzhega Volodymyr** – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobile Transport and Sectoral Machine Building, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** venzhegavi@ukr.net

**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-8857-349X>

**ResearcherID:** J-4761-2014