

**Геннадій Пасов<sup>1</sup>, Наталія Сіра<sup>2</sup>, Олена Следнікова<sup>3</sup>,  
Антоніна Кологойда<sup>4</sup>, Віра Мурашківська<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування  
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)

**E-mail:** [genapasov@gmail.com](mailto:genapasov@gmail.com). **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-7248-9085>. **Researcher ID:** N-4455-2014

<sup>2</sup>кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування

Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)

**E-mail:** [mnsraya@gmail.com](mailto:mnsraya@gmail.com). **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-6242-5210>. **Researcher ID:** K-2658-2017

<sup>3</sup>кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування

Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)

**E-mail:** [sliednikova@gmail.com](mailto:sliednikova@gmail.com). **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5444-1747>. **Researcher ID:** N-4430-2015

<sup>4</sup>кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування  
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)

**E-mail:** [kolohoida@gmail.com](mailto:kolohoida@gmail.com). **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-1742-2686>. **Researcher ID:** I-1118-2014

<sup>5</sup>старший викладач кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування

Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)

**E-mail:** [vmurashkovska@gmail.com](mailto:vmurashkovska@gmail.com). **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0556-8709>. **Researcher ID:** G-9757-2016

## **ВИВЧЕННЯ РІВНЯННЯ БЕРНУЛЛІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ (АНІМАЦІЙНИЙ СИМУЛЯТОР)**

*Для вивчення курсу гідравліки, а також інших дисциплін важливим є рівняння Бернуллі. При виконанні лабораторних робіт, при проектуванні гідравлічних систем використовують це рівняння. Його складові мають розмірність напору, тиску або питомої енергії. Програмний продукт призначений для імітаційного виконання лабораторних робіт з основних розділів гідромеханіки. Методики виконання лабораторних робіт в оболонці комп'ютерної програми передбачають знайомство з фізичним явищем і його теоретичне вивчення, ознайомлення з пристроєм і принципом дії експериментальних установок. Наочна візуалізація з інтерактивністю сприяє ефективному засвоєнню навчального матеріалу.*

*Ця стаття є науково-методичною.*

**Ключові слова:** навчальний процес; гідравліка; рівняння Бернуллі; моделювання; симулятор.

*Рис.: 11. Табл.: 1. Бібл.: 10.*

**Актуальність теми дослідження.** У сучасному суспільстві використання комп'ютерів знаходить дедалі нові можливості. Важко уявити, що інженерні розрахунки, керування сучасною технікою, виконання робіт з оптимізації, навчальний процес, наукові дослідження можливі без комп'ютерів. Вони допомагають людині досягти реальних результатів швидше, скоріше, а отже, більш ефективно.

Проте сама наявність комп'ютера, це пів справи. Потрібно мати ще й високоінтелектуальне програмне забезпечення, пакети прикладних програмних продуктів. Людина може використовувати комп'ютер як тренажер (наприклад, при отриманні прав на керування автомобілем або літаком). Крім того, комп'ютерні техніку разом із відповідним програмним забезпеченням обов'язково можливо використовувати в навчальному процесі. Наприклад, анімаційні стенди для вивчення різноманітних процесів – лабораторні роботи з гідравліки, теорії різання, програмування верстатів із числовим програмним керуванням та інше.

**Постановка проблеми.** Основа будь-якого суспільства – це освіта. При вивченні дисциплін використовуються такі джерела інформації: підручники, навчальні посібники, збірники статей, інтернет-ресурси. Нині актуальним є використання комп'ютерів у навчальному процесі з високоінтелектуальними програмними продуктами [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Здобувачі вищої освіти технічних спеціальностей при засвоєнні навчальних дисциплін вивчають їх на лекційних, лабораторних та практичних заняттях. На цих заняттях часто використовують двовимірні та тривимірні зображення: ілюстрації будови, зовнішнього вигляду та конструкції різноманітних механізмів [2-5]. Для кращого розуміння процесу роботи різноманітних механізмів використовують комп'ютери та відповідні програмні продукти, це надасть навчальному процесу інтенсивності та інтерактивного змісту [6-9].

**Виділення недосліджених частин загальної проблеми.** При вивченні навчальних дисциплін здобувачі вищої освіти різних напрямів навчання, зокрема «Галузеве машинобудування», «Автомобільний транспорт», «Технологія машинобудування», «Харчові технології» тощо вивчають закони гідромеханіки. Крім теорії, необхідно отримати і практичні навички, які здобувачі одержують на лабораторних заняттях.

При виконанні лабораторної роботи «Рівняння Бернуллі. Експериментальне вивчення гідравлічних опорів» здобувачам вищої освіти пропонується використовувати передові інформаційні технології, а саме анімаційний симулятор.

**Мета статті.** Метою цієї роботи є пропозиція використання в навчальному процесі симулятора для вивчення рівняння Бернуллі.

**Виклад основного матеріалу.** У Національному університеті «Чернігівська політехніка» на кафедрі «Автомобільний транспорт та галузеве машинобудування» при вивченні навчальних дисциплін здобувачам різних напрямів навчання, зокрема «Галузеве машинобудування», «Автомобільний транспорт», «Технологія машинобудування», «Харчові технології» запропоновано використовувати навчальний симулятор для вивчення рівняння Бернуллі, розроблений фірмою SunSpire Art group [10].

Програмний продукт призначений для імітаційного виконання лабораторних робіт з основних розділів гідромеханіки. Методики виконання лабораторних робіт в оболонці комп'ютерної програми передбачають знайомство з фізичним явищем і його теоретичне вивчення, ознайомлення з пристроєм і принципом дії експериментальних установок, формулювання цілей, завдань і порядку виконання робіт. Наочна об'ємна візуалізація в сукупності з максимальною інтерактивністю сприяє ефективному засвоєнню навчального матеріалу.

Симулятор є комп'ютерним віртуальним тренажером, який призначений для проведення лабораторної роботи «Рівняння Бернуллі. Експериментальне вивчення гідравлічних опорів». Для коректної роботи програми до комп'ютера, на якому буде запускатися програма, висуваються певні системні вимоги [10].

Мета роботи симулятора полягає у визначенні досвідченим шляхом складових рівняння Д. Бернуллі для двох перерізів скляної трубки, а також втрати повного напору між перетинами; обчислення середніх швидкостей потоку і відповідних їм швидкісних напорів для зазначених живих перетинів потоку рідини; побудові в масштабі за досвідченими даними п'єзометричної лінії та лінії повного напору.

Для початку роботи зі симулятором потрібно запустити файл "SimulatorBERNULI.exe".

Здобувачі вищої освіти бачать процес перетворення одного виду гідравлічної енергії в інший, при цьому увагу приділяють рівнянню Бернуллі загалом, а також його окремим складовим.

Основним законом гідравліки є рівняння Бернуллі, яке вивчається здобувачами вищої освіти. Його використовують при виконанні лабораторних робіт, практичних занять та курсових проєктів.

Рівняння гідродинаміки (руху ідеальної рідини) отримав та опублікував Даніель Бернуллі. Пізніше Леонард Ейлер отримав у сучасному вигляді диференціальне рівняння руху рідини.

Рівняння Бернуллі – це рівняння гідродинаміки, яке може бути записано для ідеальної або реальної рідини. Складові рівняння можуть мати різну розмірність: напору, тиску, питомої енергії. Рівняння, записане у формі напорів (висоти підйому рідини у скляних трубках):

$$Z + \frac{p}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} = \text{const}, \quad (1)$$

де  $Z$  – висота розташування перерізу, який розглядається;

$P$  – тиск;

$g$  – прискорення вільного падіння;  
 $\rho$  – густина рідини;  
 $v$  – швидкість рідини.

Рідина показує всі три складові повного напору в тому випадку, якщо кінець трубки спрямований на зустріч потоку рідини. П'езометром називають трубку, якщо її кінець розташований нормально до лінії протікання рідини. У п'езометрі створюється гідростатичний напір; він менший та враховує тільки дві перші складові. Для визначення питомої енергії необхідно всі складові рівняння Бернуллі помножити на одиницю сили 1Н.

Якщо розглядати рух ідеальної рідини, то всі частинки мають однакові суми тиску, питомих енергій одиниці ваги в елементарному струмку. Якщо розглядати реальну рідину, то при її переміщенні частина енергії витрачається на подолання сил тертя, що виникають між елементами потоку, що рухаються з різними швидкостями.

Розглянемо частинку реальної рідини, яка розташована на лінії руху в перерізі 1-1 (рис. 1), а також у перерізі 2-2.

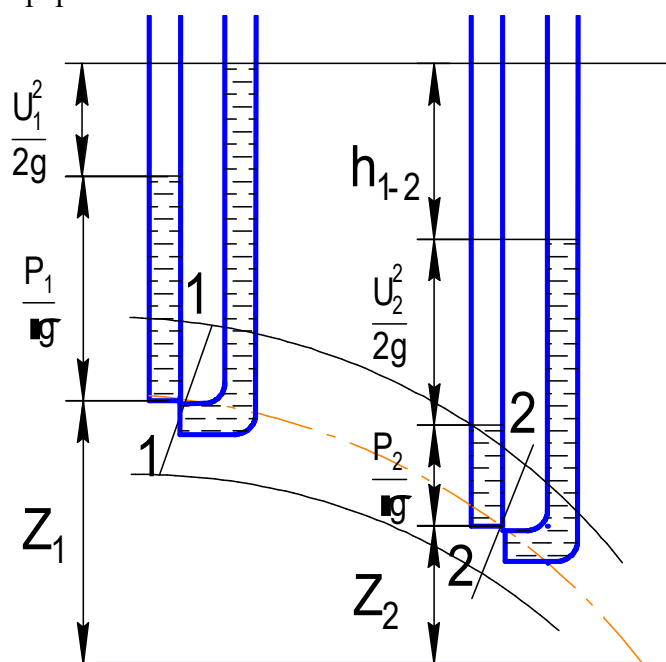


Рис. 1. Опис та схема установки для двох перерізів

Рівняння Бернуллі для двох перерізів 1-1, 2-2 має такий вид:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 \cdot v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 \cdot v_2^2}{2g} + h_{1-2}, \quad (2)$$

де  $h_{1-2}$  – питома енергія одиниці ваги рідини, яка витрачена на подолання сил тертя між перерізами 1-1 та 2-2.

Величина енергії, витраченої на подолання сил тертя рідини ( $h_{1-2}$ ) може бути визначена експериментально або розрахована.

Рівняння для трьох перерізів:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + h_{1-2} = Z_3 + \frac{P_3}{\rho g} + \frac{v_3^2}{2g} + h_{1-3}, \quad (3)$$

де  $h_{1-3} = h_{1-2} + h_{2-3}$ .

Втрати напору рідини при її протіканні бувають по довжині і на місцевих опорах, рівняння Бернуллі дозволяє враховувати ці втрати.

На рис. 2 зображено експериментальну установку, яка складається з трьох баків, які з'єднані між собою трубою 5, яка нахилена на кут  $30^\circ$ , вона складається з трьох циліндричних ділянок та ділянок, що звужуються, а також з'єднані трубопроводами. Площі перерізів першої і третьої циліндричної ділянок 5 труби однакові, друга циліндрична ділянка має меншу площу перерізу.

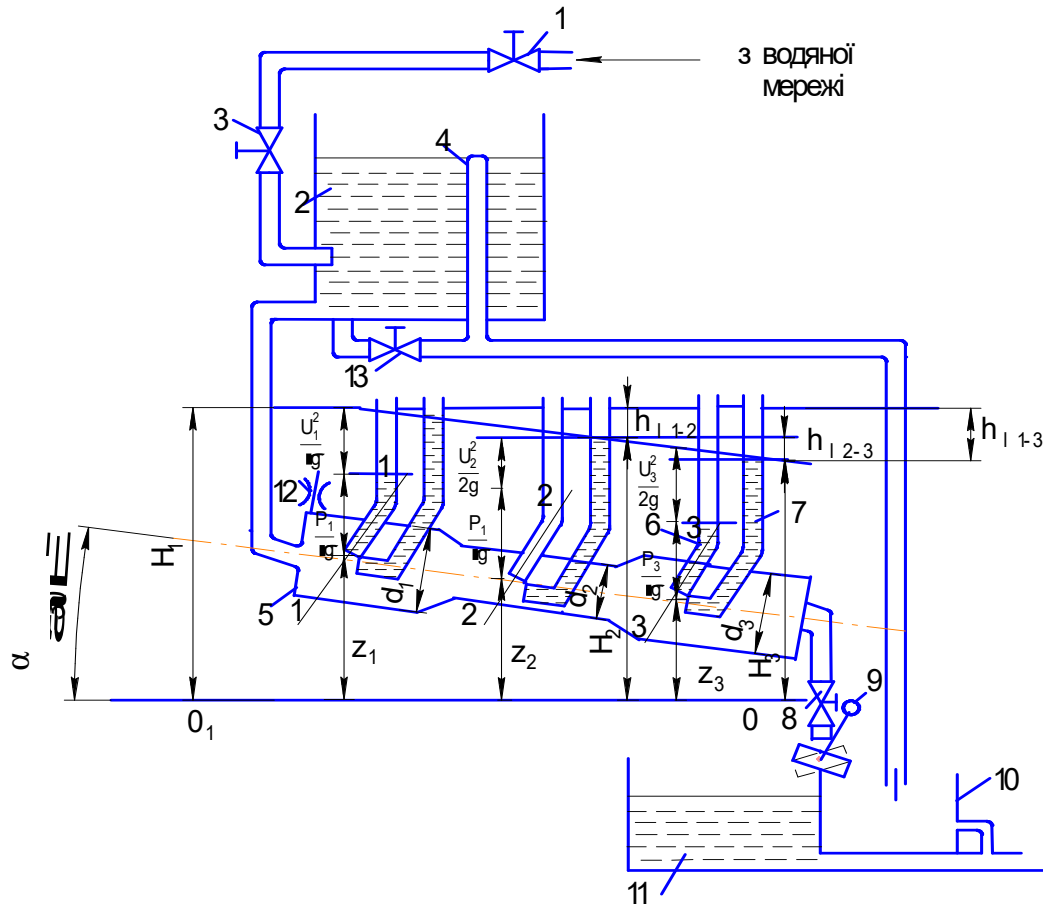


Рис. 2. Схема стенда

До кожної циліндричної ділянки труби 5 приєднані звичайна трубка 6 та трубка Піто 7. Усі трубки з'єднані зі скляними трубами синтетичними шлангами, скляні трубки закріплені на п'єзометричній дошці, яка має шкалу поділок, за допомогою яких визначають величину підняття рідини в трубках (п'єзометрах) від умовно прийнятої площини відліку (0-0).

У трубі 5 знаходиться вентиль 8, який призначений для регулювання витрат рідини. Для того щоб рідина текла, вентиль 8 відкривають, тоді рідина (вода) залежно від положення ручки перемикачання поступає в бак 10 або 11.

Рівняння нерозривності потоку рідини використовують для визначення швидкості рідини в перерізах, а також для її контролю.

Лабораторна робота виконується в такій послідовності:

1. Встановити постійний рівень рідини. Для цього необхідно видалити повітря з синтетичних шлангів за допомогою краників, які знаходяться на кожному зі шлангів. Після того як наповниться бак 2, необхідно перекрити вентиль 1.

2. Відкрити вентилі 1, 8 так, щоб витрат були мінімальні при русі води з баку 2 через трубу 5.

3. Стабілізувати рівні рідини в трубах повного напору та п'єзометричних трубах, записати отримані при експерименті значення рівня рідини (висоти) на п'єзометричній шкалі в таблицю протоколу лабораторної роботи для кожного перерізу трубки.

Таблиця

Дані, що отримані при виконанні лабораторної роботи

№ перерізу	Геометричний напір $Z$ , мм	П'єзометричний напір $P/\rho g$ , мм	Швидкісний напір $v^2/2g$ , мм	Статичний напір $Z + P/\rho g$ , мм	Витрати по довжині $h_m$ , мм	Середня швидкість $v$ , мм/хв.
1						
2						
3						

4. Повторити п. 3 декілька разів та записати отримані значення в таблицю.

5. Розрахувати за формулою (4) величину повного напору для кожного з трьох перерізів труби ( $H_1, H_2, H_3$ ), та записати значення в таблицю.

$$H = Z + \frac{P}{\rho g} \quad (4)$$

6. Розрахувати за формулою (5) середню швидкість ( $v_1, v_2, v_3$ ) руху потоку рідини в кожному перерізі труби.

$$v = \frac{Q}{S} \quad (5)$$

де  $Q$  – витрати рідини (об'єм, який витікає за час);

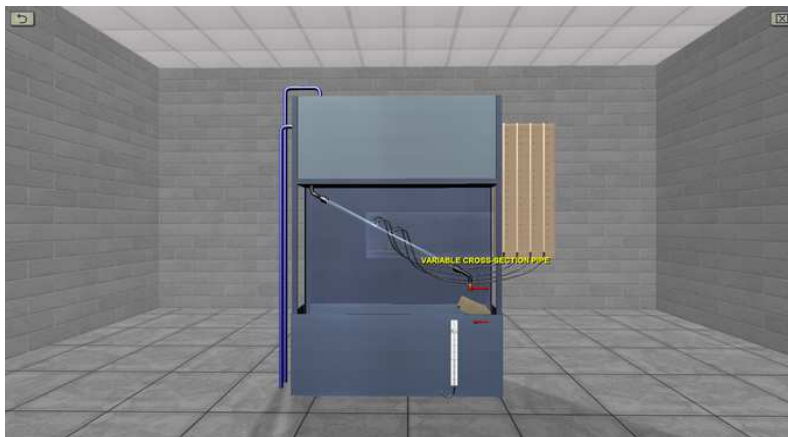
$S$  – площа перерізу, яка визначається за формулою  $S = \frac{\pi D^2}{4}$ .

7. Визначити втрати енергії на ділянці, що знаходиться між точками 1-2 ( $h_{1-2}$ ) та на ділянці, що знаходиться між точками 2-3 ( $h_{2-3}$ ). Розрахунки занести в таблицю.

8. Зробити розрахунок повної втрати енергії на ділянці, що знаходиться між точками 1-3.

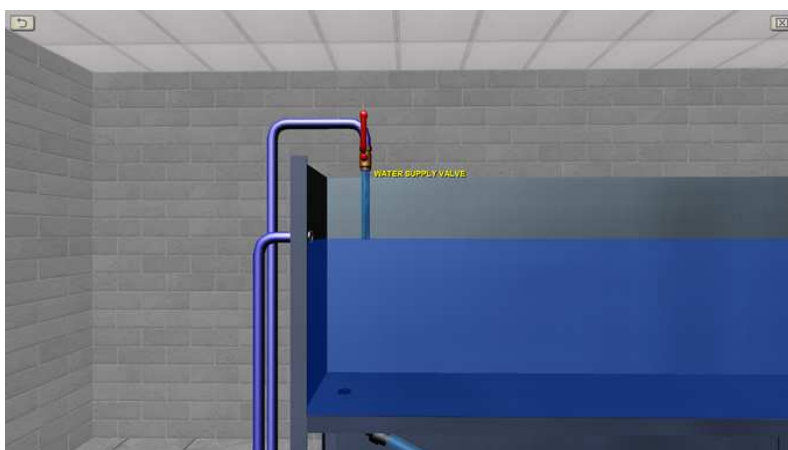
Усі вищенаведені дії виконуються на реальному лабораторному стенді. Проте, можливо, здобувач хоче ще раз провести цю лабораторну роботу, щоб вдосконалити свої знання, або бувають випадки, коли здобувач вищої освіти пропустив виконання цієї лабораторної роботи з поважних причин. Наприклад, хворів. Або навчання здійснюється дистанційно і здобувачі не мають можливість бути присутніми безпосередньо в реальній лабораторії. Саме в цих випадках і приходять на допомогу інформаційні технології. Наприклад, виконання цієї лабораторної роботи безпосередньо на комп'ютері з використанням анімаційного симулятора цієї лабораторної роботи.

На рис. 3 наведено загальний вигляд симулятора стенда для вивчення рівняння Бернуллі на початку роботи.



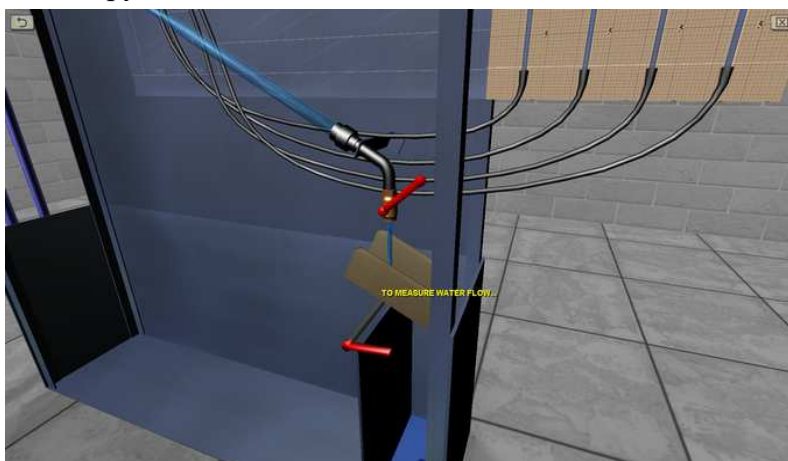
*Рис. 3. Загальний вигляд симулятора стенда (на початку роботи)*

На рис. 4 представлено, як верхній бак наповнюється рідиною за допомогою вентилі.



*Рис. 4. Схема наповнення верхнього бака за допомогою вентилі*

На рис. 5 представлено, як рідина може потрапляти зливні баки (правий або лівий) за допомогою вентилі керування.



*Рис. 5. Схема зливу рідини у зливні баки*

На рис. 6 представлено як рідина відводиться за допомогою пари трубок з перерізів головної труби та потрапляє за допомогою гнучких шлангів до системи виміру (рис. 7).

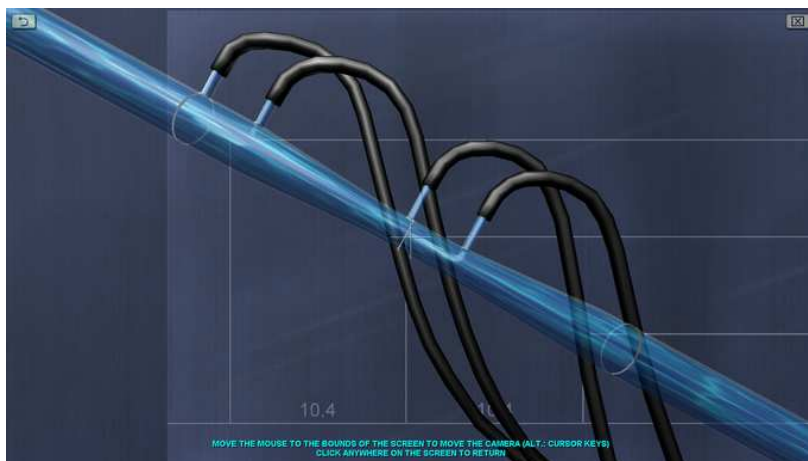


Рис. 6. Схема відводу рідини з різних частин перерізі головної труби

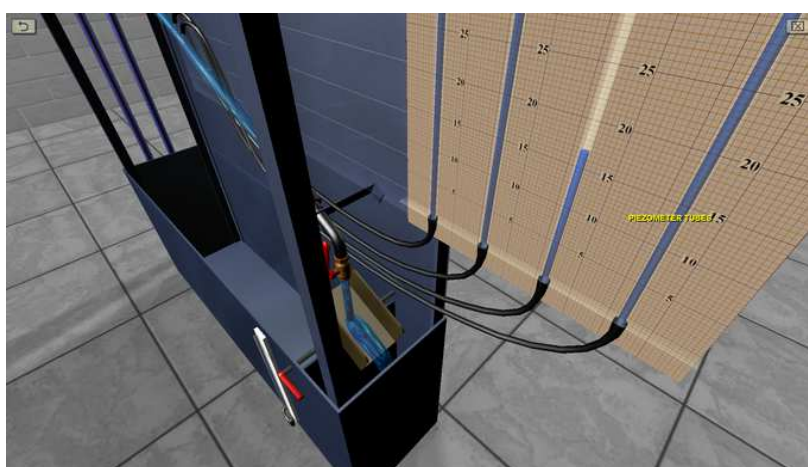


Рис. 7. Схема підводу рідини до вимірювальної системи за допомогою гнучких шлангів

На рис. 8 представлена система вимірювальної шкали.

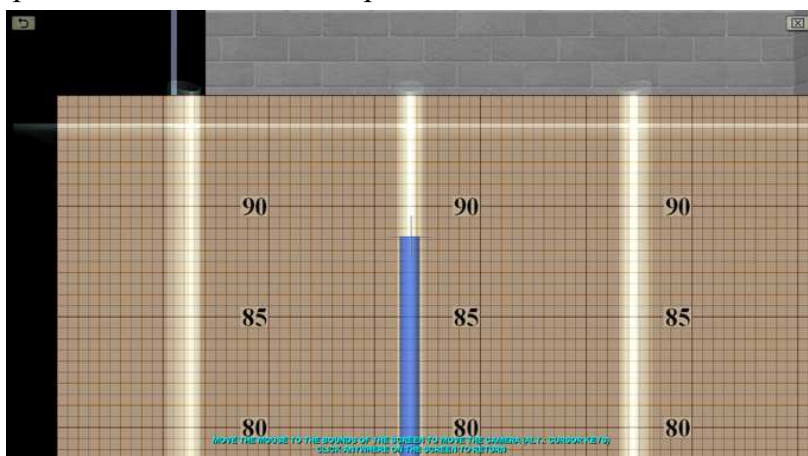
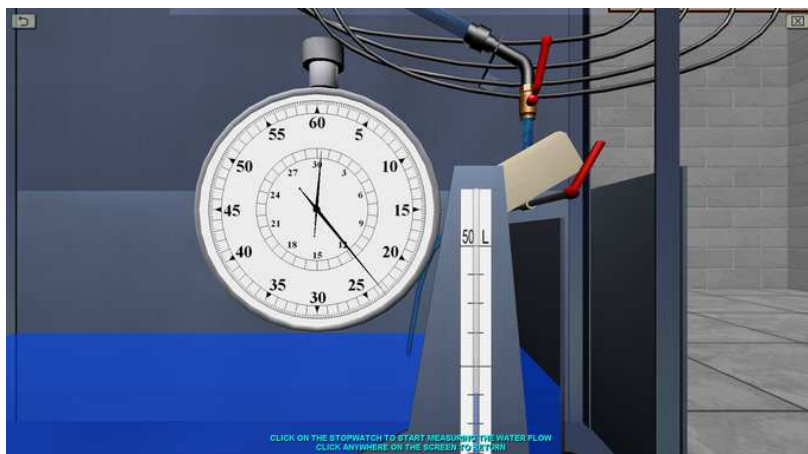


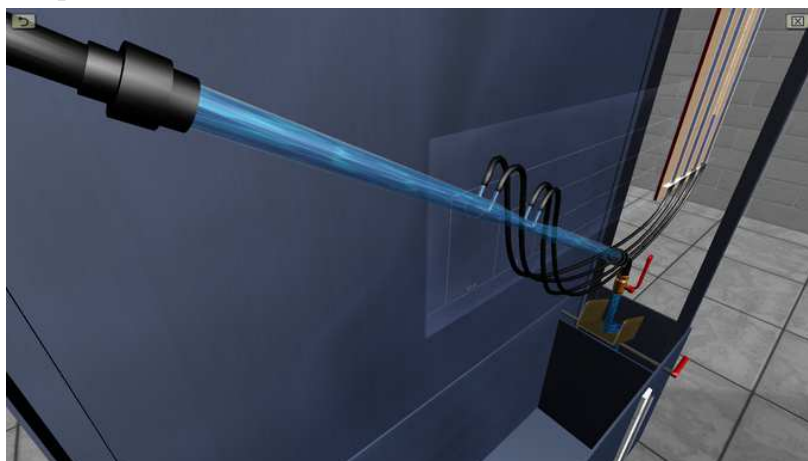
Рис. 8. Схема вимірювальної шкали

На рис. 9 представлена система, яка дозволяє вимірювати об'єм рідини за заданий час.



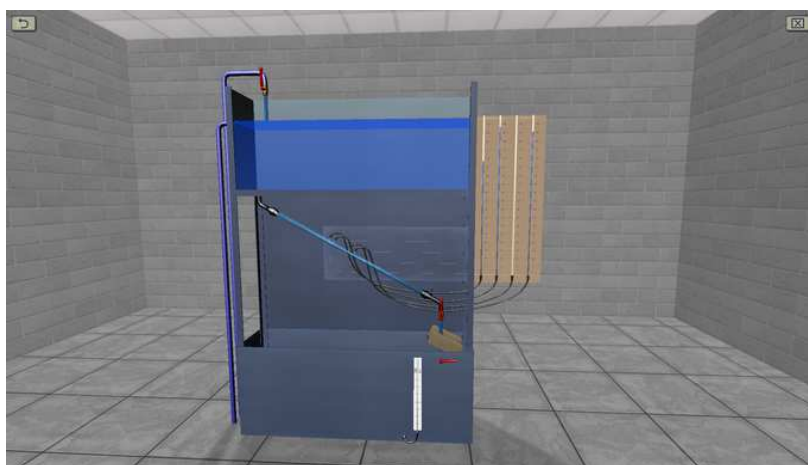
*Рис. 9. Схема системи для вимірювання об'єму рідини за заданий час*

На рис. 10 представлено момент здійснення вивчення рівняння Бернуллі на симуляторі лабораторної роботи.



*Рис. 10. Схема виконання лабораторної роботи (проміжний момент)*

На рис. 11 представлено момент закінчення виконання лабораторної роботи для подальшого опрацювання.



*Рис. 11. Загальний вигляд симулятора стенду (в кінці роботи)*



**Висновки.** Запропонований навчальний симулятор лабораторної роботи з вивчення рівняння Бернуллі дозволить краще зрозуміти процес, а також є більш наочним. Проте в цій програмі не можна уповільнити процес анімації експерименту. Було б добре, якщо цю функцію додали в її наступній версії.

### 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. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. – 364 с.
3. Маров М. Н. Энциклопедия 3ds max 8 (+CD) / М. Н. Маров. – СПб: Питер, 2010. – 1388 с.
4. Горелик А. Г. Основы моделирования и визуализации в 3ds max (в упражнениях) / А. Г. Горелик. – СПб: Питер, 2011. – 398 с.
5. Сахно Ю. О. Гідравліка і гідропневоавтоматика: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Ю. О. Сахно. – Чернігів: ЧДТУ, 2004. – 148 с.
6. Аббасов И. Б. Компьютерное моделирование в промышленном дизайне / И. Б. Аббасов. – СПб: Питер, 2013. – 92 с.
7. Михальченко Д. О. Анімаційне моделювання храпових механізмів для створення обертового переривчастого руху / Д. О. Михальченко // Новітні технології у науковій діяльності і навчальному процесі: Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих учених. – Чернігів: ЧНТУ, 2017. – С. 22-23.
8. Пасов Г. В. Анімаційне моделювання механізмів для створення реверсивного, обертового руху / Г. В. Пасов, В. І. Венжега, А. В. Рудик // Технічні науки та технології. – 2016. – № 1(3). – С. 60–65.
9. Пасов Г. В. Анімаційне моделювання гідроциліндрів та пневмокамер для створення прямолінійного поступального руху / Г. В. Пасов, В. І. Венжега // Технічні науки та технології. – 2018. – № 4(14). – С. 34–40.
10. Програмні продукти [Електронний ресурс] // Офіційний сайт SunSpire Art group. – Режим доступу: <http://www.sunspire.ru/products/cnc-simulator/>.

### References

1. Bochkov, V. M., & Silin, R. I. (2000). *Obladnannia avtomatyzovanoho vyrobnyctva [Equipment for automated production]*. Lviv Polytechnic.
2. Hrabchenko, A. Y., Dobroskok, V. L., Fedorovich, V. A. (2006). *3D modelirovaniealmazno-abrazivnykh instrumentov i protsessov shlifovaniia [3D modeling of diamond-abrasive tools and grinding processes]*. NTU «KhPI».
3. Marov, M. N. (2010). *Entsiklopediia 3ds max 8 (+CD) [Encyclopedia 3ds max 8 (+ CD)]*. Piter.
4. Horelyk, A. H. (2011). *Osnovy modelirovaniia i vizualizatsii v 3ds max (v uprazhneniiakh) [Basics of modeling and rendering in 3ds max (in exercises)]*. Piter.
5. Sakhno Yu. O. (2004). *Hidravluka i hidropnevmoavtomatyka [Hydraulics and hydropneumatic automation]*. Chernihiv State Technological University.
6. Abbasov, I. B. (2013). *Kompiuternoe modelirovanie v promyshlennom dizaine [Computer modeling in industrial design]*. Piter.
7. Mykhalchenko, D. O. (2017). *Animatsiine modeliuвання khrapovykh mekhanizmiv dlia stvorennia obertalnoho pereryvchastoho rukhu [Animation modeling of ratchet mechanisms to create a rotating intermittent motion]*. Proceeding from *Novitni tekhnologii u naukovii diialnosti i navchalnomu protsesi: Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia studentiv, aspirantiv ta molodykh uchenykh – Latest technologies in scientific activity and educational process: All-Ukrainian scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists* (pp. 22-23). Chernihivskiyi natsionalnyi tekhnolohichnyi universytet.
8. 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 technologies*, (1(3)), 60-65.

9. Pasov, H. V., Venzheha V. I. (2018). Animatsiine modeliuvannia hidrotsylindriv ta pnevmokamer dlia stvorennia priamoliniinoho postupalnoho rukhu [Animated modeling of hydraulic cylinders and pneumatic chambers to create a rectilinear translational motion]. *Tekhnichni nauky ta tekhnologii – Technical sciences and technologies*, (4(14)), 34–40.

10. Prohramni produkty [Software]. Ofitsiyni sait SunSpire Art group [Site of SunSpire Art group]. (n.d.). [www.sunspire.ru](http://www.sunspire.ru). <http://www.sunspire.ru/products/cnc-simulator/>.

Отримано 25.07.2021

UDC 621.22:004.94

**Hennadii Pasov<sup>1</sup>, Natalia Sira<sup>2</sup>, Olena Sliednikova<sup>3</sup>,  
Antonina Kolohoida<sup>4</sup>, Vira Murashkovska<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobile Transport and Sectoral Machine Building

Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

**E-mail:** [genapasov@gmail.com](mailto:genapasov@gmail.com). **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-7248-9085>. **Researcher ID:** H-4455-2014

<sup>2</sup>PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automobile Transport and Sectoral Machine Building  
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

**E-mail:** [nnserraya@gmail.com](mailto:nnserraya@gmail.com). **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-6242-5210>. **Researcher ID:** K-2658-2017

<sup>3</sup>PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automobile Transport and Sectoral Machine Building  
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

**E-mail:** [sliednikova@gmail.com](mailto:sliednikova@gmail.com). **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5444-1747>. **Researcher ID:** N-4430-2015

<sup>4</sup>PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobile Transport and Sectoral Machine Building  
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

**E-mail:** [kolohoida@gmail.com](mailto:kolohoida@gmail.com). **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-1742-2686>. **Researcher ID:** I-1118-2014

<sup>5</sup>Senior Lecturer at the Department of the Department of Automobile Transport and Sectoral Machine Building  
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

**E-mail:** [vmurashkovska@gmail.com](mailto:vmurashkovska@gmail.com). **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0556-8709>. **Researcher ID:** G-9757-2016

## STUDY OF THE BERNOULLI EQUATION USING INFORMATION TECHNOLOGIES (ANIMATION SIMULATOR)

*Computer equipment together with the corresponding software must be used in the educational process.*

*Currently, in the process of studying various disciplines, many sources of various information are used: textbooks, the Internet. In modern conditions, the use of computers in the educational process with highly intelligent software products opened wide opportunities.*

*The student must study it in lectures, laboratory and practical classes. It is the use of computers and related software products that allows us to improve the educational process, providing it with intensity and interactive content.*

*When studying academic disciplines, applicants for the laws of hydromechanics. When performing the laboratory work applicants for higher education are invited to use an animation simulator.*

*The purpose of work is to suggest the use of a simulator in the educational process for studying the Bernoulli equation.*

*Bernoulli's equation is basic, necessary not only for studying the course of hydraulics. It is used in design of hydraulic and pneumatic systems. It can be written for the case of real fluid flow. Its components can have the dimension of head.*

*The software product is designed to simulate laboratory work on the main sections of hydromechanics. Techniques for performing laboratory work in the shell of a computer program provide for an acquaintance with a physical phenomenon and the principle of operation of experimental installations and the procedure for performing work. Visual volumetric visualization combined with interactivity contributes to the effective assimilation of educational material.*

*The simulator of laboratory work on the study of the Bernoulli equation allows you to make the learning process brighter, more visual.*

*This article is of scientific and methodological character.*

**Keywords:** educational process; hydraulics; Bernoulli equation; modeling; simulator.

**Fig:** 11. **References:** 9.