

КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСТОСУНКИ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ВНУТРІШНІХ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ І ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Олександр Кушка¹, Наталія Степова²

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури
31, Повітрофлотський пр., м. Київ, Україна, 03037

² Інститут гідромеханіки, Національна академія наук України
8/4, вулиця Марії Капніст, м. Київ, Україна, 03680

¹ канд. техн. наук, kushka.om@knuba.edu.ua, orcid.org/0000-0003-0568-9006

² канд. техн. наук, stepovanataly@yahoo.com, orcid.org/0000-0001-6135-9875

DOI: 10.32347/2524-0021.2022.38.43-49

Анотація. Сучасні освітні процеси потребують широкого застосування різноманітних інноваційних методів, метою яких є підвищення зацікавленості студентів в засвоєнні навчальних дисциплін, а також інтеграція вітчизняних освітніх процесів у загальноєвропейський навчальний простір. Одними з ключових сучасних інноваційних технологій є, беззаперечно, цифрові технології, які дозволяють покращити навчальний процес на якісному рівні – від одноманітних розрахунків «вручну», які студент має відтворювати багато разів поспіль, до концептуального розуміння основної послідовності дій, які потрібно виконати при проведенні того чи іншого розрахунку. З цією метою для курсу з внутрішніх мереж водопостачання і водовідведення було складено сім окремих комп'ютерних програм, призначених для визначення максимальних секундних витрат води в залежності від кількості приладів; визначення втрат напору, умовного діаметру та швидкості руху води на ділянках холодного водопроводу; визначення калібру та втрати напору крильчастих лічильників; розрахунку потужності помпи; визначення втрат напору, умовного діаметру та швидкості руху води на ділянках гарячого водопроводу; визначення загальної годинної витрати води у будинку; визначення коефіцієнта K_s і розрахункової витрати води в каналізаційному випуску з будинку та на окремих ділянках дворової мережі водовідведення. Відповідні комп'ютерні застосунки були апробовані у п'яти групах архітектурного факультету КНУБА в осінньому семестрі 2021/2022 навчального року при вивченні студентами дисципліни «Інженерне забезпечення будівель і споруд». Загальна кількість студентів, що вивчали даний курс, становила 96 осіб. З них 90 осіб (93,8%) виконали РГР вчасно. При цьому середній бал за РГР склав 94,5. Отримані результати свідчать про те, що застосування комп'ютерних програм в навчальному процесі підвищує зацікавленість студентів в засвоєнні курсу та мотивує їх на поліпшення успішності в навчанні.

Ключові слова: інноваційні методи, комп'ютерні програми, комп'ютерні застосунки, водопостачання та водовідведення будівель

ВСТУП

У законі України «Про вищу освіту» [1] декларується співпраця вищої освіти з наукою, виробництвом, державними органами і бізнесом «з метою підготовки конкурентоспроможного людського капіталу для високотехнологічного та інноваційного розвитку країни». Втілення цієї

мети неможливе без широкого застосування новітніх цифрових технологій в освітні процеси.

Згідно з загальнонаціональною програмою «Освіта. Україна XXI сторіччя» реформування підготовки майбутніх фахівців в Україні має йти шляхом забезпе-

чення відповідності змісту освітніх програм із «рівнем розвитку духовної і матеріальної культури, науки, техніки». У першу чергу, цьому сприяє застосування в освітньому процесі різноманітних інноваційних методів, які дозволяють випускнику ВНЗ легко влитися до європейського освітнього або наукового простору [2].

Т. Філіна [3] у своїй публікації підкреслює важливість застосування різноманітних сучасних методів підвищення зацікавленості студента в засвоєнні запропонованої викладачем інформації. Аналогічну думку можна побачити й в роботі [4], де зазначається, що використання в навчальному процесі новітніх технологій сприяє суттєвій інтенсифікації освітнього процесу завдяки тому, що студенти отримують додаткову мотивацію до зростання обсягів пізнавальної діяльності.

Серед сучасних освітніх трендів використання інноваційних технологій при здобутті вищої освіти посідає чільну роль в різних країнах [5, 6]. Ці новітні технології, серед яких найбільш важливу роль відіграють, в першу чергу, саме комп'ютерно-інформаційні технології, знаходять своє застосування в абсолютно різних сферах: від інженерії [5] до медицині [7] і навіть підготовки професійних музикантів [8].

Щодо використання цифрових технологій у навчальному процесі при написанні студентом розрахункової або розрахунково-графічної роботи, то тут існує кілька можливостей. По-перше, це використання різноманітних веб-інтерфейсів, коли йдеться про вжиток студентом загальнодоступних ресурсів, як то застосування комп'ютерної алгебри МАХІМА [9] або ж використання власних веб-форм для онлайн-розрахунків [10]. По-друге, це використання спеціально розроблених для виконання конкретної розрахункової роботи комп'ютерних застосунків, які студент може скачати собі на комп'ютер й використовувати оф-лайн, запускаючи відповідні файли з розширенням ехе.

МЕТА І МЕТОДИ

При виконанні РГР з розрахунку внутрішніх систем водопостачання і водовідведення житлового будинку студент має зрозуміти послідовність дій при розрахунку, а також що і навіщо він робить, який кінцевий результат має отримати. При цьому, окрім певної кількості концептуальних кроків, для отримання кінцевого результату студент має виконати й досить велику кількість однотипних суто механістичних дій та підрахунків, які він часто вважає нецікавими й не вартими тих витрат часу, які потрібні для якісного їх виконання. Як наслідок, багато студентів виконують РГР невчасно й отримують низькі бали – часто через елементарні помилки в розрахунках.

Тому метою роботи було підвищити зацікавленість студентів під час виконання ними РГР по темі «Розрахунок внутрішніх систем житлового будинку» – особливо тих, для кого водопостачання й водовідведення не є предметами обраного фаху. Для досягнення цієї мети були написані сім комп'ютерних програм, які у вигляді окремих застосунків (семи ехе-файлів) були передані студентам перед виконанням ними РГР. Програми були складені з врахуванням положень ДБН В.2.5-64:2012 [11]. Розрахунок питомих витрат напору провадився за формулами, наведеними у довіднику [12].

Складені застосунки мають яскравий дизайн і охоплюють наступні елементи РГР:

- 1) визначення максимальних секундних витрат води в залежності від кількості приладів;
- 2) визначення витрат напору, умовного діаметру та швидкості руху води на ділянках холодного водопроводу;
- 3) визначення калібру та втрати напору крильчастих лічильників;
- 4) розрахунок потужності помпи;
- 5) визначення витрат напору, умовного діаметру та швидкості руху

- води на ділянках гарячого водопроводу;
- б) визначення загальної годинної витрати води у будинку;
 - в) визначення коефіцієнта K_s і розрахункової витрати води в каналізаційному випуску з будинку.

Так, наприклад, при проведенні розрахунку системи холодного водопостачання будинку студент має для кожної з N розрахункових ділянок у відповідності до середньодобової витрати води одним споживачем (вихідні дані) та самостійно підрахованої для конкретної ділянки кількості приладів визначити максимальну секундну витрату води (за допомогою застосунку, інтерфейс якого наведений на рис.1.

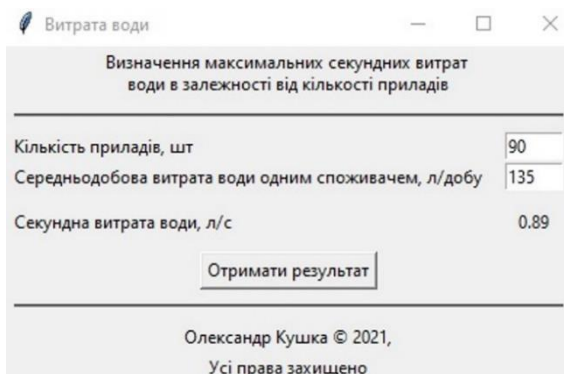


Рис. 1. Застосунок для визначення максимальних секундних витрат води
Fig. 1. Application to the maximum second flow rate estimation

Далі він підставляє дані, отримані за допомогою першої програми, разом із довжиною ділянки та матеріалом труб (вихідні дані РГР) до другого застосунку (рис.2). Після цього він отримує умовний діаметр труб, швидкість руху води в трубі, питомі втрати напору на 1 м довжини ділянки, загальні втрати напору на ділянці (рис.2).



Рис. 2. Застосунок для розрахунку параметрів холодного водопроводу
Fig. 2. Application to the calculation of cold water supply parameters

Після того як описана послідовність дій виконується для кожної ділянки, студент самостійно визначає загальні втрати напору по стояку. На рис.3 наведений фрагмент таблиці для розрахунку шести ділянок холодного водопроводу з РГР студентки групи АРХ-44а Звірич Г.Р.

Розрахунок мережі холодного водопроводу (розрахунковий напрямок)				
Номер ділянки	Довжина ділянки, м	Кількість приладів, шт	Максимальна витрата води, л/с	Втрати напору на ділянці, м; швидкість руху води, м/с
1-2	3,4	4	0,89	0,53 м; 0,81 м/с
6-7	3	64	0,77	0,23 м; 0,8 м/с
Загальні втрати напору на напрямку з урахуванням місцевих втрат напору $0,53+0,73+0,25+0,53+0,64+0,22= 2,9$ м				

Рис. 3. Приклад розрахунку холодного водопроводу зі студентської РГР
Fig. 3. Example of a cold water pipe calculation (student work)

Після розрахунку холодного водопроводу студент визначає калібр крильчастого лічильника та втрати напору в ньому в залежності від витрати води. Інтерфейс відповідного застосунку з прикладом отриманих даних для витрати 1,32 л/с наведений на рис.4.

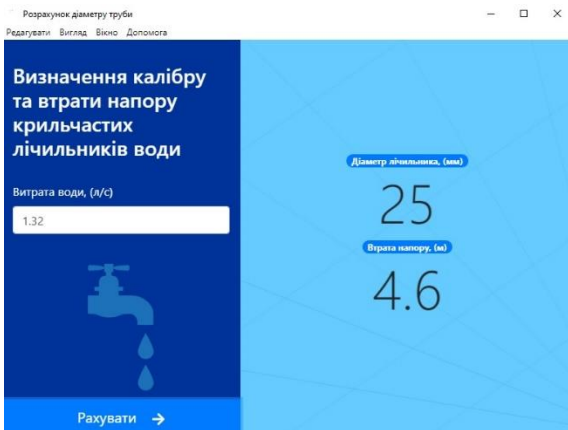


Рис. 4. Інтерфейс програми для розрахунку параметрів лічильника

Fig. 4. Interface of the programme for water meter calculation

Наступним кроком РГР є підрахунок потужності помпи. Загальний інтерфейс застосунку до введення вихідних даних наведений на рис.5.

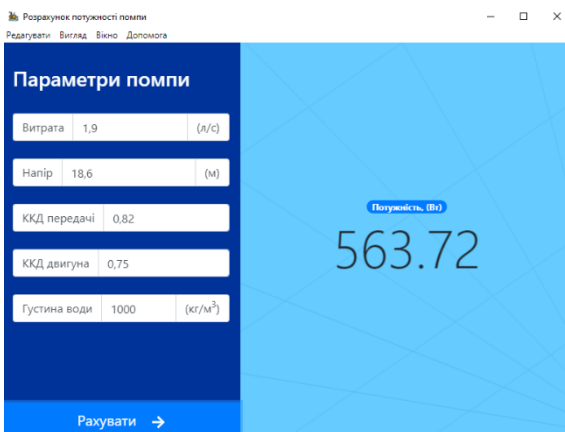


Рис. 5. Застосунок для розрахунку потужності помпи

Fig. 5. Application to the pump power calculation

Далі студент переходить до розрахунку подавальної частини системи гарячого водопостачання. Концептуально він виконує кроки, подібні до тих, що він виконував при розрахунку холодного водопостачання. При цьому, якщо параметри водопроводу гарячої води знаходяться за допомогою застосунку, наведеного на рис. 6, то крильчастий лічильник і потужність помпи розраховуються за допомо-

гою тих самих застосунків, що використовувались для холодного водопостачання.

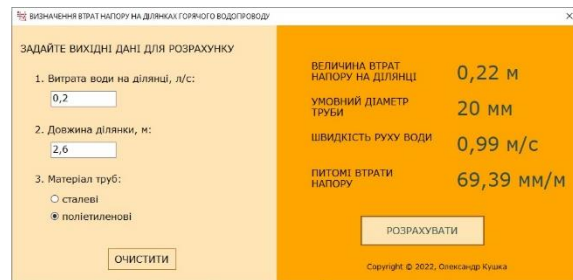


Рис. 6. Застосунок для розрахунку параметрів гарячого водопроводу

Fig. 6. Application to the calculation of hot water supply parameters

Також були розроблені два застосунки для розрахунку системи каналізації. За допомогою першого (рис.7) студент може обчислити загальну годинну витрату води в залежності від максимальної секундної витрати води по будинку та загальної кількості санітарно-технічних приладів.

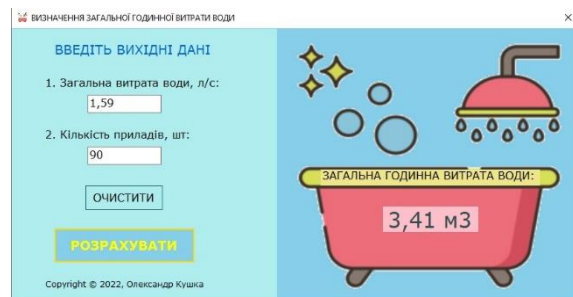


Рис. 7. Застосунок для визначення загальної годинної витрати води

Fig. 7. Application to the estimation of total hourly flow rate

Потому дані, отримані за допомогою першого застосунку (рис.7), підставляються до другого (рис.8). Таким чином, студент має змогу підрахувати коефіцієнт K_s [11] і розрахункову витрату води.

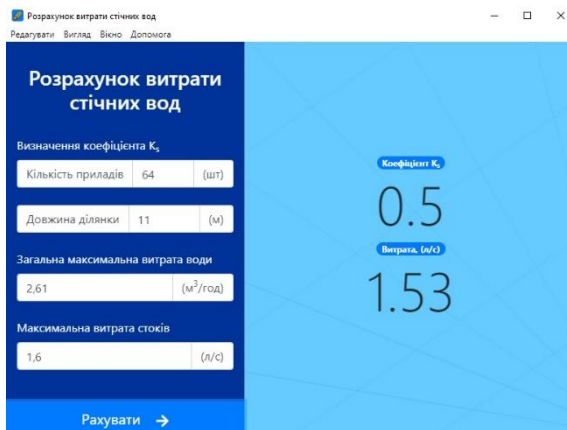


Рис. 8. Інтерфейс застосунку для розрахунку витрати стічних вод

Fig. 8. The interface of the sewage calculation programme

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПОЯСНЕННЯ

Наразі всі проектні організації, які на професійному рівні займаються проектуванням внутрішніх мереж водопостачання і водовідведення, давно вже автоматизували свої розрахунки. Тому студентам здається неактуальним і нецікавим проводити обчислення «вручну», підбираючи відповідні розрахункові параметри та коефіцієнти за допомогою таблиць ДБН.

Проте написання однієї великої програми, яка б видавала всі необхідні кінцеві значення після внесення до неї вихідних даних, не задовольняє самій меті навчального процесу, яка полягає у тому, що студент має зрозуміти на концептуальному рівні послідовності дій, потрібних для розрахунку внутрішньої мережі водопостачання й водовідведення житлового будинку.

З цією метою і були створені описані вище окремі комп'ютерні застосунки, за допомогою яких студент може, з одного боку, автоматизувати частину однотипних розрахунків; з іншого боку, – зрозуміти всю послідовність дій, яку потрібно виконати для отримання кінцевого результату. Крім того, ці застосунки, які є простими й зручними у використанні, мають привабливий інтерфейс і зменшують

непотрібну, з точки зору студента, витрату часу на обчислення, що виконуються «вручну», значно підвищують зацікавленість студентів у вивченні курсу, що, в свою чергу, призводить до збільшення середнього балу за РГР.

Ці комп'ютерні застосунки були апробовані на архітектурному факультеті КНУБА (Київського національного університету будівництва і архітектури) в осінньому семестрі 2021/2022 навчального року при вивченні студентами дисципліни «Інженерне забезпечення будівель і споруд» – загалом у п'яти групах. Загальна кількість студентів, що вивчали даний курс, становила 96 осіб. З них 90 осіб виконали РГР вчасно. Це становить 93,8% від загальної кількості студентів. Середній бал по кожній з п'яти груп становив відповідно 94,4; 97,1; 92,3; 94,7; 93,9. Середній бал за РГР по п'яти групах склав 94,5 [13].

Отримані результати, безумовно, свідчать про те, що застосування комп'ютерних програм в навчальному процесі підвищує як зацікавленість студентів в засвоєнні курсу, так і середній бал за виконані ними розрахункові роботи.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Застосування в навчальному процесі комп'ютерних застосунків, кожний з яких імітує окремий концептуальний крок інженерних розрахунків внутрішніх мереж холодного та гарячого водопостачання та водовідведення житлового будинку, дозволило підвищити розуміння даної навчальної дисципліни студентами, для яких водопостачання та водовідведення не є обраним ними фахом. Це, в свою чергу, призвело до більшої вмотивованості студентів: 90 з 96 осіб здали РГР вчасно, при цьому роботи були виконані на високому рівні (середній бал по п'яти групах склав 94,5).

ЛІТЕРАТУРА

1. **Закон України «Про вищу освіту».** (2014). *Відомості Верховної Ради* 2014, № 37-38 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>
2. **Кляп М. І.** Імплементация інноваційних методів у навчальний процес ВНЗ як ознака інноваційного університету // *Інноваційна педагогіка*, 2017, №1, с.97-106
3. **Філіна Т. Ф.** Інноваційні методики навчання в закладах вищої освіти // *Розвиток наукової думки постіндустріального суспільства: сучасний дискурс*. Том 3, 2020, С. 28-30. <https://doi.org/10.36074/13.11.2020.v3.03>
4. **Васківська Я.** Інформаційні комп'ютерні технології в науці і світі. // *Сучасні інформаційні технології та системи в управлінні*. Збірник матеріалів I всеукраїнської науково-практичної конференції 6–7 квітня 2017 р. К.: КНЕУ, 2017. С.42-43
5. **Хижняк І., Григор'єва В.** Актуальність вивчення німецького досвіду підготовки фахівців цивільної інженерії в умовах інноваційного розвитку вищої технічної освіти України. *Інноваційний розвиток вищої освіти: глобальний, європейський та національний виміри змін*. Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції Том 1, 16–17 квітня 2019 року, Суми, 2019, С.86-89.
6. **Cotelnic A.** Change management in higher education institutions in Moldova // *Smart-освіта: Ресурси та перспективи: матеріали III міжнародної науково-методичної конференції*, КНТЕУ, 2018, Київ, С.61-64
7. **Кочарова Т. Р., Чувальська Д. Д.** Застосування комп'ютерних технологій в вищій медичній освіті. // *Сучасний стан та перспективи розвитку природничих дисциплін в медичній освіті* : матеріали II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. Кропивницький, 2021. С. 213–214.
8. **Чехуніна, А. О.** Застосування інформаційно-комп'ютерних технологій у процесі формування професійних компетентностей майбутніх фахівців-музикантів // *Інноваційна педагогіка*, 2021. Вип. 33. Т. 2. С. 165-170.
9. **Копаниця Ю., Наталенко С.** Розрахунок довгих трубопроводів у веб-інтерфейсі системи комп'ютерної алгебри MAXIMA // *Підводні технології. Промислова та цивільна інженерія*, 2018, 8. С. 52-53 <https://doi.org/10.26884/uwt1808.1205>
10. **Копаниця Ю., Гіжа О., Нечипор О., Таварткіладзе Н.** Веб-інтерфейс для визначення критичної глибини у відкритих руслах // *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*, 2021. Вип.37, С. 29-41. <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2021.37.29-41>
11. **ДБН В.2.5-64:2012.** Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. Київ: Мінрегіон України, 2013. 113 с.
12. **Шевелев А. Ф.** Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб, 8-ме видання, переробл. і доповнен. М.: Вид-во ТОВ «Бастет», 2007. 336 с.
13. **Кушка О. М.** Досвід використання комп'ютерних програм у навчальному процесі [Електронний ресурс] URL: <http://www.knuba.edu.ua/?p=138901>

REFERENCES

1. **Verkhovna Rada of Ukraine (2014)** Law of Ukraine on Higher Education. *Bulletin of phosporous as a uniform indicator of the Supreme Council*. 37-38. [in Ukrainian]
2. **Kliap, M. (2017).** Implementation of innovative methods in the higher educational process as a sign of an innovative university. *Innovative pedagogy*, 1. 97-106. [in Ukrainian]
3. **Filina, T. (2020).** Innovative study methods in the institutions of higher education. *Development of scientific thoughts of postindustrial society: modern discourse*, 3. 28-30. <https://doi.org/10.36074/13.11.2020.v3.03> [in Ukrainian]
4. **Vaskivska, Y. (2017).** Informatic computer technologies in science and world. *Proceedings of the 1st Ukrainian Conference “Modern informatic technologies and systems in management”*, Kyiv, 42-43. [in Ukrainian]
5. **Khyzhniak, E., & Hryhorieva, V. (2019).** Urgency of learning German experience of civil engineering education under conditions of innovative development of higher education in Ukraine. *Proceedings of the V international theoretical and practical Conference “Innovative development of higher education: global, European and national dimensions of changes”*, Sumy, 86-89. [in Ukrainian]
6. **Cotelnic A. (2018)** Change management in higher education institutions in Moldova. *Proceedings of the III international theoretical and methodical Conference “Smart education: resources and prospects al, European and*

national dimensions of changes”, Kyiv, 61-64. [in Ukrainian]

7. **Kocharova, T., & Chuvalska, D. (2021)** Application of computer technologies to higher medical education. *Proceedings of the II Ukrainian theoretical and practical Inthernet Conference “Modern state of art and prospects of development of natural courses in medical education”*, Kropyvnytskyi, 213-214. [in Ukrainian].

8. **Chekhunina, A. (2021)**. Implementation of informatic and computer technologies in the process of formation of professional competences of the future professional musicians. *Innovative pedagogy*, 2(33). 165-170. [in Ukrainian].

9. **Kopanytsia, Yu., & Natalenko, S. (2018)**. Calculation of long pipes in web interface of computer algebra MAXIMA. *Underwater technologies. Industrial and civil engineering*, 8. 52-53. <https://doi.org/10.26884/uwt1808.1205>

10. **Kopanytsia, Yu., Gizha, O., Nechypor, O., Tavartkiladze, N. (2021)**. Web interface for determining critical depth in open channel. *Problemy vodopostachannia, vodovidvedennia ta hydravliky*. 2021 (37), 29-41 <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2021.37.29-41>

11. **Ministry of Regional Development of Ukraine (2013)**. State Construction Standards DBN B.2.5-64:2012. Building water supply and sewage system. Part1. Design. Kyiv. [in Ukrainian].

12. **Shevelev, A. (2007)**. *Tables for the hydraulic calculation of water pipes*. Moskva. [in Russian].

13. **Kushka, O. (2021)**. Experiences of application of computer programs in educational process. Retrieved from <http://www.knuba.edu.ua/?p=138901> [in Ukrainian].

Computer applications for the calculating of building water supply and sewage system

Oleksandr Kushka, Nataliia Stepova

Abstract. Modern educational process requires widespread use of various innovative methods aimed at increasing students' interest in mastering academic disciplines, as well as at the integration of Ukrainian educational system into the European educational space. Digital technologies belong undoubtedly to the key innovative technologies allowing to improve significantly the educational process, and to move from monotonous "manual" calculations, that a student has to perform repeatedly one after another, to a conceptual understanding of the main succession of actions to be performed. With this object in view, seven separate computer programs were developed for the course of house water supply and sewerage system design that allow to estimate the maximum second flowrate depending on the number of facilities; to determine the water head loss, nominal diameter and flow velocity for the each section of the cold water pipe to estimate the size and head loss of impeller water meters; to calculate the pump power; to determine the water head loss, nominal diameter and flow velocity for the each section of the hot water pipe; to estimate the total hourly water consumption in the house; to determine the coefficient K_s and to estimate the calculated flow rate in the sewer outlet from the building and in different sections of the sewer in the adjacent to the building territory. The developed computer applications were tested in five groups of the Architecture Faculty of KNUCA in the autumn semester of 2021/2022 academic year when students studied the discipline "Engineer facilities of buildings" The total number of students studying this course was 96 persons. 90 persons of them (93.8%) completed the course project on time. The average score on the course project was 94.5. The results show that the use of computer programs in the educational process increases students' interest in learning the course and motivates them to progress in their studies.

Keywords: innovative methods, computer programs, computer applications, building water supply and sewage system

Стаття надійшла до редакції 28.02.2022