

УДК 625.70
УДК 625.70

DOI:10.33744/0365-8171-2025-117.1-014-023

ЩОДО РОЗВИТКУ КОМП'ЮТЕРНОГО ПРОЄКТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

ON THE DEVELOPMENT OF COMPUTER-AID ROAD DESIGN



Гамеляк Ігор Павлович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри системного проєктування об'єктів транспортної інфраструктури та геодезії, e-mail: gip65n@gmail.com., +380503524124

<https://orcid.org/0000-0001-9246-7561>



Хом'як Анна Ярославівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри системного проєктування об'єктів транспортної інфраструктури та геодезії, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: akhomjak@gmail.com, тел.: +380673990164

<https://orcid.org/0000-0002-2483-8153>

Анотація. Кафедрі проєктування доріг КАДІ (зараз кафедра системного проєктування об'єктів транспортної інфраструктури та геодезії) належить пріоритет у впровадженні електронних обчислювальних машин для проєктування автомобільних доріг. Створено новий науковий напрям — автоматизація проєктних робіт (системне комп'ютерне проєктування). Використовуючи накопичений досвід з автоматизації проєктування, для спеціальності «Автомобільні дороги» було розроблено і запроваджено в навчальний процес нову дисципліну - «Основи автоматизації проєктування автомобільних доріг» (зараз «Комп'ютерні технології в транспортному будівництві»).

Проаналізовані етапи створення та розвитку автоматизованого проєктування автомобільних доріг на кафедрі проєктування доріг Київського автомобільно-дорожнього інституту в 70 - 80 роки минулого століття, які є підґрунтям для успішного подальшого розвитку даного напрямку в НТУ.

Ключові слова: комп'ютерні технології, автоматизоване (комп'ютерне) проєктування, автомобільні дороги, поздовжній профіль, програмне забезпечення проєктування автомобільних доріг

Вступ. Важко сьогодні уявити наше життя без ІТ-технологій. А починалося все за участі й України.

У 1951 році перший в континентальній Європі комп'ютер був створений в Україні. Називалася перша ЕОМ Малою електронною лічильною машиною – «МЭСМ», налічувала 6000 електронних ламп і ледь вмістилася в лівому крилі будівлі гуртожитку колишнього монастирського селища Феофанія в

10 км від Києва. Машина була створена в лабораторії обчислювальної техніки Інституту електротехніки АН УРСР під керівництвом академіка Сергія Олексійовича Лебедєва. [1]

У 1962 на базі Обчислювального центру академік Віктор Михайлович Глушков створив Інститут кібернетики АН УРСР, де під його науковим керівництвом було розроблено ЕОМ «Київ» і першу в Україні та колишньому СРСР напівпровідникову керуючу машину широкого призначення «Днепр». Попередниками персональних комп'ютерів стали машини для інженерних розрахунків «Промінь» (1963), «Мир-1» (1966), «Мир-2» (1969), у яких було реалізовано запропоновану В. М. Глушковым ідею ступеневого мікропрограмного управління [2].

Першою у світі мову програмування для комп'ютера створила українка Катерина Ющенко. Саме її розробка з назвою "Адресна мова програмування" випередила мову «Фортран» на 2 роки, «Кобол» - на 3 і «Алгол» на 5 років [3].

Знаменитий Стівен Джобс починав свою зіркову кар'єру, створюючи "Apple", не сам, а разом з вихідцем з України - Стівеном Возняком [3].

При кожному вмиканні комп'ютера, починає працювати сім патентів Любомира Романківа - українського науковця, який придумав, як записувати інформацію на жорсткі диски - розробив революційну технологію (має 65 патентів) чим, фактично, започаткував еру персональних комп'ютерів: без його винаходів не існувало б ні "Apple", ні "Google". Коли вистукуємо на клавіатурі літери, що потім слухняно вибудовуються у речення на моніторі, також завдячуємо Любомиру Романківу. Ім'я винахідника занесено до Зали національної слави США [3].

Завдяки видатній американській актрисі та винахідниці, яка народилася у Львові, Хеді Ламарр, людство може користуватися технологією бездротового зв'язку Wi-Fi. Вона стала людиною, якій вдалось розробити принципи шифрування інформації для постійних незакритих каналів зв'язку [3].

А як же відбувалося впровадження комп'ютерних технологій в нашому університеті?

У 2023 році минуло 100 років з дня народження професора Хом'яка Ярослава Васильовича, яке, однак, у зв'язку із воєнним станом не було відзначено. А саме він, будучи завідувачем кафедри проектування доріг, проректором з наукової роботи КАДІ був ініціатором впровадження новітніх технологій як в науковий, так і в учбовий процеси в Київському автомобільно-дорожньому інституті.

Мета і методи. Київський автомобільно-дорожній інститут (КАДІ) став піонером серед київських ВНЗ по створенню комп'ютерного обчислювального центру, де проводилися як наукові дослідження, так і вдосконалювався навчальний процес. Тож видавалося доцільним прослідкувати становлення в КАДІ, зокрема, на кафедрі проектування доріг, нових підходів до отримання знань, започаткування автоматизованого проектування, що супроводжувалося науковими дослідженнями та практичним забезпеченням виконання й подальшої обробки вишукувальних й проектних робіт.

Результати і пояснення. В 1961 р. на кафедрі проектування доріг було організовано лабораторію автоматизації проектно-розвідувальних робіт з використанням ЕОМ.

Завідувачем кафедри проектування доріг був на той час к.т.н., доцент Хом'як Ярослав Васильович. Очолив науково-дослідну лабораторію к. т. н., доцент Климент Аронович Хавкін.

До роботи в лабораторії були залучені молоді фахівці — випускники Київського державного університету ім. Т. Г. Шевченка Людмила Федорівна Вальчук та Інна Михайлівна Зиміна. Згодом до них приєдналися Юрій Антонович Цибенко, Людмила Костянтинівна Тищенко-Тишковець, Тамара Леонідівна Шабаліна.

Проектування автомобільних доріг з використанням можливостей ЕОМ дозволяє автоматизувати виконання проектних робіт, знизити витрати часу на їх виконання, надає можливість розглядати велику кількість варіантів та знаходити оптимальні рішення.

Особливістю розв'язання багатьох задач при проектуванні доріг є значна кількість змінних, багаточисельні обмеження, пов'язані з великими об'ємами вихідної інформації.

Аналіз стану питань вимагав глибокого теоретичного вивчення, осмислення та аналізу, які передували складанню відповідних алгоритмів. Ретельно вивчалися фізичні процеси, що визначали об'єми та інструменти для проведення натурних досліджень, дозволяли розробляти методику та визначати, а переважно – розробляти необхідні для цього інструменти.

У лабораторії були розроблені алгоритми проектування поздовжнього профілю, підрахунку об'ємів земляних робіт та площ укріплення укосів, водоперепускних труб, моделювання швидкостей руху автомобілів на під'їздах та спусках автомобільних доріг тощо. Програми були написані для ЕОМ «Мир-1» та були запропоновані проектним організаціям. Подальше удосконалення програмного продукту відбувалося відповідно розвитку та появи більш досконалих ЕОМ.

1964 р. було створено Галузеву науково-дослідну лабораторію обліку та дослідження руху на автомобільних дорогах при кафедрі проектування доріг Київського автомобільно-дорожнього інституту. Науковим керівником зазначеної лабораторії був Хом'як Ярослав Васильович. В період з 1985 по 1987 рр. очолював Галузеву науково-дослідну лабораторію обліку та дослідження руху на автомобільних дорогах к.т.н. Федір Петрович Гончаренко.

На початковому періоді функціонування лабораторії дослідження параметрів руху транспортних потоків виконувалися переважно в ручному режимі. Особливо складно це було виконувати в складних дорожніх умовах та при значних інтенсивностях руху транспортних потоків.

В лабораторії була створена апаратура для обліку та дослідження режимів й характеристик руху на автомобільних дорогах. Розроблена апаратура - як переносний лічильник руху ПДС-1 (рис. 1), комплект КАДІ-2 РКС (рис. 2) тощо - дозволяла автоматизувати отримані характеристики у значних об'ємах. При цьому не лише скорочувалися непродуктивні витрати часу та праці, а й значно підвищувалася точність отриманих результатів. Була розроблена технічна документація на виготовлену апаратуру та оформлені авторські свідоцтва (рис. 3).



Рисунок 1 - Переносний лічильник руху ПДС-1
Figure 1 - Portable traffic counter PDS-1



Рисунок 2 - Комплект КАДІ-2 РКС
Figure 2 - KADI-2 RKS kit

Апаратура КАДІ-2 РКС дозволяла одночасно визначати інтенсивність, швидкість, склад руху, розділяти та визначати усі характеристики транспортних потоків за напрямками руху (рис. 4).



Рисунок 3 – Робота з апаратурою для вивчення інтенсивності руху на автомобільних дорогах

Figure 3 – Working with equipment for studying traffic intensity on highways

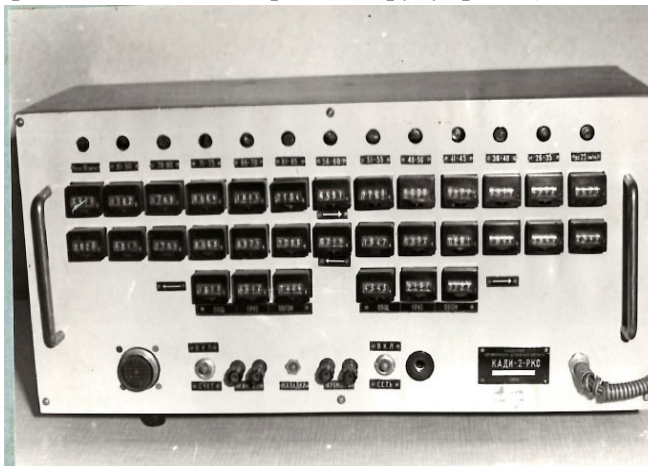


Рисунок 4 – Апаратура КАДІ-2 РКС для одночасного визначати інтенсивності, швидкості та склад руху

Figure 4 – KADI-2 RKS equipment for simultaneously determining traffic intensity, speed and composition

Вивчення руху транспортних потоків на перетинах, примиканнях доріг, на з'їздах дорожніх розв'язок часто потребувало неодноразового, повторного дослідження взаємодії транспортних потоків на певних ділянках. Для цього використовувався кінематометричний метод вивчення руху транспортних потоків – за допомогою кінокамери «Київ-16с», блока електроніки для по кадрового знімання з діапазоном регулювання часу 0,5-20 сек та блоком живлення 12 в (рис. 5). В лабораторії проводилися дослідження погодних умов на характер руху транспортних потоків, був розроблений прилад для визначення метеорологічної видимості (рис. 6).

Отримувана інформація про стан системи «дорожні умови-транспортні потоки» оброблялася на ЕОМ. Для обробки незначних за об'ємами натурних даних та визначення розрахункових характеристик системи «дорожні умови – транспортні потоки», для їх аналізу застосовувалися малі ЕОМ МИР-1 та МИР-2 (рис. 7). При моделюванні руху транспортних потоків, необхідності обробки великих масивів даних натурних спостережень, прогнозуванні стану системи «дорожні умови-транспортні потоки» та інших складних економіко-математичних роботах використовувалися ЕОМ ЕС - 1022.

Виникла об'єктивна необхідність в переході до вищого рівня автоматизації та створенні САПР АД, що стало однією з найважливіших задач технічного прогресу в проектуванні автомобільних доріг.

У КАДІ розроблені комплекси програм, що входять до складу САПР АД. Серед них проектування поздовжнього профілю, економічне трасування мереж автомобільних доріг, оцінка умов руху, гідравлічні розрахунки тощо. Комплекс програм по автоматизації проектування поздовжнього профілю включає програми підрахунку об'ємів земляних робіт, підрахунок швидкостей руху автомобіля по запроєктованому поздовжньому профілю, визначення координат перспективних зображень точок трансї. Основою комплексу є програма проектування проектної лінії. Створений також комплекс програм по оцінюванню умов руху, який включає оцінку аварійності та безпеки руху,

визначення розрахункових показників системи «дорожні умови – транспортні потоки», статистичну обробку результатів натурних спостережень.



Рисунок 5 – Кінокамера «Київ-16с» з блоком для кінематометричного методу вивчення руху транспортних потоків

Figure 5 – Cinema camera “Kyiv-16s” with a unit for the kinematometric method of studying traffic flow

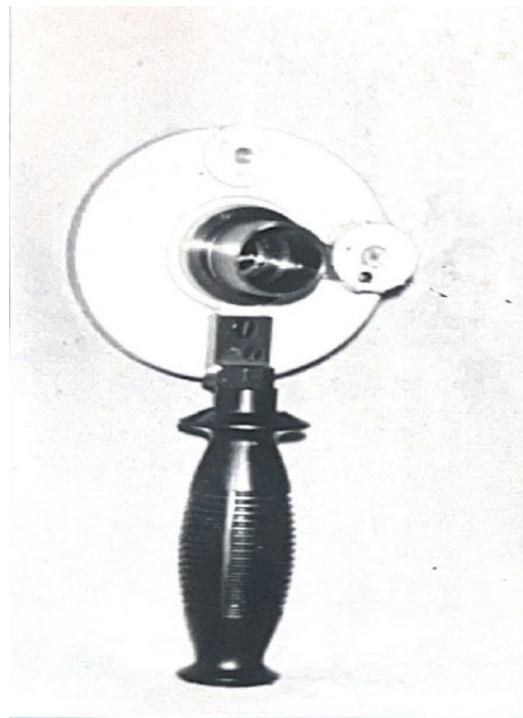


Рисунок 6 – Прилад для визначення метеорологічної видимості

Figure 6 – Device for determining meteorological visibility

У комплекс програм по економічному трасуванню включені програми побудови оптимальної мережі автомобільних доріг, визначення вантажонапруженості та інтенсивності руху на перегонах мережі, програма оцінки економічної ефективності капіталовкладень в дорожнє будівництво.

Під керівництвом професора Хом'яка Ярослава Васильовича була виконана ґрунтовна робота по розробці методики та виконання проєктів мереж автомобільних доріг. У результаті проведених досліджень отримана економіко - математична модель взаємодії автомобільного транспорту та шляхів сполучення, на основі якої сформульовані вимоги до оптимальних мереж автомобільних доріг. Відповідно, розроблений обчислювальний метод проєктування таких мереж [5].

На кафедрах проєктування доріг та гідравліки КАДІ створений комплекс програм по розрахунку отворів водоперепускних труб із врахуванням та без врахування акумуляції, а також ряд інших програм по гідравлічних розрахунках дорожнього водовідведення.

Процес проєктування автомобільних доріг із допомогою ЕОМ є найбільш ефективним у випадку, коли входи та виходи усіх програє узгоджені між собою, вихідні дані для всього комплексу програм збережені в пам'яті ЕОМ у вигляді банку вихідних даних, створення якого було важливим завданням (рис. 8).



Рисунок 7 – Визначення розрахункових характеристик системи «дорожні умови – транспортні потоки» із застосуванням малих ЕОМ МИР-1 та МИР-2
Figure 7 – Determination of the calculated characteristics of the “road conditions – traffic flows” system using small computers MIR-1 and MIR-2



Рисунок 8 – Підготовка даних про роботу системи «дорожні умови – транспортні потоки» для статистичної обробки на ЕОМ
Figure 8 – Preparation of data on the operation of the “road conditions – traffic flows” system for statistical processing on a computer

Розробки по автоматизації окремих питань проєктування автомобільних доріг виконувались також в проєктних організаціях - «Укрдіпродор», «Укрремдорпроект», Українській філії «Союздорпроект». У цих організаціях вирішувалися питання автоматизації поздовжнього профілю, земляних робіт, розрахунку елементів дорожнього одягу.

У створенні першої черги САПР АД УРСР брали участь «Укрдіпродор», КАДІ, ХАДІ. «ДерждорНДІ», «Укрремдорпроект» та інші.

Бурхлива автомобілізація, зростання завантаженості доріг та аварійності автомобільних перевезень вимагали розробки заходів по підвищенню безпеки та комфортності автомобільних перевезень, усуненню негативних наслідків забруднення довкілля. Доктором технічних наук, професором Хом'яком Ярославом Васильовичем була науково обґрунтована концепція системи «дорожні умови – транспортні потоки» (ДУ-ТП). Організацію руху пропонувалося розглядати як окрему галузь техніки по управлінню транспортними потоками в заданих дорожніх умовах [6]. Оптимальне управління передбачає вибір та реалізацію рішення, що забезпечує усі можливі перевезення при мінімумі дорожньо-транспортних витрат, належних безпеці й комфортності руху. До заходів оптимізації системи ДУ-ТП пропонувалося відносити заходи, реалізація яких визначала стан системи на тривалий період – оптимальне розміщення мережі автомобільних доріг, оптимізація геометрії доріг та стану проїзної частини, а також заходи, реалізація яких забезпечувала стан системи в будь-який час залежно від характеристик руху транспортних потоків – тобто, решта заходів (забезпечення належної рівності та шорсткості проїзної частини, регулювання, маршрутизація руху, контроль за правилами дорожнього руху, раціональна обстановка дороги тощо). В лабораторії обліку та дослідження руху виконувалися відповідні дослідження [7].

Удосконалення системи ДУ-ТП займався д.т.н Поліщук Володимир Петрович [7, 8].

Починаючи з 1961 р., понад 20 років завідувач кафедри проектування доріг професор Я.В. Хом'як обіймав посаду проректора інституту з наукової роботи [7]. У цей час в КАДІ був створений обчислювальний центр та проводилася не лише науково-дослідницька робота, а й були здійснені цікаві розробки щодо автоматизації навчального процесу, вивченню можливостей постійного моніторингу рівня засвоюваності знань студентами. На базі лабораторії кафедри проектування доріг був створений прилад «КАДІ-ТЕПМ», який згодом був рекомендований для використання у всіх ВНЗ колишнього СРСР. Програма була створена на кафедрі проектування доріг для ЕОМ «Мінськ» (рис. 7).

Авторський колектив по створенню «КАДІ-ТЕПМ» – професор Веригенко Євген Петрович (на той час ректор КАДІ), професор, завідувач кафедри проектування доріг та лабораторією Хом'як Ярослав Васильович, асистент кафедри проектування доріг Ліліцький Георгій Олександрович - ерудит-дорожник, працював радником з дорожніх питань при ООН, а також інженер кафедри проектування доріг, винахідник та раціоналізатор Ворончук Геннадій Андрійович.

Комплекс «КАДІ-ТЕПМ» дозволяє протягом години обробити результати опитування 200 студентів (враховується час на сортування карточок по групах з порядковим номером студента, кодування правильних відповідей, безпосередньо контроль та роздруківка результатів) (рис. 9). До складу пристрою входили комплекти ідентифікаційних карток – носіїв інформації; електронний пристрій зчитування та розшифрування, транскриптор, цифродрукуючий пристрій Ф 5033 К. Картка розміром 105 x 65 мм - носій інформації із кодованими відповідями на питання, які поставлені у програмованому завданні - від моменту нанесення на неї відповідей в аудиторії до часу очищення від цієї інформації. У цьому проміжку часу картка мала поступити на пункт обробки з метою знімання з неї інформації за допомогою електронного пристрою зчитування, розшифрування та автоматизованої обробки.

Пристрій міг працювати в автономному режимі (без транскриптора та цифродрукуючого пристрою). У цьому випадку інформація, що відносилась до результатів опитування, виводилась на світлове табло, а також на лічильник введених у пристрій карток та правильних відповідей. Якщо прилад працював у комплексі з цифродрукуючим пристроєм, інформація виводилась через транскриптор на друк. Роздруківка виконувалася автоматично друкарською машинкою з електроуправлінням у заздалегідь підготованих відомостях. Для скорочення часу допоміжних

операцій інформація через транскриптор могла виводитися на перфоратор з подальшою обробкою на ЕОМ.



Рисунок 9 – Комплекс «КАДІ-ТЕПМ» для оброблення результатів опитування

Figure 9 – “KADI-TEPM” complex for processing survey results

Роздруківка відповідей фіксувала наступні дані: форма навчання, спеціальність, рік вступу, академічна група, порядковий номер за списком (змінний код), номер варіанта, номери питань, на які були дані правильні відповіді, оцінка чи кількість правильних відповідей (змінний код). Відповіді кодувалися шляхом перекреслення грифельним олівцем відповідного петлеподібного паза ідентифікаційної картки. Після обробки інформація з картки (змінний код) витиралася резинкою. Час на обробку інформації, включаючи час на кодування правильних відповідей, не перевищував 15 хв на 100 карток.

Оскільки прилад був рекомендований до використання з метою контролю якості знань, його виробництво було налагоджено у Дніпропетровському промисловому об'єднанні «Металіст».

Прилад був задуманий для можливості проведення експрес-опитувань в аудиторіях, оскільки це не викликало труднощів.

Попередньо авторами було задумано, що картка для з'ясування міри засвоєння знань студентами видаватиметься разом із студентським квитком. Експрес - опитування можна було б проводити після кожної лекції чи практичного заняття, перевіряючи, як зрозуміли студенти викладений матеріал. Була можливість також з'ясовувати відсоток засвоєння студентами кожного питання

Автоматизація контролю знань та зворотний зв'язок були метою розробки приладу. І це працювало. Ті, хто були студентами дорожньо-будівельного факультету КАДІ у 70 роки минулого сторіччя, цей прилад та відповідні опитування пам'ятають.

Був задум авторів, щоб карточкою у студмістечку можна було користуватися у бібліотеці, в їдальні, в буфеті тощо. На жаль, цей задум не встигли реалізувати, але ж це мав бути прототип наших сьогоднішніх ID - карток...

Прилади «КАДІ-ТЕПМ» експонувалися на виставках - ВДНХ (золота, срібна, бронзова медалі), в Дамаску, в Німеччині - на Лейпцизькій ярмарці, в Болгарії – на міжнародній ярмарці в Пловдиві.

Висновки та рекомендації. Кафедрі проектування доріг КАДІ (зараз кафедра системного проектування об'єктів транспортної інфраструктури та геодезії) належить пріоритет у впровадженні електронних обчислювальних машин для проектування автомобільних доріг. Створено новий науковий напрям — автоматизація проектних робіт (системне комп'ютерне проектування). Використовуючи накопичений досвід з автоматизації проектування, для спеціальності «Автомобільні

дороги» було розроблено і запроваджено в навчальний процес нову дисципліну - «Основи автоматизації проектування автомобільних доріг» (зараз «Комп'ютерні технології в транспортному будівництві»).

Накопичений досвід спонукає сучасних науковців продовжувати розвивати напрямки комп'ютерного проектування автомобільних доріг українськими вченими та фірмами, щоб замінити практику використання іноземних програмних засобів. Для цього має бути сформований вітчизняний Замовник, патріотично налаштований на підтримку вітчизняного виробника.

Перелік посилань

1. <https://uacomputing.com/stories/mesm/>
2. <https://uk.wikipedia.org/wiki/>
3. <https://komplogika.jimdofree.com/>
4. Хом'як Я.В., Поліщук В.П., Вальчук Л.Ф., Зиміна І.М., Тищенко-Тишковець Л.К.. Автоматизація проектування автомобільних доріг. Київ. Вища школа. 1987. 192 с.
5. Хом'як Я.В. Проектування мереж автомобільних доріг. М: Транспорт, 1983.- 206 с.
6. Хом'як Я.В. До питання про оптимальне управління системою «Дорожні умови-транспортні потоки». // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. Вип. ХУІ, Київ. Будівельник, 1975. С.46 - 50.
7. Гамеляк І.П., Павлюк Д.О., Хом'як А.Я. Історія кафедри системного проектування об'єктів транспортної інфраструктури та геодезії. Частина 1. Основні етапи розвитку кафедри. // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. Вип. 116. Частина 1. Київ. НТУ. 2024. С.35 – 50.
8. Поліщук В.П. Проектування автоматизованих систем управління рухом на автомобільних дорогах. Навчальний посібник, К.:КАДІ, 1983. 94 с.
9. Богатих В.М., Мансуров А.М., Попов В.М.. Технічні прилади для навчання. Довідник. К.: Вища школа, 1985. 303 с.
10. Хавкін В.А., Поліщук В.П., Вальчук Л.Ф., Шабаліна Т.Л., Тищенко-Тишковець Л.К., Зиміна І.М., Методичні вказівки до річкових занять до курсу “Основи автоматизації проектування автомобільних доріг. Київ. КАДІ. 1975. 62 с.

ON THE DEVELOPMENT OF COMPUTER-AID ROAD DESIGN

Gameliak Igor Pavlovich, Doctor of Engineering Sciences, professor, Head of department «System design of transport infrastructure objects and geodesy», National Transport University, e-mail: gip65@gmail.com, +380503524124, <https://orcid.org/0000-0001-9246-7561>

Khomiak Anna Yaroslavivna., PhD (Candidate of Technical Science) , Associate Professor, Associate Professor of the department of system design of transport infrastructure objects and geodesy, National Transport University, Kyiv, Ukraine, akhomjak@gmail.com, +380673990164, <https://orcid.org/0000-0002-2483-8153>

Abstract. The Department of Road Design of KADI (now the Department of System Design of Transport Infrastructure Objects and Geodesy) has a priority in the introduction of electronic computers for road design. A new scientific direction was created - automation of design work (system computer-aided design). Using the accumulated experience in design automation, a new discipline was developed and introduced into the educational process for the specialty “Highways” - “Fundamentals of Automation of Highway Design” (now “Computer Technologies in Transport Construction”).

The stages of creation and development of automated road design at the Department of Road Design of the Kyiv Automobile and Highway Institute in the 70s and 80s of the last century are analyzed, which are the basis for the successful further development of this area at NTU.

Keywords: computer technology, computer-aided design, highways, longitudinal profile, highway design software

Referents

1. <https://uacomputing.com/stories/mesm/>
2. <https://uk.wikipedia.org/wiki/>
3. <https://komplogika.jimdofree.com/>
4. Khomiak Ya.V., Polishchuk V.P., Valchuk L.F., Zymina I.M., Tyshchenko-Tyshkovets L.K.. Avtomatyzatsiia proiektuvannia avtomobilnykh dorih. Kyiv. Vyshcha shkola. 1987. 192 s.
5. Khomiak Ya.V. Proiektuvannia merezh avtomobilnykh dorih. M: Transport, 1983. 206 s.
6. Khomiak Ya.V. Do pytannia pro optymalne upravlinnia systemoiu «Dorozhni umovy-transportni potoky». // Avtomobilni dorohy i dorozhnie budivnytstvo. Vyp. KhUI, Kyiv. Budivelnik, 1975. S.46 - 50.
7. Hameliak I.P., Pavliuk D.O., Khomiak A.Ia. Istoriia kafedry systemnoho proiektuvannia obiektiv transportnoi infrastruktury ta heodezii. Chastyna 1. Osnovni etapy rozvytku kafedry. // Avtomobilni dorohy i dorozhnie budivnytstvo. Vyp. 116. Chastyna 1. Kyiv. NTU. 2024. S.35 – 50.
8. Polishchuk V.P. Proiektuvannia avtomatyzovanykh system upravlinnia rukhom na avtomobilnykh dorohakh. Navchalnyi posibnyk, K.:KADI, 1983. 94 s.
9. Bohatykh V.M., Mansurov A.M., Popov V.M.. Tekhnichni prylady dlia navchannia. Dovidnyk. K.: Vyshcha shkola, 1985. 303 s.
10. Khavkin V.A., Polishchuk V.P., Valchuk L.F., Shabalina T.L., Tyshchenko-Tyshkovets L.K., Zymina I.M., Metodychni vказivky do rpkychnykh zaniat do kursu “Osnovy avtomatyzatsii proiektuvannia avtomobilnykh dorih. Kyiv. KADI. 1975. 62 s.

Дата надходження до редакції 20.02.2025.