

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ХІХЛО ВАДИМ ЮРІЙОВИЧ

УДК 621.317(477)(091)

ДИСЕРТАЦІЯ


**ФОРМУВАННЯ ТА СИСТЕМНА ОРГАНІЗАЦІЯ
НАУКОВО-ВИРОБНИЧОГО КЛАСТЕРУ
ЕЛЕКТРОВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В УКРАЇНІ
(1946 р. – 1991 р.)**

Спеціальність – 032 Історія та археологія

Галузь знань – 03 Гуманітарні науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело


_____ В. Ю. Хіхло

Науковий керівник: **ТВЕРИТНИКОВА Олена Євгенівна,**
доктор історичних наук, професор

Харків – 2026

АНОТАЦІЯ

Хіхло В. Ю. Формування та системна організація науково-виробничого кластеру електровимірювальної техніки в Україні (1946 р. – 1991 р.). – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії (PhD) за спеціальністю 032 – Історія та археологія. – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, 2026.

Дисертаційна робота присвячена комплексному аналізу історичного поступу, інституційного становлення та структурних трансформацій електроприладобудівного сектору України у другій половині ХХ століття.

Об'єктом дослідження є розвиток електровимірювальної техніки на теренах України упродовж 1946–1991 рр.

Предметом дослідження є інституційне становлення вітчизняного науково-виробничого кластеру електровимірювальної техніки упродовж 1946–1991 рр., зокрема його структурних елементів наукових та освітніх установ і виробничих підприємств; теоретичний і практичний внесок наукових шкіл, провідних учених у розвиток електровимірювальних технологій.

Метою дослідження є комплексний аналіз становлення та системної організації науково-виробничого кластеру електровимірювальної техніки на теренах України на тлі соціально-економічних та науково-технологічних процесів другої половини ХХ ст.

У вступі обґрунтовано актуальність дослідження, зумовлену сучасними потребами модернізації наукомістких виробництв, розбудови стійкої інфраструктури, зміцнення оборонного комплексу та відновлення технологічного суверенітету нашої держави. Окреслено хронологічні й територіальні межі, визначено мету та конкретно-проблемні завдання, а також охарактеризовано методологічну основу дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота складається з чотирьох розділів. У *першому розділі* визначено стан наукової розробленості теми. Проведений історіографічний аналіз наукової літератури дав змогу з'ясувати, що в історичній літературі радянської доби та періоду незалежності розвиток електроприладобудування висвітлювався лише фрагментарно, що й зумовило необхідність проведення цілісного історико-технічного дослідження. Сформовано джерельну базу, у межах якої опрацьовано матеріали 83 архівних справ із 21 фонду 8 архівів України, залучено документи офіційного діловодства, науково-технічні праці, стандарти, патенти. Також уперше досліджено та введено до наукового обігу матеріали архіву Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України, які дали змогу глибше проаналізувати процеси автоматизації та інтелектуалізації вимірювальних засобів.

У *другому розділі* висвітлено еволюцію технічної думки, у межах якої формувалися класичні методи електровимірювань та конструювалися перші вимірювальні прилади. Визначено, що напрям електровимірювальної техніки відокремився у ХІХ ст. під впливом розвитку енергетики та зв'язку, де фундаментом виступала електротехніка. З'ясовано, що важливе місце у формуванні наукових засад метрології та електровимірювальної техніки належить асоціаціям інженерів-електриків. В першій половині ХХ ст. в Україні вагому роль у створенні науково-технічного підґрунтя відіграла діяльність П. П. Копняєва, за ініціативи якого в ХТІ було проведено роботи зі створення електровимірювального кабінету, оснащеного новітніми для того часу електровимірювальними приладами, та А. Д. Нестеренка, за сприяння якого на базі КПІ організували науково-дослідні майстерні для вивчення електричних вимірювань. Майстерні КПІ стали базою для створення Київського заводу електротехнічної апаратури (надалі відомого як «Точелектроприлад»).

У *третьому розділі* обґрунтовано інституційні засади створення кластеру на початку 1950-х рр. Невід'ємною складовою науково-виробничого кластеру була система технічної освіти, представлена профільними кафедрами політехнічних інститутів, де відбувалася системна підготовка як інженерів так і

науковців. Крім того кадрове забезпечення кластеру проводилося у відділі електричних і магнітних вимірювань ІЕ АН УРСР. Важливу роль відіграли спеціальні конструкторські бюро (зокрема Львівське КБ), які розробляли електровимірювальні прилади. Перехід до цифрових технологій відбувся завдяки розробкам науковців Інституту електродинаміки АН УРСР, Інституту кібернетики АН УРСР, політехнічних інститутів Києва, Львова, Харкова та мережі відомчих інститутів і КБ при великих підприємствах. Використання методології кібернетики та інформатики зумовило перехід до проектування складних комп'ютеризованих комплексів, завдяки чому розпочалося активне створення перших інформаційно-вимірювальних систем.

У четвертому розділі проаналізовано модернізацію науково-виробничого кластеру в 1970–1991 рр. в умовах впровадження мікропроцесорної елементної бази та інтеграції обчислювальних засобів у контури вимірювання. Показано, як кібернетичні інновації та розробки мікропроцесорів НДІ «Мікроприлад» дозволили забезпечити інтелектуалізацію засобів контролю та автоматизацію випробувальних процесів. На основі систематизації матеріалів та визначення напрямів наукових досліджень проведено ідентифікацію вітчизняних наукових шкіл електровимірювальної техніки, що сформувалися на базі наукових і дослідних осередків.

У висновках підсумовано, що в Україні сформувався унікальний науково-виробничий кластер на основі взаємодії академічної, університетської, галузевої науки та виробничих підприємств.

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що:

Вперше:

– здійснено цілісне дослідження науково-виробничого кластеру електровимірювальної техніки, який сформувався на теренах України упродовж 1946–1991 рр. на основі проведення історіографічного аналізу наукової літератури, залучення джерельної бази та використання методології історичних досліджень, джерельну базу розширено за рахунок залучення раніше невідомих архівних матеріалів;

– запропоновано авторську періодизацію розвитку вітчизняної електровиміральної техніки на теренах України, яка ґрунтується на зміні інституційних моделей взаємодії між наукою, освітою та виробництвом, а також враховує еволюцію технічних характеристик, елементної бази та типів електровиміральної техніки;

– обґрунтовано, що на основі вітчизняних науково-дослідних та навчальних центрів сформувалися потужні наукові школи, які завдяки впровадженню новітньої елементної бази, новим методам вимірювань та підвищенню точності забезпечили перехід від електронно-лампових приладів до цифрових засобів та інформаційно-вимірвальних систем із функціями автоматичної обробки даних;

– доведено ефективність формування науково-виробничого кластеру як соціально-технічної системи, у якій технічний прогрес у вигляді появи нових типів приладів був нерозривно пов'язаний із такими чинниками, як створення наукових шкіл, зміна стандартів вищої освіти та становлення провідних науково-виробничих осередків у Києві, Харкові та Львові, таких як науково-виробниче об'єднання «Кристал» (м. Київ), СКБ «Системи автоматичного управління» (м. Харків), Львівський науково-дослідний радіотехнічний інститут, науково-дослідний конструкторський інститут електронної виміральної та обчислювальної техніки (м. Львів);

поглиблено та доповнено:

– відомості про організацію підготовки інженерів зі спеціальності електричні вимірювання у провідних технічних вишах України;

– історію розвитку НТУ «ХПІ» поглиблено й суттєво доповнено через персоніфікацію наукової спадщини професорсько-викладацького складу кафедри інформаційно-вимірвальних технологій;

– матеріали, що висвітлюють організаційну та наукову діяльність П. В. Окулова, К. Б. Карандєєва, А. Д. Нестеренка, Ф. Б. Гриневича, П. П. Орнатського, С. М. Терентьєва, К. С. Полуляха, К. І. Діденка, С. І. Кондрашова;

удосконалено:

– періодизацію розвитку електровимірювальних технологій в контексті розвитку світової електротехніки;

набуло подальшого розвитку:

– напрям історико-технічних досліджень з вивчення історії української електротехнічної науки, реконструкції наукової спадщини вітчизняних фахівців у галузі електротехніки, осмислення місця їхніх здобутків у світовому розвитку електротехнічної галузі.

Практичне значення дослідження полягає у можливості використання отриманих результатів для розробки стратегій розвитку сучасного приладобудівного сектору України. Матеріали роботи можуть бути застосовані при підготовці лекційних курсів з історії науки і техніки, розробці навчальних посібників для студентів технічних спеціальностей, а також у музейній та експозиційній діяльності для популяризації здобутків української наукової еліти. Висновки щодо принципів функціонування науково-виробничих структур, НДІ та НВО є актуальними для оптимізації сучасної співпраці між університетами, академічними установами та промисловими підприємствами.

Ключові слова: історія науки і техніки, електротехніка, інновації, електричні вимірювання, вимірювальні прилади, електровимірювальні прилади, методи електровимірювань, асоціація інженерів-електриків, технічна освіта, інформаційно-вимірювальні системи, електроприладобудування, метрологія, наукові школи, політехнічні інститути, Україна.

ABSTRACT

Khikhlo V. Yu. Formation and systemic organization of the scientific and industrial cluster of electrical measuring technology in Ukraine (1946–1991). Qualification scientific work on the rights of the manuscript.

The thesis is submitted to obtain a scientific degree of Doctor of Philosophy, specialty 032 – History and Archaeology. – National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv, 2026.

The dissertation is devoted to a comprehensive analysis of the historical development, institutional formation, and structural transformations of the electrical measurement instruments industry in Ukraine during the second half of the twentieth century.

The object of the study is the development of electrical measuring technology in Ukraine during 1946–1991.

The subject of the study is the institutional formation of the Ukrainian scientific and industrial cluster of electrical measuring technology during 1946–1991, including its structural elements: scientific and educational institutions, as well as industrial enterprises. The study also examines the theoretical and practical contribution of scientific schools and leading scholars to the development of electrical measuring technologies.

The purpose of the study is to provide a comprehensive analysis of the formation and systemic organization of the scientific and industrial cluster of electrical measuring technology in Ukraine against the background of the socio-economic, scientific, and technological processes of the second half of the twentieth century.

The introduction substantiates the relevance of the research, which is determined by the contemporary need to modernize science-intensive industries, develop resilient infrastructure, strengthen the defence sector, and restore the technological sovereignty of Ukraine. It outlines the chronological and territorial boundaries of the study, defines its purpose and specific research objectives, and characterizes the methodological framework of the dissertation.

The dissertation consists of four chapters. The first chapter defines the state of scholarly development of the topic. The historiographical analysis of the scientific literature has shown that, in the historical literature of both the Soviet period and the period of Ukraine's independence, the development of electrical instrument-making was covered only fragmentarily. This circumstance determined the need for a comprehensive historical and technical study. The source base was formed through the examination of materials from 83 archival files held in 21 fonds of 8 archives of Ukraine. The research also involved official administrative documents, scientific and technical works, standards, and patents. In addition, the archival materials of the V. M. Hlushkov Institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine were studied and introduced into scholarly circulation for the first time. These materials made it possible to conduct a deeper analysis of the processes of automation and intellectualization of measuring instruments.

The second chapter examines the evolution of technical thought, within which classical methods of electrical measurements were formed and the first measuring instruments were designed. It is established that electrical measuring technology emerged as a distinct field in the nineteenth century under the influence of the development of power engineering and communications, with electrical engineering serving as its foundation. It is shown that associations of electrical engineers played an important role in shaping the scientific foundations of metrology and electrical measuring technology. In the first half of the twentieth century, the activities of P. P. Kopniaiev were of considerable importance for the formation of the scientific and technical basis of this field in Ukraine. On his initiative, work was carried out at KhTI to establish an electrical measurements laboratory equipped with state-of-the-art electrical measuring instruments for that time. A. D. Nesterenko also made a significant contribution: with his support, research workshops for the study of electrical measurements were organized at KPI. The KPI workshops later became the basis for the establishment of the Kyiv Plant of Electrotechnical Equipment, subsequently known as "Tochelektroprylad".

The third chapter substantiates the institutional foundations of the cluster's creation in the early 1950s. An integral component of the scientific and industrial cluster was the system of technical education, represented by specialized departments of polytechnic institutes, where systematic training was provided for both engineers and researchers. In addition, personnel support for the cluster was provided by the Department of Electrical and Magnetic Measurements of the Institute of Electrodynamics of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Special design bureaus, particularly the Lviv Design Bureau, played an important role in the development of electrical measuring instruments. The transition to digital technologies was made possible by the work of researchers from the Institute of Electrodynamics of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, the Institute of Cybernetics of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, the polytechnic institutes of Kyiv, Lviv, and Kharkiv, as well as a network of departmental institutes and design bureaus operating at major enterprises. The application of the methodology of cybernetics and computer science led to a transition toward the design of complex computerized systems, which initiated the active development of the first information-measuring systems.

The fourth chapter analyzes the modernization of the scientific and industrial cluster in 1970–1991 under the conditions of the introduction of the microprocessor element base and the integration of computing tools into measurement circuits. It demonstrates how cybernetic innovations and microprocessor developments by the Research Institute “Mikroprylad” made it possible to ensure the intellectualization of control instruments and the automation of testing processes. On the basis of the systematization of materials and the identification of the main directions of scientific research, the Ukrainian scientific schools of electrical measuring technology that had formed within scientific and research centres were identified.

The conclusions summarize that a unique scientific and industrial cluster was formed in Ukraine on the basis of interaction among academic, university, and sectoral science, as well as industrial enterprises.

The scientific novelty of the study lies in the following:

For the first time:

- a comprehensive study of the scientific and industrial cluster of electrical measuring technology that developed in Ukraine during 1946–1991 has been carried out on the basis of a historiographical analysis of scientific literature, the use of a broad source base, and the application of the methodology of historical research. The source base has been expanded through the inclusion of previously unknown archival materials;

- an original periodization of the development of Ukrainian electrical measuring technology in Ukraine has been proposed. It is based on changes in the institutional models of interaction among science, education, and production, and also takes into account the evolution of technical characteristics, the component technology, and the types of electrical measuring equipment;

- it has been substantiated that, on the basis of Ukrainian research and educational centres, powerful scientific schools were formed which, through the introduction of a new component technology, new measurement methods, and increased accuracy, ensured the transition from vacuum-tube instruments to digital devices and information-measuring systems with automatic data-processing functions;

- the effectiveness of the formation of the scientific and industrial cluster as a sociotechnical system has been demonstrated. Within this system, technical progress, reflected in the emergence of new types of instruments, was inseparably connected with such factors as the formation of scientific schools, changes in higher education standards, and the establishment of leading scientific and industrial centres in Kyiv, Kharkiv, and Lviv. These included the Scientific and Production Association “Krystal” in Kyiv, the Special Design Bureau “Automatic Control Systems” in Kharkiv, the Lviv Research Radio Engineering Institute, and the Research and Design Institute of Electronic Measuring and Computing Equipment in Lviv.

The following has been expanded and enriched:

- information on the organization of training for engineers in the specialty of electrical measurements at leading technical higher education institutions of Ukraine;

- the history of the development of the National Technical University “Kharkiv

Polytechnic Institute” has been deepened and substantially supplemented through the documenting the individual scholarly contributions of the teaching and research staff of the Department of Information and Measuring Technologies;

– materials covering the organizational and scientific activities of P. V. Okulov, K. B. Karandieiev, A. D. Nesterenko, F. B. Hrynevych, P. P. Ornatskyi, S. M. Terentiev, K. S. Poluliakh, K. I. Didenko, and S. I. Kondrashov.

The following has been refined:

– the periodization of the development of electrical measuring technologies in the context of the development of global electrical engineering.

The following has been further developed:

– the field of historical and technical research devoted to the study of the history of Ukrainian electrical engineering science, the reconstruction of the scientific legacy of Ukrainian specialists in the field of electrical engineering, and the interpretation of the place of their achievements in the global development of electrical engineering.

The practical significance of the study lies in the possibility of using the obtained results for the development of strategies for the advancement of the modern instrument-making sector of Ukraine. The materials of the dissertation may be used in preparing lecture courses on the history of science and technology, in developing textbooks and teaching materials for students of technical specialties, as well as in museum and exhibition activities aimed at popularizing the achievements of the Ukrainian scientific elite. The conclusions regarding the principles of functioning of scientific and industrial structures, research institutes, and scientific and production associations are relevant for optimizing modern cooperation among universities, academic institutions, and industrial enterprises.

Keywords: history of science and technology, electrical engineering, innovations, electrical measurements, measuring instruments, electrical measuring instruments, electrical measurement methods, association of electrical engineers, technical education, information and measuring systems, electrical instrument making, metrology, scientific schools, polytechnic institutes, Ukraine.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Публікації у виданнях, включених до переліку фахових видань України (категорія «Б»)

1. Хіхло В. Ю. Становлення електровимірювального приладобудування в Україні на тлі розвитку світової електротехніки (наприкінці ХІХ ст. – 60-ті рр. ХХ ст.). *Актуальні питання у сучасній науці. Серія «Історія та археологія»*. 2024. № 8 (26). С. 1268–1280. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6300-2024-8\(26\)-1268-1280](https://doi.org/10.52058/2786-6300-2024-8(26)-1268-1280).

2. Хіхло В. Ю. Особливості розвитку електровимірювальної техніки в Україні (1960–1980-ті рр.). *Дослідження з історії і філософії науки і техніки*. 2025. Вип. 34.1. С. 143–154. DOI: <https://doi.org/10.15421/272514>.

3. Хіхло В. Ю. Розвиток інформаційно-вимірювальних систем у 1970-х – 1980-х рр. та організація наукової роботи українських учених над їх вдосконаленням. *Історія науки і біографістика*. Вип. 4. Київ: Національна наукова сільськогосподарська бібліотека Національної академії аграрних наук України, 2025. С. С. 114–129. DOI: <https://doi.org/10.31073/istnauka202504-08>.

Публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

4. Хіхло В. Ю. Витоки зародження електровимірювальної техніки в Україні (друга половина ХІХ ст. – початок ХХ ст. *Автоматизація, електроніка, інформаційно-вимірювальні технології: освіта, наука, практика: матеріали 4-ї Міжнародної науково-технічної конференції, 1–2 грудня 2022 р.* Харків: НТУ «ХПІ», 2022. С. 222–223.

5. Хіхло В. Ю. До історії створення Міжнародної системи електричних одиниць упродовж ХІХ ст. *Матеріали 18-ї Всеукраїнської наукової конференції молодих учених та спеціалістів за темою: «Історія освіти, науки і техніки в Україні. Історія науки і техніки у кризові періоди суспільного розвитку»*, 14 квітня 2023 р. Київ, 2023. С. 273–276.

6. Хіхло В. Ю. До історії створення вимірювальних мостів в Україні. *Актуальні питання історії науки і техніки. Матеріали 22-ї Всеукраїнської наукової конференції*. Київ: Державний політехнічний музей імені Бориса Патона при КПІ імені Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2023. С. 189–192.

7. Tverytnykova Elena, Khikhlo Vadym. The influence of information technologies on the development of measurement tools and methods in Ukraine (second half of the 20th century). *IEEE Sixth International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo)*. (Scopus) 2023. DOI: <https://doi.org/10.1109/UkrMiCo61577.2023.10380337>.

8. Хіхло В. Ю. кер. Тверитникова О. Є. Розвиток програмно-апаратних засобів вимірювання в Україні (друга половина ХХ ст.). *Матеріали 16-ї Міжнародної науково-технічної конференції студентів та аспірантів «Перспективи розвитку інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем» ПРІТС 2024*. Київ: КПІ імені Ігоря Сікорського, 2024. С. 322.

9. Хіхло В. Ю. Вчений у галузі електронного приладобудування: професор К. С. Полулях (до 100-річчя зі дня народження). *Матеріали 29-ї Всеукраїнської наукової конференції молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів за темою: «Наука для відбудови України», 19 квітня 2024 р.* Київ, 2024. С. 228–232.

10. Хіхло В. Ю. Етапи розвитку електровимірювальної техніки в Україні у ХХ ст. *Україна і світ: гуманітарно-технічна еліта та соціальний прогрес: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів і аспірантів*. Харків: НТУ «ХПІ», 2024. С. 492–493.

11. Хіхло В. Ю. До історії становлення та розвитку галузі електровимірювальної техніки в Україні у ХХ ст. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей 32-ї Міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD–2024, 22–25 травня 2024 р.* Харків: НТУ «ХПІ», 2024. С. 1100.

12. Хіхло В. Ю. Доробок конструкторів київського заводу «Точелектроприлад»: створення спеціального електровимірювального

обладнання. *Матеріали 23-ї Всеукраїнської наукової конференції «Актуальні питання історії науки і техніки»*. Київ, 2024. С. 207–210.

13. Хіхло В. Ю. Підготовка інженерів з електровимірювальної техніки на теренах України упродовж ХХ ст. *Автоматизація, електроніка, інформаційно-вимірювальні технології: освіта, наука, практика : матеріали 5-ї Міжнародної науково-технічної конференції, 28-29 листопада 2024 р.* Харків, 2024. С. 283–284.

14. Хіхло В. Ю. Електровимірювальне приладобудування у Київському політехнічному інституті (перша половина ХХ ст.) *Матеріали 30-ї Міжнародної наукової конференції молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів за темою: «Наука для справедливого миру в Україні», 25 квітня 2025 р.* Київ, 2025. С. 249–253.

15. Хіхло В. Ю. Уніфікація в електроприладобудуванні наприкінці 60-х рр. – середині 70-х рр. ХХ ст. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей 32-ї Міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2025, 14-17 травня 2025 р.* Харків: НТУ «ХПІ», 2025. С. 1282.