

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**ДУ «ІНСТИТУТ ДОСЛІДЖЕНЬ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО
ПОТЕНЦІАЛУ ТА ІСТОРІЇ НАУКИ ІМ. Г.М. ДОБРОВА НАН УКРАЇНИ»**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЛАВРІНЕНКО ОЛЬГА ВАЛЕРІЇВНА

УДК 621.3.01(09)+621.3.01(477)

ДИСЕРТАЦІЯ

**СТАНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТОК ТЕОРЕТИЧНОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ
ЯК НАУКИ ТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
НА ТЕРЕНАХ УКРАЇНИ У 30-ТІ РР. ХХ СТ. – ПОЧАТОК ХХІ СТ.**

07.00.07 – історія науки й техніки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата історичних наук

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



О.В. Лавріненко

Науковий керівник **Тверитникова Олена Євгенівна**,
доктор історичних наук, доцент

Київ – 2021

АНОТАЦІЯ

Лавріненко О. В. Становлення та розвиток теоретичної електротехніки як науки та навчальної дисципліни на теренах України у 30-ті рр. ХХ ст. – початок ХХІ ст. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата історичних наук за спеціальністю 07.00.07 історія науки й техніки. – ДУ «Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України», м. Київ, 2021.

На сучасному етапі становлення національної науки й освіти зростає інтерес до історії конкретних наукових напрямів та постатей, а найважливішими проблемами є визначення наукової стратегії держави, поліпшення взаємодії науки й суспільства, підвищення результативності наукового пошуку. Електротехнічна наука не виключення, виробляючи та поширюючи знання, вона стає підґрунтям для створення та удосконалення електротехнологій, новітніх джерел енергії, різноманітної електротехнічної продукції для виробництва, перетворення, передачі й споживання електроенергії та є однією з найбільш розвинутих промислових галузей, що забезпечує продукцією космічну, медичну, промислову, транспортну, аграрну й побутову сфери. Виходячи з цього, актуалізуються історичні дослідження й переосмислення розвитку теоретичної електротехніки. В Україні становлення цього напрямку пов'язано зі створенням вищої технічної освіти. Технічні заклади, маючи значний освітній та науковий потенціал, стали важливою ланкою трансферу знань і відіграли помітну роль у розвитку електротехнічної галузі в цілому.

Метою роботи є історико-науковий аналіз розвитку теоретичної електротехніки як фундаментальної бази становлення електротехнічної галузі України на основі вивчення результатів діяльності академічних установ та вищих технічних навчальних закладів

У дисертаційній роботі на основі історіографічного аналізу, введення до наукового обігу значної джерельної бази та методологічних засад проведено дослідження становлення і розвитку теоретичної електротехніки як науки та навчальної дисципліни на теренах України. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел, літератури та додатків.

Наукові положення та висновки дисертаційного дослідження базуються на вивченні доробку попередників та залученні репрезентативної джерельної бази. Джерельна база роботи складається із великого масиву різноманітних джерел. Зокрема, архівні матеріали, опубліковані джерела – монографії, фахові періодичні видання у галузі теоретичної електротехніки. Провідне місце у дисертаційній роботі складають архівні матеріали, що були виявлені у фондах центральних, державних архівів, архівах науково-дослідних установ України. До наукового обігу залучено 134 справи 9 архівних установ України, уперше залучено матеріали 23 справ Ф. 263 науково-технічного архіву ІЕД НАН України.

Методологічною основою дисертаційної роботи стали принципи об'єктивності, історизму, соціального та всебічного підходу, що допомогло дослідити та виокремити основні риси процесу розвитку теоретичної електротехніки.

Узагальнення основних відомостей та одержаної науково-технічної інформації розкрито в удосконаленій періодизації історичного розвитку теоретичної електротехніки, з урахуванням початкового етапу накопичення знань, що мав важливе значення для формування прикладного апарату теоретичної електротехніки.

У розвитку теоретичної електротехніки в Україні доцільно виокремити три основні етапи: I етап (1930–1949 рр.) – це становлення теоретичної електротехніки як самостійного наукового напрямку та навчальної дисципліни; II етап (1950–1990 рр.) – відзначається створенням спеціальних електротехнічних знань як основи розвитку електротехнічної промисловості;

III етап (1991– початок ХХ ст.) – це сучасний етап розвитку теоретичної електротехніки в Україні, що було умовно поділено на два періоди. Виділення цих етапів обумовлене тим, що кожен з них мав певний вплив на формування напряму теоретичної електротехніки в Україні.

Доведено, що впродовж 1950–1990 рр. у електротехнічних наукових осередках УРСР проходила диференціація й поглиблення наукових напрямів досліджень з теоретичної електротехніки. Стали нагальними науково-технічні проблеми проектування та виготовлення унікальних систем електроенергетичного та електротехнічного обладнання, а також дослідження електромагнітних та електромеханічних процесів у складних системах та пристроях.

Систематизовано наукові здобутки дослідних колективів із різних проблем теоретичної електротехніки а також відомості про організаційну й наукову діяльність учених. Створено структурно-логічні схеми діяльності кафедр з теоретичних основ електротехніки у провідних вищих технічних навчальних закладів України за організаційним, методичним та науковим спрямуванням їхньої роботи. Саме у цей час на базі спеціалізованих інститутів АН УРСР розвивались теоретичні основи і методи підвищення надійності роботи електроенергетичних систем із застосуванням нових принципів релейного захисту та автоматичного керування (І.М. Сирота), теорія та принципи побудови високонадійних регульованих пристроїв для симетрування режимів роботи багатофазних систем при несиметричних навантаженнях (О.М. Мілях), теорія квазі-аналогового моделювання (Г.Є. Пухов). Створення науково-дослідних лабораторій на спеціалізованих кафедрах Львівського політехнічного інституту та Київського політехнічного інституту сприяло розвитку наукових шкіл І.М. Чиженка та Т.П. Губенка.

З 1991 р. у профільних інститутах НАН України було запропоновано низку заходів щодо відновлення та збереження науково-технічного та інтелектуального потенціалу електротехнічної школи із розвитку нових напрямів для практичних потреб української держави. Розпочалася багаторічна співпраця із міжнародною спільнотою. Починаючи із 2001 р. у

рамках пріоритетних напрямів розвитку української науки і техніки, задекларованих декількома важливими законами держави, розпочалася багаторічна цільова підтримка фундаментальної наукової тематики у вищих технічних навчальних закладах, де було розвинуто нові практичні напрями досліджень. Проходило поступове відновлення кадрового потенціалу викладачів та науковців кафедр з теоретичної електротехніки та відкрилися перспективні напрями із підготовки студентів зі спеціалізованих освітніх програм.

Ключові слова: історія науки й техніки, електротехнічна наука, Україна, теоретична електротехніка, наукові дослідження, система підготовки наукових та інженерних кадрів, освіта.

ABSTRACT

Lavrinenko O.V. The formation and development of theoretical electrical engineering as a science and academic discipline in Ukraine in the 30s of XX century - beginning of XXI century - Manuscript.

The dissertation for the degree of Candidate of Historical Sciences on the specialty 07.00.07 History of Science and Technology. – Dobrov Institute for Scientific and Technological Potential and Science History Studies of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2021.

At the present stage of the formation of national science and education, interest in the history of specific scientific directions and figures grows, and the most important problems are the definition of the scientific strategy of the state, improving the interaction of science and society, increasing the effectiveness of scientific research. Electrotechnical science is not an exception, producing and disseminating knowledge, it becomes the basis for the creation and improvement of electrical technologies, the latest energy sources, various electrical products for the production, conversion, transmission and consumption of electricity and is one of the most developed industrial industries that provides products space, medical, industrial, transport, agrarian and domestic spheres. Based on this, historical research and rethinking the development of theoretical electrical engineering are updated. In Ukraine, the formation of this direction is associated with the creation of higher technical education. Technical institutions, having significant educational and scientific potential, have become an important link in the transfer of knowledge and have played a significant role in the development of the electrical industry as a whole.

The purpose of the work is a historical and scientific analysis of the development of theoretical electrical engineering as a fundamental basis for the formation of the electrical industry of Ukraine on the basis of studying the results of academic institutions and higher technical educational institutions

In this dissertation work, based on historiographical analysis, the introduction of significant source base and methodological bases the formation research and development of theoretical electrical engineering as a science and educational discipline in Ukraine was conducted. The work consists of an introduction, four chapters, conclusions to each section, general conclusions, and a list of used sources, literature and annexes.

The scientific positions and conclusions of the thesis research are based on the study of the heritage of predecessors and the involvement of a representative source base. The source base of the work consists of a large array of different sources. In particular, archival materials, published sources - monographs, professional periodicals in the field of theoretical electrical engineering. The leading place in the dissertation work is occupied by archival materials, which were found in the funds of central, state archives, archives of research institutions of Ukraine. There were 134 files of 9 archival institutions of Ukraine involved in the scientific turnover, materials of 23 files of the scientific and technical archive of the Institute of Electrodynamics of National Academy of Sciences of Ukraine involved for the first time.

The methodological basis of the dissertation work was the principles of objectivity, historicism, social and comprehensive approach, which helped to investigate and distinguish the main features of the development process of theoretical electrical engineering.

Generalization of basic information and obtained scientific and technical information is revealed in the improved periodization of the historical development of theoretical electrical engineering, taking into account the initial stage of the accumulation of knowledge that was important for the formation of the applied apparatus of theoretical electrical engineering.

There are three main stages in the development of theoretical electrical engineering in Ukraine: I stage (1930–1949) is the formation of theoretical electrical engineering as an independent scientific direction and academic discipline; II stage (1950–1990) is marked by the establishment of specific

electrical knowledge as the basis of electrical engineering industry; III stage (1991– early XXI century) is the modern stage of theoretical electrotechnology in Ukraine, which was conditionally divided into two periods. The highlighting of these stages is due to the fact that each of them had a certain influence on the formation of the direction of theoretical electrical engineering in Ukraine.

It is proved that during the 1950–1990 biennium differentiation and deepening of scientific research areas in theoretical electrical engineering took place in the electrical scientific centers of the Ukrainian SSR. Scientific and technical problems of design and manufacture of unique systems of electric power and electrical equipment, as well as research of electromagnetic and electromechanical processes in complex systems and devices have become urgent.

Systematized scientific achievements of research teams on various problems of theoretical electrical engineering as well as information about organizational and scientific activities of scientists. Structural and logical schemes of the departments from the leading higher technical educational institutions of Ukraine in the organizational, methodological and scientific direction of their work have been created. It was at that time on the basis of specialized institutes of the Ukrainian SSR Academy of Sciences the theoretical foundations and methods of increasing the reliability of electric power systems with application of new principles of relay protection and automatic control (I.M. Syrota), the theory and principles of highly reliable regulated devices construction for symmetric operation modes of multi-phase systems under asymmetric loads (A.M. Milyakh), the theory of quasi-analog modelling (G.E. Puchov) were developed. The establishment of research institutes at the specialized departments of Lviv Polytechnic Institute and Kyiv Polytechnic Institute facilitated the development of the scientific schools of I.M. Chyzhenko and T.P. Gubenko.

Since 1991, a number of measures to restore and preserve the scientific, technical and intellectual potential of the electrical engineering school to develop new directions for the practical needs of the Ukrainian state were proposed in the specialized institutes of the National Academy of Sciences of Ukraine. Long-term

cooperation with the international community was started. Since 2001, within the framework of the priority directions of development of Ukrainian science and technology, declared by several important laws of the state, a multi-year targeted support of fundamental scientific topics in technical higher education institutions has started, where new practical research areas have been developed. There has been a gradual rebuilding of the teaching staff and scientists in the departments of theoretical electrical engineering and perspective directions of training for students from specialized educational programs have opened up.

Key words: history of science and technology, electrical science, Ukraine, theoretical electrical engineering, scientific research, scientific and engineering training system, education.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ О.В. ЛАВРІНЕНКО ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях України

1. Лавріненко О. В. Вчений у галузі електротехніки – професор В.Л. Бенін (до 100-річчя зі дня народження) Історія науки і техніки: *Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій*. 2018. Том 8. Вип. 2 (13). С. 328–339.

2. Лавріненко О. В. Розвиток теоретичної електротехніки в інституті Електродинаміки НАН України (1991–2017 рр.) *«Гілея: науковий вісник»: збірник наукових праць*. 2019. Випуск 144 (№5) Ч.1. Історичні науки. С. 63–69.

3. Лавріненко О. В. Характеристика джерельної бази розвитку теоретичної електротехніки в Україні. *Питання історії науки і техніки*. 2019. №3-4 (53–54). С. 38–44.

4. Лавріненко О. В. Передумови виникнення та періодизація розвитку теоретичної електротехніки в Україні (1930 р. – початок ХХІ ст.) *Міжвідомчий тематичний збірник «Історія науки і біографістика» – електронне наукове фахове видання*. 2019. №4. С. 191–209. URL: <http://inb.dnsgb.com.ua/2019-4/12.pdf> (дата звернення 01.02.2021).

5. Лавріненко О. В. Напрями розвитку теоретичної електротехніки в Україні у 60-ті рр. ХХ ст. *«Гілея: науковий вісник»: збірник наукових праць*. 2020. Вип. 153 (№2). С. 86–90.

Стаття у зарубіжному науковому виданні

6. Lavrinenko O. The historiography of formation and development of theoretical electrical engineering in Ukraine (XX – early XXI century). *Knowledge, Education, Law, Management*. 2020. № 8(36), vol. 1. P. 89–96.

Опубліковані праці апробаційного характеру

7. Лавріненко О. В. Харківська електролабораторія як окремий науковий осередок в структурі інституту електротехніки АН УРСР/

Одинадцяті наукові читання, присвячені діяльності Олександра Парфенійовича Бородин (1848–1898): мат. доповідей, 14 жовтня 2015 р., Київ, 2015. С. 18–21

8. Лавріненко О. В. Інноваційні дослідження професора В.Л. Беніна в галузі теоретичної електротехніки (до 100-річчя зі дня народження) / *Матеріали 17-ї Всеукраїнської наукової конференції «Актуальні питання історії науки і техніки» Центр пам'яткознавства НАН України і УТОПІК; Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 27–29 вересня 2018 р., Київ, 2018. С. 135–138.*

9. Лавріненко О. В. Розвиток української наукової школи з теоретичної електротехніки в ДУ «Інституті технічних проблем магнетизму НАН України». *Чотирнадцяті наукові читання, присвячені діяльності Олександра Парфенійовича Бородин (1848–1898): мат. доповідей, 17 листопада 2018 р., Київ, 2018. С. 48–52.*

10. Лавріненко О. В. Внесок О.П. Сукачова у формування термінологічного апарату теоретичної електротехніки. *Актуальні проблеми автоматики та приладобудування: матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції, 6–7 грудня 2018 р., Харків, 2018. С. 234–235.*

11. Лавріненко О. В. Діяльність науково-педагогічних шкіл з теоретичної електротехніки в системі вищої професійної технічної освіти України 1991 – 2017 рр. *Двадцять четверта всеукраїнська наукова конференція молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів за темою: «Наука як феномен національної культури» мат. конф., 19 квітня 2019 р., Київ, 2019. С. 115–118.*

12. Лавріненко О. В. Розвиток теоретичних основ електротехніки в контексті підготовки інженерів в НТУ«ХПІ». *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2019, 15–17 травня 2019 р., Харків, 2019. С. 31.*

13. Tverytnykova O. Ye., Sklyar V. M., Gutnyk M. V., Lavrinenko O. V. International cooperation of academic institutes of Ukraine in the field of electrical engineering: trends of development and the modern state (the second half of the XX century – the beginning of the XXI century). *Матеріали міжнародного симпозіуму «Національні академії наук: сучасний стан, проблеми, перспективи розвитку і пріоритети співпраці в рамках МААН»*, 6–7 червня 2019 р., Київ, 2019. С. 212–220. (авторка особисто висвітлила розвиток міжнародної співпраці в Інституті електродинаміки НАН України).

14. Лавріненко О. В. Формування теоретичної електротехніки як фундаментальної наукової та навчальної дисципліни в Україні на початку XX ст. *Матеріали 18-ї Всеукраїнської наукової конференції «Актуальні питання історії науки і техніки»*, 26–28 вересня 2019 р., Краматорськ, 2019. С. 168–173.

15. Лавріненко О. В. А.Д. Нестеренко – видатний вчений у галузі приладобудування та електровимірювальної техніки. *Актуальні проблеми автоматики та приладобудування: матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції*, 3–4 грудня 2020 р., Харків, 2020. С. 126–127.

Публікації, що додатково відображають результати дисертації

16. Боев В. М., Грибская Е. А., Лавріненко О. В. «Электротоническое состояние» и закон электромагнитной индукции Фарадея. *Електротехніка і електромеханіка*. 2004, № 4. С. 5–8. (авторкою розкрито вплив відомого англійського вченого та подальший розвиток електромагнітної теорії).

17. Лавріненко О. В. Наукова електротехнічна школа Львівського політехнічного інституту наприкінці XIX ст. – початку XX ст. *Virtus: Scientific Journal*. 2019. № 38 (November). P. 172–176.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ ТЕРМІНІВ	15
ВСТУП	17
РОЗДІЛ 1. СТАН НАУКОВОГО ОПРАЦЮВАННЯ, ДЖЕРЕЛЬНА БАЗА ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	25
1.1. Історіографія проблеми	25
1.2. Характеристика джерельної бази.....	37
1.3. Методологічні основи дослідження.....	48
Висновки до першого розділу.....	51
РОЗДІЛ 2. СТАНОВЛЕННЯ ФІЗИЧНИХ ОСНОВ ТЕОРЕТИЧНОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ	52
2.1. Виникнення теоретичної бази як основи для розвитку електротехніки як прикладної технічної науки (1759–1889 рр.).....	52
2.2. Передумови формування наукових основ теоретичної електротехніки в Україні (1890–1929 рр.)	64
2.3. Формування наукових основ, становлення науково-організаційних засад та термінологічного апарату теоретичної електротехніки (1930– 1949 рр.)	82
Висновки до другого розділу	94
РОЗДІЛ 3. РОЗВИТОК ПРИКЛАДНИХ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ТЕОРЕТИЧНОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ (1950–1990 рр.)	96
3.1. Розвиток та інтегрування теоретичних досліджень в галузі електротехніки у практичну діяльність (1950–1969 рр.).....	96
3.2. Поглиблення та диференціація електротехнічної науки (1970–1990 рр.)	117
3.3. Становлення теоретичної електротехніки як навчальної дисципліни	123
Висновки до третього розділу.....	129

РОЗДІЛ 4. ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ТЕОРЕТИЧНОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ В УМОВАХ СОЦІАЛЬНО-ПОЛІТИЧНИХ ЗМІН В УКРАЇНІ (1991 р. – початок ХХІ ст.)	131
4.1. Розбудова та пошук нових організаційних форм розвитку електротехнічної науки в академічних установах України	131
4.2. Тенденції розвитку теоретичної електротехніки у ВТНЗ.....	156
4.3. Підготовка наукових та інженерних кадрів в галузі теоретичної електротехніки	170
Висновки до четвертого розділу	176
ВИСНОВКИ	179
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	186
ДОДАТКИ	223

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ ТЕРМІНІВ

АН України – Академія наук України

АН УРСР – Академія наук Української Радянської Соціалістичної Республіки

АС – асинхронний двигун

ВПІ – Вінницький політехнічний інститут

ВТНЗ – Вищий технічний навчальний заклад

ДАК – Державний архів м. Києва

ДАЛО – Державний архів Львівської області

ДАОО – Державний архів Одеської області

ДАХО – Державний архів Харківської області

ДГІ – Дніпропетровський гірничий інститут

ДПІ – Донецький політехнічний інститут

ДУ ІТПМ НАН України – Державна установа Інститут технічних проблем магнетизму НАН України

ЕОМ – електронні обчислювальні машина

ІА НБУ ім.В.І. Вернадського НАН України – Інститут архівознавства

Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського НАН України

ІЕ АН УРСР – Інститут енергетики (з 1947 р. Інститут електротехніки) АН УРСР

ІЕД АН УРСР – Інститут електродинаміки Академії наук УРСР

ІЕД НАН України – Інститут електродинаміки Національної Академії наук України

ІПМЕ АН УРСР – Інститут проблем моделювання в енергетиці Академії наук УРСР

КПІ – Київський політехнічний інститут

ЛПІ – Львівський політехнічний інститут

МІОМ – магнітно-імпульсне оброблення металів

НАН України – Національна академія наук України

НДІ ММ ХДУ – Науково-дослідний Інститут математики та механіки
Харківського державного університету
НДЛ – науково-дослідна лабораторія
НДС – науково-дослідний сектор
НТА ІЕД НАН України – науково-технічний архів Інститут електродинаміки
Національної Академії наук України
НТУ «ХП» – Національний технічний університет «Харківський
політехнічний інститут»
НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» – Національний технічний університет
України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
НУ «ЛП» – Національний університет «Львівська політехніка»
ОІЕЗ – Одеський інститут електричного зв'язку
ОНПУ – Одеський національний політехнічний університет
ОПІ – Одеський політехнічний інститут
СРСР – Союз Радянських соціалістичних республік
ТЕК – теорія електричних кіл
ТЕМК – теорія електричних та магнітних кіл
ТЕП – теорія електромагнітного поля
ТЕСК – теорія електричних сигналів і кіл
ТОЕ – теоретичні основи електротехніки
УРСР – Українська Радянська соціалістична республіка
ХДУ – Харківський державний університет
ХЕМЗ – Харківський електромеханічний завод
ХЕТІ – Харківський електротехнічний інститут
ХПІ – Харківський політехнічний інститут
ХХТІ – Харківський хіміко-технологічний інститут
ЦДАВО України – Центральний державний архів Вищих органів влади і
управління України

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Визначальним чинником науково-технічного прогресу країни, ефективного розвитку її економіки є наука. Розвиток суспільства сьогодні може бути забезпечений лише за наявності високого рівня розвитку науки. На сучасному етапі становлення національної науки й освіти зростає інтерес до історії конкретних наукових напрямів та постатей, а найважливішими проблемами є визначення наукової стратегії держави, поліпшення взаємодії науки й суспільства, підвищення результативності наукового пошуку. Електротехнічна наука не виключення, виробляючи та поширюючи знання, вона стає підґрунтям для створення та удосконалення електротехнологій, новітніх джерел енергії, різноманітної електротехнічної продукції для виробництва, перетворення, передачі й споживання електроенергії та є однією з найбільш розвинутих промислових галузей, що забезпечує продукцією космічну, медичну, промислову, транспортну, аграрну й побутову сфери. Особливістю формування електротехнічної науки в Україні є органічне поєднання теоретичних напрацювань й створення спеціальних знань для підготовки наукового потенціалу. Незважаючи на варіативність інформаційних технологій початку XXI ст., фундаментальна наука повинна залишатися основою подальшого розвитку, як і дисципліна «Теоретичні основи електротехніки» (ТОЕ) – базовою складовою підготовки інженерів електротехнічного спрямування. З огляду на це, при реформуванні галузевої науки необхідно зберегти досвід та наукові напрацювання минулого, щоб створити умови для розвитку електротехнічної науки в майбутньому.

Виходячи з цього, актуалізуються історичні дослідження й переосмислення розвитку теоретичної електротехніки. В Україні становлення цього напрямку пов'язано зі створенням вищої технічної освіти. Технічні заклади, маючи значний освітній та науковий потенціал, стали важливою ланкою трансферу знань і відіграли помітну роль у розвитку електротехнічної галузі в

цілому. Визначальним у розвитку теоретичної електротехніки було створення Інституту електротехніки (ІЕ) в системі Академії наук УРСР. Це сприяло акумулюванню фундаментальних досліджень з різних теоретичних проблем, що дало змогу більш ефективного використання теоретичних напрацювань на практиці. Розгортання робіт у галузі теоретичної електротехніки в Інституті електродинаміки НАН України (ІЕД НАН України) сприяло виокремленню нових наукових осередків, зокрема Державної установи Інституту технічних проблем магнетизму НАН України (ДУ «ІТПМ НАН України»).

Відсутність в українській історичній науці узагальнюючих праць з розвитку теоретичної електротехніки посилює актуальність дослідження.

Зв'язок дисертації з науковими програмами, планами і темами.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі українознавства, культурології та історії науки Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (НТУ «ХПІ») у межах плану науково-дослідних робіт, є складовою наукових тем кафедри «Історія розвитку науково-освітнього і промислового потенціалу Слобідської України наприкінці ХІХ – початку ХХІ ст.» (ДР№ 0116U005545) НТУ «ХПІ», «Історія та культура Слобожанщини як складова цивілізаційного поступу України наприкінці ХІХ – на початку ХХІ ст.» (ДР№ 0119U002616) та наукових тем кафедри теоретичні основи електротехніки НТУ «ХПІ» «Математичне та фізичне моделювання процесів виникнення корони при роботі електроенергетичних об'єктів» (ДР№ 0116U000882), «Моделювання електрофізичних процесів при високовольтних розрядах для підвищення надійності засобів блискавкозахисту» (ДР№ 0118U002050), у яких здобувач була виконавцем окремих розділів.

Метою дослідження дисертаційної роботи є історико-науковий аналіз розвитку теоретичної електротехніки як фундаментальної бази становлення електротехнічної галузі України на основі вивчення результатів діяльності академічних установ та вищих технічних навчальних закладів (ВТНЗ).

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі науково-дослідницькі **завдання**:

- здійснити історіографічний аналіз наукової літератури з розвитку теоретичної електротехніки, сформуванню репрезентативну джерельну базу;
- з’ясувати характерні ознаки формування теоретичної електротехніки, виявити події, що стали підґрунтям становлення наукового напрямку в Україні впродовж 1890–1929 рр., удосконалити періодизацію;
- дослідити трансформацію напрямку теоретичної електротехніки, поглиблення наукових досліджень відповідно до потреб електропромисловості наприкінці 1940-х рр. – початку 1980-х рр.;
- систематизувати наукові здобутки дослідних колективів із різних проблем теоретичної електротехніки та встановити характерні риси формування дисципліни теоретичні основи електротехніки як важливої складової фундаментальної підготовки інженерів;
- довести результативність здобутків учених ІЕД НАН України в галузі теоретичної електротехніки, узагальнити напрями пошукової діяльності, з’ясувати суперечності в розвитку вітчизняної електротехнічної науки;
- розкрити процес становлення системи підготовки наукових кадрів з теоретичної електротехніки та проаналізувати результати її функціонування;

Об’єктом дослідження є розвиток теоретичної електротехніки на теренах України на тлі суспільно-політичних та соціально-економічних змін ХХ ст. – початку ХХІ ст.

Предметом дослідження є теоретична електротехніка як наука та навчальна дисципліна на теренах України у період 30-х рр. ХХ ст. – початок ХХІ ст.

Хронологічні межі дослідження охоплюють період з 1930 р. й до сьогодні. Нижня межа пов’язана зі створенням перших напрацювань у галузі теоретичної електротехніки, створенням перших спеціалізованих кафедр у ВТНЗ, що об’єднали вчених для проведення комплексних теоретичних

досліджень, а також впровадженням у навчальний процес дисципліни ТОЕ. Верхня межа дисертаційного дослідження пов'язана з трансформаційними процесами, що відбувалися у науковій та промисловій сферах України та характеризує сучасний стан наукового забезпечення електротехнічної галузі.

Територіальні межі дослідження окреслено адміністративними межами України наприкінці ХІХ ст. – початку ХХІ ст., що перебувала у складі СРСР, а також кордонами суверенної Української держави.

Методологічні та теоретичні засади дисертаційного дослідження базуються на таких принципах історичного пізнання як історизм, об'єктивність, системність, науковість, комплексність джерел, системність, наступність, багатофакторність та всебічність. У процесі дослідження застосовано методи історіографічного, джерелознавчого та термінологічного аналізу. Комплексне поєднання принципів історичного пізнання, об'єктивності та системності, а також загальнонаукових (аналіз, синтез, класифікація), міждисциплінарних (структурно-системний підхід), історичних (ретроспективний, проблемно-хронологічний, порівняльно-історичний, описовий, періодизація, біографічний, персоніфікація) методів наукових досліджень сприяло всебічному підходу до розкриття процесу становлення й розвитку теоретичної електротехніки як наукового напрямку та навчальної дисципліни.

Наукова новизна дисертаційного дослідження полягає в тому, що робота є першим в українській науці комплексним історичним дослідженням, в якому розкрито процес формування напрямку теоретичної електротехніки в Україні.

У результаті проведеного дослідження *вперше*:

– на основі залучення методології історико-технічних досліджень проведено історіографічний аналіз наукової літератури, що дало змогу з'ясувати характерні ознаки становлення наукових та методологічних засад розвитку теоретичної електротехніки в Україні, запропонована структурно-логічна схема формування основних розділів теоретичної електротехніки;

– визначено та введено до наукового обігу найбільш повний на сьогодні комплекс джерел, у тому числі низку невідомих і маловідомих документів;

– з'ясовано внесок кафедри теоретичних основ електротехніки (ТОЕ) Харківського політехнічного інституту (ХПІ) у розгортання діяльності зі створення та впровадження термінології в галузі електротехніки, розкрита роль О.П. Сукачова у створенні першого довідника «Терминология теоретической электротехники», який було рекомендовано до застосування в усіх наукових та навчальних установах СРСР;

– розкрито основні напрями науково-дослідної та навчальної роботи осередків електротехнічної науки впродовж 1950–1980-х рр., з'ясована їхня роль у створенні теоретичного підґрунтя для проєктування, аналізу, розрахунку складних електричних кіл, що побудовані на базі багатополосників, у розробленні теоретичних основ процесу магнітно-імпульсного оброблення металів, започаткуванні теоретично обґрунтованих методів розрахунку електромагнітних кіл у нелінійних середовищах; доведено, що в результаті їхньої діяльності відбулося органічне поєднання наукових досліджень й освітнього процесу, яке сприяло започаткуванню наукових шкіл та підготовці висококваліфікованих наукових кадрів;

– визначено провідні тенденції розвитку теоретичної електротехніки в динаміці соціально-економічних та політичних перетворень кінця ХХ ст. – початку ХХІ ст., обґрунтовано внесок наукових шкіл з теоретичної електротехніки Національного технічного університету України «Київського політехнічного інституту ім. І. Сікорського» (НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського»), Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (НТУ «ХПІ»), Національного університету «Львівська політехніка» (НУ «ЛПІ») у розвиток наукових основ електротехнічної та енергетичної галузі та запропоновано структурно-логічні схеми комплексної діяльності колективів, окреслено здобутки вчених ДУ «ІТІМ НАН України» у створенні теоретичних

основ побудови контурних динамічних систем для високоточного вимірювання магнітних характеристик технічних об'єктів;

– проаналізовано основні етапи формування системи підготовки наукових та інженерних кадрів в умовах реформування вищої технічної освіти України початку ХХІ ст., встановлено місце теоретичної електротехніки в системі професійної підготовки інженерів, як базового освітнього компонента, що забезпечує набуття фундаментальних знань.

поглиблено та доповнено:

– періодизацію розвитку наукових та організаційних основ теоретичної електротехніки України впродовж ХХ ст. – початку ХХІ ст., обґрунтовано визначальні ознаки кожного з періодів;

– вивчення діяльності перших спеціалізованих кафедр з теоретичної електротехніки Харкова, Києва, Одеси та Катеринослава, наукової та освітньої діяльності електротехніків Львова наприкінці ХІХ ст. – початку ХХ ст.;

– відомості щодо діяльності наукових колективів ІЕД НАН України в галузі теоретичної електротехніки;

– знання через конкретизацію персоніфікованого внеску вчених у становлення електротехніки як науки та навчальної дисципліни в системі вищої електротехнічної освіти й складової наукової сфери;

– відомості про організаційну й наукову діяльність М.А. Артем'єва, В.Л. Беніна, Б.І. Блажкевича, О.Б. Брона, Ю.Т. Величка, О.М. Данилевського, Р. Дзеслевського, О.М. Ефроса, Е.В. Зеляха, С.І. Кірпатовського, Л.Й. Кордиша, В. Круковського, М.Г. Максимовича, О.М. Міляха, А.Д. Нестеренка, В.С. Перхача, І.М. Постнікова, Г.Є. Пухова, В.П. Сігорського, О.О. Скоморохова, О.П. Сукачова, О.В. Тозоні, С. Фризе, В.М. Хрущова, Б.Ф. Цомакіона, І.М. Чиженка та А.К. Шидловського.

набули подальшого розвитку:

– відтворення діяльності навчальних та наукових установ України, наукового доробку вчених-електротехніків щодо створення теоретичних засад розвитку електропромисловості;

– науковий напрям з історії вивчення вітчизняної електротехніки.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що висновки дослідження можуть бути використані для підготовки різноманітних монографій, біографічних довідників, енциклопедій, підручників і навчальних посібників з розвитку електротехнічної науки та освіти України. Окрім того, матеріали дослідження можуть бути використані у навчальному процесі під час викладання курсів з історії науки й техніки, історії України, історії навчальних і наукових установ, а також вступних історичних лекцій при викладанні електротехнічних дисциплін. Також матеріали дослідження можуть бути використані при підготовці Web-сайтів.

Результати дисертаційного дослідження впроваджено у навчальний процес кафедр НТУ «ХП» у викладанні дисциплін «Історія науки й техніки», «Теоретичні основи електротехніки» та «Теорія поля».

Особистий внесок здобувача. Результати дисертаційної роботи отримані здобувачем, є його науковим доробком. Зокрема проведено оброблення та узагальнення матеріалів, систематизовано відомості, створено додатки та зроблено висновки. Це допомогло розкрити та встановити процес зародження та розвитку напряму теоретичної електротехніки в Україні. З 17 публікацій – 15 одноосібні.

Апробація результатів дослідження. Основні положення й висновки дисертації доповідалися і обговорювалися на конференціях: XI наукові читання, присвячені діяльності О.П. Бородина (1848–1898) (м. Київ, 14 жовтня 2015 р.), XVII Всеукраїнській науковій конференції «Актуальні питання історії науки і техніки» Центру пам'яткознавства НАН України і УТОПІК (м. Київ, 27–29 вересня 2018 р.), XIV наукові читання, присвячені діяльності О.П. Бородина (1848–1898) (м. Київ, 17 листопада 2018 р.),

II Міжнародній науково-технічній конференції «Актуальні проблеми автоматики та приладобудування» (м. Харків, 6–7 грудня 2018 р.), XXIV Всеукраїнській науковій конференції молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів за темою: «Наука як феномен національної культури» (м. Київ, 19 квітня 2019 р.), XXVII Міжнародній науково-практичній конференції MicroCAD-2019 «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей» (м. Харків, 15–17 травня 2019 р.), Міжнародному симпозиумі «Національні академії наук: сучасний стан, проблеми, перспективи розвитку і пріоритети співпраці в рамках МААН» (м. Київ, 6–7 червня 2019 р.), XVIII Всеукраїнській науковій конференції «Актуальні питання історії науки і техніки» Центру пам'яткознавства НАН України і УТОПІК (м. Краматорськ, 26–28 вересня 2019 р.) та на III Міжнародній науково-технічній конференції «Актуальні проблеми автоматики та приладобудування» (м. Харків, 3–4 грудня 2020 р.).

Публікації

Основні положення та результати дисертаційного дослідження викладені у 17 наукових публікаціях. Серед них: 5 у фахових наукових виданнях, з яких: 2 статті у виданні, що внесене до міжнародних та наукометричних баз, 1 стаття в електронному фаховому виданні; 1 стаття у закордонному виданні, 2 статті, що додатково відображають результати дисертаційної роботи та 9 тез доповідей на конференціях.

Структура та обсяг дисертації

Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел та літератури, додатків. Загальний обсяг дисертації становить 238 сторінок, з них 172 сторінки основного тексту; список використаних джерел із 398 найменувань та 8 додатків. Дисертація містить 9 рисунків та 6 таблиць загальним обсягом 11 сторінок.

РОЗДІЛ 1

СТАН НАУКОВОГО ОПРАЦЮВАННЯ, ДЖЕРЕЛЬНА БАЗА ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Історіографія проблеми

Сучасна електротехніка об'єднує три базові сфери практичного застосування електричної енергії, це спеціальні технології, електротехнічні вироби та різноманітні електротехнічні системи. Усі ці процеси базуються на глибоких теоретичних засадах. Еволюція становлення електротехнічної науки свідчить про її історичну спорідненість з фізикою та математикою. Застосування спеціальних розділів математики з теорією електромагнітного поля та електричних ланцюгів становлять фізичні основи тобто змістовне наповнення теоретичних основ електротехніки. Подальший розвиток та удосконалення різноманітних електротехнічних пристроїв, машин, апаратів сприяв започаткуванню нових наукових дисциплін, таких як теорія електроприводу, теорія електричних машин, електромеханіка, перетворювальна техніка, теорія електричних ланцюгів тощо.

Формування напряму теоретичної електротехніки в Україні пов'язано зі створенням профільних кафедр у ВТНЗ. На кафедрах були сконцентровані науково-інтелектуальний потенціал, необхідне обладнання, що сприяло розвитку теоретичного підґрунтя електротехнічних процесів й технологій. Напряму теоретичної електротехніки був органічно пов'язаний зі створенням системи підготовки інженерних та наукових кадрів, що були потрібні електропромисловості. Більшої системності теоретичні дослідження в галузі електротехніки набули зі створенням у 1940-х рр. Інституту електротехніки АН УРСР. Основними напрямами наукової тематики відділів інституту були теоретичні засади електротехніки та енергетики. Масштабність наукових робіт, які проводилися в ІЕ, зумовила започаткування підготовки наукових кадрів.

Проведений історіографічний аналіз наявних публікацій стосовно становлення та розвитку теоретичної електротехніки в Україні дав змогу виокремити два хронологічні відрізки: період радянської доби (1930–1991 рр.) та сучасний період (після 1991 р.). Кожен із зазначених періодів має свої особливості, що вплинули на добір наукової літератури. Спираючись на проблемно-тематичний принцип, наукову літературу в кожному періоді було розподілено на групи, є різними за своїм змістовним наповненням.

Серед історичних праць першого періоду за означеною проблематикою можна виділити такі групи:

1) загальні дослідження з історії фізики та розвитку теорії електрики й магнетизму на тлі світового прогресу, а також біографічні матеріали, що висвітлювали діяльність вчених-електротехніків;

2) праці, що висвітлюють становлення електротехніки як науки в Україні;

3) праці, що стосуються формування електротехнічної освіти.

Початковий етап становлення електротехнічної науки здебільшого висвітлено як формування окремого розділу фізики – теорії електрики й магнетизму. Масив наукової літератури з історії фізики дає змогу відстежити формування фізичних основ теоретичної електротехніки. Однією з перших праць, де було систематизовано узагальнювальний матеріал з історії фізики, була праця відомого фізика-теоретика О.Д. Хвольсона «Фізика наших днів. Нові поняття сучасної фізики в загальнодоступному вигляді» (1932) [342]. У роботі автор висвітлює основні здобутки в галузі фізики на початок 1930-х рр., у тому числі в галузі електрики й магнетизму. Із загальних робіт з історії фізики важливе місце належить монографії П.С. Кудрявцева у 3-х томах. У другому томі автором розглянуто розвиток теорії електромагнітного поля наприкінці XIX ст. [133].

Праця В.Ф. Миткевича «Роботи Фарадея й сучасний розвиток застосувань електричної енергії» (1932) [182] допомагає з'ясувати вплив теорії М. Фарадея на становлення сучасних теоретичних засад

електротехнічної науки. До проблем історії фізики зверталися науковці й у пізніші роки. Це праці Б.І. Спаського «Історія фізики» (1977) [304] у якій автором розглянуті питання закономірності розвитку фізики, її тісний зв'язок із виробництвом, питання про спадкоємність, а також роль аналогій і моделей у розвитку фізичної науки, а також праця, та Ю.О. Храмова «Біографія фізики: Хронологічний довідник» (1983) [345] із послідовним хронологічним порядком висвітлення біографій учених та осмисленням поступової еволюції основних фізичних ідей.

Початковому етапу розвитку електротехніки присвячено працю В.І. Лебедева «Електрика, магнетизм, електротехніка в її історичному розвитку» (1937) [158], де автором проведено ретельний аналіз формування знань про електрику й магнетизм, надано повну характеристику етапів становлення теорії електрики від найдавніших часів, розкрито історію перших трактатів з електрики й магнетизму, теорії атмосферної електрики та становлення експериментальної та теоретичної бази електротехніки. Процеси формування електротехніки досліджує Ф.Л. Вейтков у роботі «Літопис електрики» (1946) [28].

Історіографію цього періоду доповнює низка праць Б.Г. Кузнєцова [134, 135, 136], з загальних питань розвитку електротехніки й енергетики, де у зв'язку із швидким розвитком енергетичного комплексу СРСР на початку 1930-х рр. автором викладається матеріал з історії електротехнічної галузі, а окреме місце відведено і розвитку теоретичних основ електротехніки.

Також окремо можна виділити й видання у 3-х томах колективу авторів Московського енергетичного інституту під загальним керівництвом Л.Д. Белькінда. У другому томі «Історія енергетичної техніки. Електротехніка» (1957) [104] авторами висвітлено розвиток електротехніки і як технічної галузі, і як наукового напрямку, оброблено та систематизовано великий пласт фактологічного матеріалу, що відображав історичний хід досліджень у різних галузях електротехнічної науки, виокремлено внесок певних вчених, наукових шкіл та організацій у дослідження тих чи інших

питань електротехніки. При розгляді історії теоретичних основ електротехніки (ТОЕ) авторами проаналізовано історичні етапи розвитку напрямку, визначено зв'язок із фізикою, математикою, радіотехнікою, теорією коливачів та ін. Таким чином у роботі історія електротехніки в Радянському Союзі у першій половині ХХ ст. представлена у роботі сповна та всебічно.

Серед праць, що присвячені безпосередньо теоретичній електротехніці, потрібно виокремити монографію О.Д. Симоненко «Електротехнічна наука у першій половині ХХ століття» (1988) [298]. Авторка розглянула закономірності становлення науки про електрику, запропонувала періодизацію її розвитку, базуючись на методологічних підходах вивчення технічних наук. А в п'ятому розділі праці О.Д. Симоненко дослідила питання електротехнічної практики та напрям теоретичних досліджень, а також розкрила розвиток ТОЕ як фундаментальної наукової та базової навчальної дисципліни.

Окрему групу історіографії радянського періоду становлять публікації до ювілейних дат вчених-електротехніків чи до видатних відкриттів та винаходів у найстарішому періодичному виданні електротехнічного напрямку – журналі «Електрика». Це напрацювання М.І. Радовського [275; 276; 277; 278], Н.А. Шостіна [376], І.Г. Кляцкіна [122], Л.Д. Белькінда [9; 10], К.М. Поліванова [240; 241] та ін., у яких авторами надавалися стислі біографічні дані вчених та винахідників, а також подавалася цінна бібліографічна інформація.

До історіографії другої тематичної групи залучені праці, що стосуються питань становлення електротехніки як наукового напрямку в Україні. Одну групу праць складають публікації, присвячені ювілейним електротехнічним подіям, у яких на фоні всебічного огляду розвитку електротехнічного напрямку в СРСР є достатньо матеріалу і про розвиток українських електротехнічних центрів, становлення окремих наукових шкіл та напрямів, біографічні відомості деяких представників української наукової спільноти. Так, у публікаціях В.А. Венікова, Б.А. Князевського та

В.І. Соколова «Внесок радянської вищої електротехнічної школи в наукові дослідження з електротехніки та електроенергетики за 50 років» (1967) [31] та в статті В.П. Єлютіна частково охарактеризовані й наукові електротехнічні школи вищих технічних навчальних закладів (ВТНЗ) УРСР [62]. Стаття Є.П. Степановича цілком присвячена питанню спеціальної вищої освіти в Україні [313].

На особливу увагу заслуговує публікація К.С. Демирчяна та А.В. Нетушила «Розвиток теоретичних основ електротехніки за 60 років Радянської влади» (1977) [55]. У роботі виокремлено розвиток теоретичної електротехніки, виходячи із внутрішніх відмінностей її базових розділів – теорії електричних кіл та теорії електромагнітного поля. Значна увага приділяється науковому доробку вчених технічних інститутів Києва, Харкова, Одеси та Львова, а також детально висвітлюється внесок молодих електротехніків Харківського електротехнічного інституту (ХЕТІ) О.М. Ефроса та О.М. Данилевського в розвиток і застосування операційного методу розрахунку перехідних процесів при вивченні спеціального розділу курсу ТОЕ.

У роботах М.Г. Чеботарьова «Основні напрями у роботі інституту математики і механіки Харківського державного університету» (1937) [357] та Н.І. Ахієзера «Харківське математичне товариство» (1956) [8] також висвітлено діяльність О.М. Ефроса та О.М. Данилевського на тлі розвитку прикладних математичних методів розв'язання різного класу електротехнічних задач у 1930-х рр.

Практично єдиною працею, де проведена спроба всебічного аналізу формування теоретичної електротехніки в Україні, становлення її окремих розділів та нових напрямів досліджень українських вчених є публікація О.М. Міляха та С.І. Кирпатовського «З історії становлення і розвитку теоретичних основ електротехніки на Україні» (1967) [181]. Пізніше О.М. Міляхом у співавторстві з І.М. Чиженко та А.К. Шидловським була опублікована праця «Розвиток електротехнічної науки на Україні» (1980)

[177]. Остання була значно доповнена та розширена авторами, у ній глибше досліджено роль наукових шкіл у розвитку спеціальних теорій та напрямів теоретичної електротехніки в другій половині ХХ ст.

У ювілейному випуску журналу «Електрика» за 1947 р., тематика якого повністю присвячена публікації під загальною редакцією Г.М. Петрова, в одному із розділів матеріалу проведено аналіз діяльності наукових колективів ВТНЗ СРСР за 30 років, а в іншому – розвиток теоретичної електротехніки у ВТНЗ [279, с. 11–15, 93–98]. Колективом авторів виокремлено лідерів наукових шкіл, підкреслено внесок наукових осередків у розвиток електротехнічної теорії. Окремі аспекти значного внеску українських вчених у розвиток наукових ідей на теренах СРСР представлено у праці К.К. Хренова [351].

Різноманітні праці з питань становлення електротехнічної освіти виокремлено в останню групу. До неї віднесено низку праць з історії вищих технічних навчальних закладів та академічних установ. Цікавими в історичному плані є публікації В.М. Хрущова [353; 354], стосовно роботи ХЕТІ у перше десятиріччя існування інституту, виокремлення наукових шкіл та формування молодого електротехнічного еліти під керівництвом досвідчених вчених-новаторів першого електротехнічного інституту країни. Значну увагу привертає дослідження О.М. Міляха [174] із розвитку лабораторної бази ХЕТІ в 1930-х рр.

Нарис з історії Одеського політехнічного інституту за 50 років авторів Є.І. Цимбал та В.В. Нікуліна [355] дозволив відстежити становлення спеціалізованої кафедри електротехніки, її вплив на розвиток науково-дослідної роботи в інституті, а також висвітлив окремі сторінки роботи Л.І. Мандельштама, М.Д. Папалексі та Б.Ф. Цомакіона.

Корисним для дослідження, зокрема для з'ясування місця дисципліни ТОЕ у системі підготовки інженерів-електриків, формуванні низки супутніх дисциплін електротехнічного циклу, стали публікації, присвячені розгорнутій на сторінках журналу «Електрика» дискусії стосовно змісту та

методологічної основи викладання дисципліни ТОЕ. Це роботи Л.А. Бессонова [15], О.Б. Брона [27], П.А. Іонкіна [99], Г.А. Сисояна [299], С.В. Страхова [315] та інших провідних науковців, викладачів профільних кафедр.

Другий хронологічний період історіографічних досліджень характеризується значним збільшенням публікацій, появою різнопланових праць з історії загальної електротехніки, вищої електротехнічної школи, галузевого сектору електротехнічної науки, спеціальних історико-технічних досліджень, також великою кількістю наукової біографістики.

До цього періоду належать:

- 1) публікації з історії становлення й розвитку наукових напрямів, окремих наукових ідей та проблем теоретичної електротехніки;
- 2) праці, присвячені висвітленню діяльності спеціалізованих науково-дослідних установ, технічних вишів і галузевих закладів України;
- 3) наукова біографістика;
- 4) спеціальні історико-технічні дослідження.

У другому історіографічному періоді також достатньо збільшується кількість узагальнувальних праць з історії фізики, електротехніки та енергетики. Серед масиву наукової літератури потрібно виділити науковий доробок Ю.О. Храмова з історії фізики [346; 347; 349]. Це дослідження з історії фізики, історії видатних особистостей, українських наукових шкіл у галузі фізики, а також методологічних питань розвитку фізичних дисциплін.

Серед праць з історії електротехніки на особливу увагу заслуговує фундаментальна колективна монографія під загальною редакцією І.О. Глебова «Історія електротехніки» (1999) [103]. Авторами проведено ґрунтовний аналіз розвитку різних напрямів електротехніки, серед яких помітне місце відводиться напрямку теоретичної електротехніки. Однак внесок української наукової спільноти у його становлення й розвиток на теренах СРСР розкрито фрагментарно.

Початковий етап становлення електротехнічного напрямку в Україні фрагментарно висвітлено в монографії О.Є. Тверитникової «Зародження і розвиток науково-технічної школи електротехніки професора П.П. Копняєва (1885–1950 рр.)» (2010) [320]. У праці акцентовано увагу на досвід ХТІ, зокрема професора П.П. Копняєва, зі створення електротехнічної спеціальності та організації вищої електротехнічної освіти у Харківському регіоні. Більш детально розвиток теоретичної електротехніки розкрито у публікації цієї ж авторки «Основні етапи становлення і розвитку теоретичних основ електротехніки в Україні (перша половина ХХ ст.)» (2008) [325]. Між тим у роботі відсутня періодизація цього напрямку.

Публікації А.Ю. Воробкевича, О.М. Рокіцького, В.А. Шендеровського «Початок фізичних і електротехнічних досліджень у Львівській політехніці» (2003) [37], Б.В. Кожушка, В.А. Шендеровського «Початковий етап викладання предмету електротехніки у Львівській політехнічній школі» (2012) [124] та Б.В. Кожушка «Фізика у найстарішому технічному закладі України» (2013) [123] значно доповнюють історіографію відомостями про розвиток фізики й теоретичної електротехніки в Західній Україні.

Більш детально здобутки вищої електротехнічної школи та розвиток теоретичних основ електротехніки у Київському політехнічному інституті (КПІ) окреслено в працях Л.Р. Слободяна, Н.В. Трофимової, В.І. Чибеліса «До історії кафедри теоретичних основ електротехніки КПІ» (2011) [302] і «Становлення та розвиток теоретичної електротехніки в вищих навчальних закладах України» (2014) [303]. Однак у роботах є деякі фактичні неточності.

Історіографію розвитку теоретичної електротехніки в Україні розширює низка публікацій науковців ІЕД НАН України, серед яких виділяються праці академіка А.К. Шидловського «Інститут електродинаміки НАН України. Історія, здобутки, перспективи» (1997) [371] та «Гортаючи сторінки історії» (2007) [370], що присвячені розгляду історичних здобутків провідного електротехнічного інституту України. Також значну увагу привертає публікація Н.А. Шидловської «Дослідження з теоретичної

електротехніки у відділах Інституту електродинаміки НАН України» (2007) [366], що безпосередньо присвячена розвитку теоретичної електротехніки в інституті. У праці А.К. Шидловського, К.О. Липківського «Розвиток досліджень з перетворення та стабілізації параметрів електромагнітної енергії в Інституті електродинаміки НАН України» (2007) [372] вченими охарактеризовано один із основних напрямів досліджень в науковій установі та висвітлено теоретичне підґрунтя цього напрямку.

Низка праць з історії розвитку НАН України дала змогу відстежити формування теоретичної електротехніки в системі академічної науки України. У колективній монографії під загальною редакцією Ю.О. Храмова [110] можна знайти інформацію про становлення академічних закладів електротехнічного профілю, їх напрями роботи і здобутки.

Окрему групу становлять історіографічні праці з історії наукових установ та навчальних закладів. Цінним для з'ясування місця Інституту електротехніки в становленні фундаментальних досліджень з теоретичного підґрунтя електротехніки стала монографія з історії цього закладу «Історія інституту електродинаміки НАН України» [108]. У роботі окреслено основні етапи розвитку цієї установи, надано біографічні відомості провідних учених, директорів інституту, видатних науковців.

Етапи формування Інституту технічних проблем магнетизму НАН України описано в ювілейних публікаціях В.Ю. Розова «До 40-річчя науково-технічного центру магнетизму технічних об'єктів НАН України. Історія, досягнення, перспективи» (2010) [288] та «Інститут технічних проблем магнетизму НАН України. Історія та сьогодення» (2018) [287].

Багату історіографію має і НТУ «ХП». Це низка монографій з історії виникнення інституту, формування різних факультетів, кафедр, наукових шкіл та напрямів, у тому числі й електротехнічного напрямку. Так, видання до 125-річчя інституту «Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» Історія розвитку. 1885–2010» (2010) [187] під

загальною редакцією В.І. Ніколаєнка, присвячене видатним випускникам та викладачам інституту.

У монографії Г.Ф. Белякової, Є.С. Василенко, М.Ф. Вілкова та ін. «Київський політехнічний інститут. Нарис історії» (1995) [119] авторами висвітлено історію одного із найстаріших технічних навчальних закладів України, його структуру, основні етапи становлення та розвитку, діяльність провідних наукових шкіл і напрямів, у тому числі школи кафедри ТОЕ силової перетворювальної техніки академіка І.М. Чиженка [119, с.196–197].

Ювілейна праця П.Г. Стахіва «Витоки та розвиток електротехнічної освіти і науки у Львівській політехніці (1891–2016)» (2018) [310] з історії електротехнічної освіти у найстарішому ВНЗ України дає ґрунтовний аналіз розвитку електротехнічної освіти і науки у закладі, висвітлює початковий етап становлення електротехнічної наукової школи інституту, окремий розділ видання присвячено історії розвитку кафедри Теоретичної й загальної електротехніки (ТЗЕ) НУ «Львівська політехніка».

Цікавим для дослідження виявилися публікації до ювілейних дат факультетів та кафедр. Зокрема у нарисі Л.Ю. Спінул, В.В. Галушка, О.С. Гришка «До 100-річчя факультету електроенергетики та автоматики: Артем'єв М.А.– засновник електротехнічної школи у Київській політехніці» (2018) [305] окреслено роль професора М.А. Артем'єва у започаткуванні електротехнічної науки й освіти в КПІ. Публікація А.М. Борисенка та ін., «Кафедра теоретичних основ електротехніки 80 років у ХПІ» (2011) [25] розкриває основні етапи розвитку кафедри, дає характеристику науковому пошуку та описує початковий етап формування циклу нових електротехнічних дисциплін викладачами кафедри у 1990-х рр.

Окрему велику групу в історіографічному масиві з теми дослідження склали біографічні напрацювання. Цей напрям вже давно став важливою складовою наукових досліджень. Корисним для дослідження є доробок В.А. Шендеровського «Нехай не гасне світ науки» (2003) [362], де вченим представлено нариси з діяльності видатних українських вчених. Особливу

увагу привертає великий матеріал, присвячений діяльності українського вченого І. Пулюя. У публікації В.С. Савчука, А.В. Сюха, «Георгій Євгенович Євреїнов – знакова постать гірничої науки» (2012) [292] відтворено наукову біографію забутого вченого в галузі гірничої електротехніки Г.Є. Євреїнова.

Низка праць О.Є. Тверитникової присвячена біографічному аналізу діяльності вчених у галузі електротехніки ХТІ та ХЕТІ О.К. Погорелка [322], П.П. Копняєва [323], О.М. Міляха [319], О.Х. Хінкулова [398].

У публікації О.Ю. Колтачихіної «Нові сторінки з життя фізика-теоретика Леона Йосиповича Кордиша» (2006) [126] авторкою розглядаються невідомі моменти життя фізика-теоретика, а також питання про присвоєння йому звання члена-кореспондента Всеукраїнської академії наук.

Значну роль наукового лідера в розвитку того чи іншого наукового напрямку розкриває біографічна публікація С.А. Хорошевої «Наукова школа Г.Є. Пухова в галузі математичного моделювання» (2007) [344]. На прикладі опису життєвого шляху вченого в галузі теоретичної електротехніки Г.Є. Пухова розкрито розвиток однієї з найуспішніших технічних наукових шкіл України.

Монографія польського історика Т.Е. Kolakowski «Profesor dr. inż. Stanislaw Fryze (1885-1964). Pionier elektrotechniki» [389] присвячена опису життєвого шляху з нелегкими випробуваннями, науковим дослідженням та надбанням польського електротехніка С. Фризе.

До четвертої групи належать спеціальні історико-технічні дослідження. У монографії О.Є. Тверитникової «Електротехнічна галузь України другої половини ХХ ст.: напрями розвитку і здобутки» (2017) [326] охарактеризовано основні етапи становлення та розвитку електротехнічної галузі України впродовж 1950-х–1980-х рр., висвітлено здобутки електротехнічних осередків за такими напрямами, як електроенергетика, електромеханіка, техніка високих напруг, електровимірвальна техніка, теоретична електротехніка. Значна увага в дослідженні приділяється здобуткам галузевої науки та формуванню електропромислового комплексу.

Однак розвиток теоретичної електротехніки розглянуто фрагментарно, крізь призму внеску науковців спеціалізованих кафедр ВТНЗ УРСР Г.Є. Пухова, І.М. Чиженка, О.П. Сукачова, В.Л. Беніна в започаткуванні низки перспективних досліджень з теоретичної електротехніки [326, с. 143–148].

У монографії А.С. Литвинко «Микола Миколайович Боголюбов та статистична фізика в Україні» (2009) [160] окреслено роль українського фізика-теоретика М.М. Боголюбова в математичному обґрунтуванні теорії нелінійних коливань, що знайшла практичне застосування під час опису складних електротехнічних коливальних систем. Використання цієї монографії дало змогу чітко усвідомити процеси формування теоретичної науки.

Деякі питання діяльності науково-технічних товариств у галузі електротехніки порушені в монографії Н.М. Кушлакової «Науково-технічні товариства промислових регіонів України (1870–1917)» (2016). Авторкою висвітлено історичні передумови становлення науково-технічних осередків та товариств у промислових регіонах України, розкрито їх вплив на формування наукової та інженерно-технічної еліти у Києві, Харкові, Львові та Одесі на початку ХХ ст. [143].

У 2004 р., спільно із В.М. Боевим та О.А. Грибською, авторкою опубліковано біографічну статтю «Електротонічний стан» і закон електромагнітної індукції Фарадея» [21], у якій висвітлено значну роль відкриття англійського вченого та його вплив на подальший розвиток електромагнітної теорії. Упродовж 2015–2020 рр. про розвиток та становлення теоретичних основ електротехніки в Україні авторкою було опубліковано 16 наукових праць: 7 статей, з яких: 5 – у наукових фахових виданнях України [145; 147; 149; 151; 154], 1 – у зарубіжному науковому виданні [390], 1 – додатково відображає результати наукового пошуку [148]; 8 самостійних публікацій у збірниках матеріалів наукових семінарів та конференцій [144; 146; 150; 152; 153; 155; 156; 157] та 1 публікація спільно із О.Є. Тверитниковою, М.В. Гутник та В.М. Склярком [397] (Додаток А).

Отже, детальний історіографічний аналіз показав, що на даний час немає комплексного й обґрунтованого дослідження становлення та розвитку наукового напрямку з теоретичних основ електротехніки в Україні. Опубліковані праці фрагментарно розкривають етапи розвитку теоретичної електротехніки у певних ВТНЗ, але загального наукового аналізу на теренах України зроблено не було, що й забезпечило визначення напрямку дисертаційного дослідження.

1.2. Характеристика джерельної бази

Класифікацію джерельної бази, опираючись на походження, зміст та характер матеріалів, було поділено на декілька груп. Вони вирізняються за походженням, видами, формою, ознаками та змістом. На підставі способу кодування та відтворення інформації виокремлено такі типи джерел, як писемні та зображувальні [111; 112]. Зокрема писемні джерела за змістом і походженням були розподілені на архівні документи; внутрішні документи та наукові звіти центрів електротехнічної науки; монографії, підручники та навчальні посібники з різних питань теоретичної електротехніки; публікації в журналах і збірниках наукових праць; матеріали конференцій; довідково-енциклопедичні та бібліографічні видання; наративні джерела, до яких віднесено автобіографії, матеріали інтерв'ю. Група зображувальних джерел містить фотодокументи та графічні зображення.

Пріоритетне місце в джерельному комплексі займають звіти з науково-дослідної роботи електротехнічних інституцій, що зберігаються в фондах центральних державних архівів, обласних державних архівів, а також архівів наукових та освітніх установ. До джерельної бази було залучено матеріали 134 справ 25 описів 16 фондів із 9 архівних установ України. Науковий обіг склали документи таких архівних установ, як Центральний державний архів Вищих органів влади і управління України (ЦДАВО України), Інститут архівознавства Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського НАН України (ІА НБУ ім. В. І. Вернадського НАН України), Державний

архів Харківської області (ДАХО), Державний архів Львівської області (ДАЛО), Державний архів Одеської області (ДАЛО), Державний архів м. Києва (ДАК), науково-технічний архів Інституту електродинаміки НАН України (НТА ІЕД НАН України), архів НУ «Львівська політехніка» та НТУ «ХП».

Значну увагу приділено опрацюванню саме архівних документів. Так увагу привертають матеріали ЦДАВО України, у якому досліджено матеріали 2 фондів, зокрема Ф. 166 Міністерства освіти УРСР, де було опрацьовано звіти з науково-дослідної роботи кафедр електротехнічного профілю ВТНЗ України. Корисними для дослідження виявилися матеріали справи № 382 «Звіти про роботу науково-дослідних кафедр та їх аспірантів за 1928/1929 та плани на – 1929/1930 н.р.» [96], що дали уявлення про перші етапи становлення системи підготовки аспірантів і докторантів в Україні. Окрім того, аналіз матеріалів фонду дав змогу послідовно оцінити етапи створення кафедр теоретичної електротехніки на базі вже існуючих кафедр загального електротехнічного напрямку. Зокрема в цей період була організована кафедра теоретичної електротехніки в КПІ, яку очолив І.Д. Горбачевський, а на базі електротехнічного факультету ХПІ було організовано перший в Україні спеціалізований вищий навчальний заклад електротехнічного профілю – Харківський електротехнічний інститут (ХЕТІ), навчальний процес в якому вимагав поглибленої теоретичної підготовки інженера, що сприяло розширенню курсу теоретичних основ електротехніки й започаткуванню окремої кафедри, яку у 1931 р. очолив П.П. Копняєв.

Велике практичне значення для дослідження розвитку теоретичної електротехніки мали матеріали ДАХО, у якому опрацьовано 37 справ 5 описів 3 фондів. По-перше, це документи Ф. Р-5404 ХЕТІ. Матеріали протоколів засідань Вченої ради ХЕТІ у 1930-х рр. дали змогу реконструювати початковий етап розвитку теоретичної електротехніки в Україні, створення лабораторної бази інституту, а також інформативно

доповнити біографії науковців, що в подальші роки стали організаторами електротехнічної науки та освіти: В.М. Хрущова, О.М. Міляха, О.Б. Брона, О.П. Сукачова та ін. [254; 248–253], більше дізнатися про долі молодих талановитих харківських вчених О.М. Данилевського та О.М. Ефроса.

Також корисним для дослідження виявилися документи справи № 38 «Додаток до технічного проєкту з відновлення високовольтного обладнання інституту за 1944 р.» [246]. Високовольтний зал ХЕТІ, створений П.П. Копняєвим, було обладнано унікальним устаткуванням, що дозволяло вченим інституту проводити інноваційні дослідження, а також важливі практичні роботи з впровадження наукових результатів. Під час Другої світової війни високовольтний зал було повністю зруйновано, обладнання знищено. Отже, відновлення залу стало однією з пріоритетних задач для колективу ХЕТІ після повернення з евакуації.

Матеріали, виявлені у Ф.Р-1682, допомогли дослідити розвиток науково-дослідної роботи в галузі теоретичної електротехніки наукових колективів ХПІ у 1950–1970-ті рр. Важливе значення для висвітлення методичної роботи науковців кафедри ТОЕ ХПІ при створенні опорної кафедри Харківського вузівського центру мала справа № 2584 «Матеріали зі створенню опорної кафедри із загальнотехнічних дисциплін в м. Харкові на базі кафедри ТОЕ ХПІ за 1968 р.» [171]. Опорні кафедри призначалися з числа провідних технічних кафедр регіону, були укомплектовані кваліфікованими та досвідченими викладачами й створювались як центри узагальнення передового методичного досвіду викладання загальнотехнічних дисциплін. Кафедра ТОЕ ХПІ більше десяти років була опорною кафедрою Харківського вузівського центру з теоретичної електротехніки [168; 169; 171].

У ДАК автором було опрацьовано 17 справ 3 описів 1 фонду. У Фонді Р-308 Київського політехнічного інституту зберігаються щорічні плани та звіти проведення НДР електротехнічних кафедр, навчальні плани електротехнічного факультету, статистичні звіти із розподілу студентів і

аспірантів, матеріали науково-технічних конференцій. Опрацювання матеріалів справи № 634 «Навчальні програми електротехнічного факультету КПІ (1926–1927 рр.)» [340] та № 635 справи «Навчальні програми електротехнічного факультету КПІ (1927–1928 рр.)» [341] дало змогу з'ясувати роль відомого фізика Л.Й. Кордиша в становленні методичної складової викладання електротехнічних дисциплін у КПІ, створенні ним навчальної програми курсу «ТОЕ» та лабораторних практикумів декількох електротехнічних дисциплін.

Вивчення справ про роботу науково-дослідного сектору кафедри ТОЕ КПІ № 84 «Звіт з науково-дослідної роботи лабораторії компенсаційних перетворювачів за 1969 р.» [217] та № 123 «План і звіт НДР лабораторії компенсаційних перетворювачів КПІ за 1971 р.» [234] стало важливим для з'ясування ролі І.М. Чиженка в розвитку напрямку напівпровідникових перетворювачів електричної енергії компенсаційного типу в Україні.

Важливу інформацію про діяльність учених у галузі електротехніки містять матеріали ДАЛО. В архівній установі автором було опрацьовано 12 справ 4 описів 2 фондів. Зокрема матеріали Ф. 27, справи № 1853 «Справа про відкриття лабораторії точних електротехнічних вимірювань під керівництвом професора В. Круковського» [54] дали змогу оцінити внесок ученого у формування електротехнічного напрямку в ЛПІ. Вивчення матеріалів особових справ науковців Г. Сокольницького [192], К. Олеарського [195], С. Фризе [201], повною мірою розкрило особовий внесок учених у розвиток електротехнічного напрямку найстарішого технічного закладу на теренах Західній Україні. Важливими для розвитку теоретичних досліджень стали наукові надбання професора С. Фризе, що захистив у Львівській політехніці першу для Польщі докторську роботу в галузі електротехніки. У Ф. Р-120 привернули увагу протоколи засідань кафедри загальної та теоретичної електротехніки та щорічні звіти з НДР кафедри [208; 209; 256; 257; 258; 259].

У матеріалах ДАОО Ф. Р-126 міститься цінна інформація про розвиток електротехнічного напрямку в ОПІ, створення й наукову роботу профільних

факультетів і кафедр. Так, у матеріалах справи № 490 «Справа про оснащення лабораторій і кабінетів ОПІ 1928–1929 рр.» [53] розкрито початковий етап формування лабораторної бази інституту та роль Б.Ф. Цомакіона в створенні радіотехнічної та електротехнічної лабораторій. Справа №174 «Дослідження засобу компенсації додаткових резонансів в загороджуючих п'єзоелектричних фільтрах» [101] з Ф. Р-1991 Одеського електротехнічного інституту зв'язку, висвітлює наукову роботу відомого вченого інституту Е.В. Зеляха.

До джерельної бази дослідження залучено матеріали ІА НБУ ім. В.І. Вернадського НАН України, а саме: 22 справи 2 описів 4 фондів. Було опрацьовано річні звіти з науково-дослідної роботи Інституту електротехніки та особові справи й документи науковців, що зберігаються у фондах особового походження. Це Ф. 124 член-кореспондента АН УРСР О.М. Міляха, Ф. 131 член-кореспондента А.Д. Нестеренка, а також Ф. 152 член-кореспондента Г.Є. Пухова. Науковий доробок О.М. Міляха визначив розвиток наукових досліджень перетворювальної техніки не тільки в Інституті електротехніки, а й на базі ВТНЗ України. Аналіз наукової, організаційної та методичної діяльності професора А.Д. Нестеренка дає змогу вважати його одним із організаторів напряму електроприладобудування в Україні. Перспективні теоретичні дослідження Г.Є. Пухова сприяли формуванню напряму електронного моделювання енергетичних об'єктів і систем, що був розвинений ученим у подальші роки. У матеріалах справ [43–49] розкрито діяльність Харківської електролабораторії Інституту електротехніки АН УРСР у 1950-ті рр.

З архіву НУ «ЛП» був використаний матеріал, що міститься в щорічних звітах з науково-дослідної роботи кафедри теоретичної електротехніки, контингенту студентів та аспірантів та особових справах Г.Є. Пухова [193], С.І. Кирпатовського [200].

В архіві НТУ «ХП» знайдено студентські особові справи О.М. Ефроса [203] та О.М. Данилевського [202], а також розглянуто цінні для

дослідження матеріали особових справ викладачів кафедри ТОЕ ХІІ О.П. Сукачова [198;199] та В.Л. Беніна [191].

Значна кількість звітів з науково-дослідної роботи зберігається в архівних фондах установ. У більшості це документи, що охоплюють період із 1991 р. по сьогодні. До наукового обігу вперше залучено матеріали 23 справ 1 опису Ф. 263 НТА ІЕД НАН України [73–95]. Комплексне опрацювання великої кількості науково-технічної документації дало змогу на сучасному етапі розкрити процес становлення напряму теоретичної електротехніки в провідному науковому інституті НАН України, проаналізувати поступовий розвиток інноваційних технологічних напрямів досліджень в інституті, дослідити наукову тематику кандидатських та докторських дисертацій, які були захищені у спеціалізованій вченій раді Д 26.181.01 з напряму теоретична електротехніка (05.09.05). Опинившись у 1990-ті рр. в умовах розриву тісних економічних і технічних зв'язків з республіками колишнього Радянського Союзу, науковий колектив інституту осучаснив наукову тематику – і на початку 2000-х рр. вже розвивалися нові напрями теоретичних досліджень.

Цінним для дослідження стало залучення звітів з науково-дослідної роботи ДУ ІНПМ НАН України, що знаходяться у відкритому доступі [100]. Це дало змогу окреслити коло проблем з теоретичної електротехніки, якими займалися вчені установи на сучасному етапі розвитку України та оцінити їхній внесок у розбудову теоретичної електротехніки. Значна частина наукової тематики цього закладу – це дослідження військового та стратегічного характеру й доступ до архіву установи знаходиться під грифом «цілком таємно».

Також при вивченні проблеми було опрацьовано матеріали Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського, Харківської обласної бібліотеки ім. В.Г. Короленка, науково-технічної бібліотеки НТУ «ХІІ», зокрема відділу «Рідкісна книга», де представлені видання останньої чверті ХІХ ст. – початку ХХ ст. Цікавими виявилися наукові статті О.М. Ефроса та

О.М. Данилевського у збірнику матеріалів Науково-дослідного Інституту математики й механіки Харківського державного університету (НДУ ММ ХДУ) та Харківського математичного товариства [316].

Необхідною складовою джерельної бази виявилися наукові праці фахівців-електротехніків. Опрацювання монографій та праць провідних науковців стало значним доробком при дослідженні. Праці Б.І. Блажкевича, О.Б. Брона, Ю.Т. Величка, О.М. Данилевського, Ю.П. Ємця, О.М. Ефроса, Е.В. Зеляха, С.І. Кірпатовського, В.Г. Кузнецова, І.М. Кучерявої, М.П. Макаренка, М.Г. Максимовича, О.М. Міляха, А.Д. Нестеренка, О.Д. Подольцева, В.С. Перхача, І.М. Постнікова, Г.Є. Пухова, М.М. Резинкіної, В.І. Сенька, В.П. Сігорського, О.П. Сукачова, О.В. Тозоні, В.М. Хрущова, І.М. Чиженка, А.А. Щерби, А.К. Шидловського, Н.А. Шидловської, М.М. Юрченка та ін. дали змогу з'ясувати напрями наукового пошуку, що були пріоритетними в Україні в царині теоретичної електротехніки.

Так, у монографії О.М. Ефроса, О.М. Данилевського «Операційні обчислення і контурні інтеграли» [384] авторами були викладені теоретичні основи розрахунку перехідних процесів у колах енергосистем різного класу. Праця окреслювала значний простір для вирішення задач перехідних процесів електротехнічних систем та стала базою для спеціальної частини курсу ТОЕ.

У роботі Е.В. Зеляха «Основи загальної теорії лінійних електричних схем» [97] автором узагальнено великий масив теоретичної інформації щодо лінійних електричних схем, основ їхнього проектування та розрахунку.

У підручнику А.Д. Нестеренка «Вступ до теоретичної електротехніки» [188] автором сформульовано основні закони електричних і магнітних явищ та особливу увагу приділено фізичній інтерпретації процесів із залученням аналогій, що було покладено в основу законів зміни електричних та магнітних кіл.

У монографії М.П. Макаренка, В.І. Сенька, М.М. Юрченка «Моделювання мережевих перетворювачів електроенергії модуляційного типу» [165] запропоновано успішне вирішення задач проектування мережевих напівпровідникових перетворювачів електроенергії, що визначається широким використанням ПЕОМ з застосуванням методів математичного й комп'ютерного моделювання та аналізу електромагнітних процесів як у силових, так і в інформаційних каналах.

Автори А.К. Шидловський, В.С. Перхач, А.І. Скрипник у своїй роботі розглянули питання усталених режимів електроенергетичних систем з електропередачами та вставками постійного струму та запропонували низку математичних моделей аналізу режимів з оцінкою їх ефективності [369].

У монографії Н.А. Шидловської авторкою проведено узагальнення теорії та аналітичних методів аналізу нелінійних електричних кіл сталого та змінного струмів. Також у праці наведено розрахунки нелінійних електричних кіл більш перспективним методом – методом малого параметру [365].

Важливим для розвитку напряму моделювання та розрахунку електромагнітних полів в Україні стали наукові праці А.А. Щерби та М.М. Резинкиної [381; 382]. Авторами розглянута концепція чисельного розрахунку квазістаціонарних електричних полів енергетичних об'єктів у неоднорідних середовищах із гетерогенними вкрапленнями складної форми яка змінюється в часі. Окрім того, автори систематизували методи математичного моделювання електромагнітних процесів для сучасних завдань електротехніки та електроенергетики і запропонували методи розрахунку електромагнітних процесів систем з тонкими провідними екранами, а також з каналами неповних пробоїв, діелектриків та блискавки.

У дослідженні було використано значний масив періодичної преси. Цінність цієї групи полягає в інформаційній насиченості матеріалів, що публікувалися на сторінках наукових видань, а також науковій новизні винахідницької діяльності вчених та результатів їх досліджень. Це, по-перше,

журнал «Електрика», заснований у 1880 р., де був постійний розділ «Теоретична електротехніка» [13; 98; 113; 204; 245; 269; 338; 364]. По-друге, фаховий науковий журнал «Технічна електродинаміка» Інституту Електродинаміки НАН України з окремим розділом з питань теоретичної електротехніки, перший випуск якого був у жовтні 1979 р. [20; 38; 137; 164; 189; 283; 284; 286; 289; 295; 311; 379; 383].

Корисна інформація міститься й у збірниках наукових праць НДІ, наукових товариств та ВТНЗ [11; 12; 24; 229; 352]. Величезне значення для розвитку теоретичного підґрунтя електротехніки мав заснований у 1966 р. збірник наукових праць «Теоретична електротехніка» на базі Львівського Державного університету [181].

Різноманітний науковий матеріал про досягнення електротехнічної науки містяться в збірках матеріалів конференцій. Наукові й науково-практичні конференції та симпозіуми проводяться з метою оприлюднення та апробації результатів досліджень й охоплюють широкий спектр наукової тематики з теоретичної електротехніки. У тематиці конференцій відзеркалено підсумкові результати інноваційних досліджень, що допомогло з'ясувати напрями розвитку теоретичної електротехніки в Україні, особливо наприкінці ХХ ст. – початку ХХІ ст. Наприклад, щорічний міжнародний симпозіум «Проблеми електроенергетики, електротехніки та електромеханіки – SIEMA», що традиційно збирає науковців наприкінці жовтня в НТУ«ХП», має секцію з теоретичної електротехніки, її проблем та нових перспективних досліджень [172].

Також у роботі використані джерела довідкового характеру, до яких віднесено довідкові видання, бібліографічні та біографічні покажчики, енциклопедії [34; 40; 162]. Залучення цих матеріалів дало змогу систематизувати біографічні дані окремих науковців, уточнити маловідомі події з творчої та наукової діяльності, зокрема – вчених Львівської політехніки.

Важливими для вивчення тематики дослідження виявилися матеріали музейних фондів. Вивчення різнопланових джерел, що зберігаються в музеї НТУУ «КПІ», НТУ «ХПІ» та НУ «Львівська політехніка», дало змогу окреслити та надати характеристику етапам розвитку теоретичної електротехніки в Українських науково-технічних центрах. Музейні фонди НТУУ «КПІ» та НТУ «ХПІ» містять велику кількість зображувальних джерел. Тут зберігаються фотодокументи, дипломи, знаки пошани, особисті речі провідних науковців-електротехніків, графічні зображення, креслення, а також електротехнічні прилади, якими були укомплектовані перші електротехнічні лабораторії та кафедри. Вивчення цих матеріалів дозволило висвітлити внесок вищої технічної школи в розвиток наукових досліджень з теоретичної електротехніки, оцінити внесок окремих науковців у розвиток світової електротехнічної науки.

Матеріали, виявлені в музеї НУ «ЛП», дали змогу розкрити процес становлення електротехніки як науки та навчальної дисципліни на початковому етапі зародження цього напрямку в Україні, а також з'ясувати, що перспективні теоретичні дослідження польських професорів-електротехніків стали основою для розвитку електротехнічної науки й освіти України в подальші роки. У музейних фондах НУ «ЛП» зберігаються різноманітні електротехнічні прилади лабораторії професора В. Круковського, за ініціативи якого було значно розширено та модернізовано кафедру електричних вимірювань і електротехнічну лабораторію інституту. Серед експонатів музею є конспект лекцій та конспект лабораторного практикуму професора Г. Сокольницького з електротехніки, яку він вивчав у Політехнічному університеті м. Дармштадт, Німеччина у 1898–1899 рр. та інші особисті документи, що дозволяють проаналізувати роль вченого у формуванні електротехнічних дисциплін у ЛП.

Унікальні матеріали Харківського музею Голокосту розкрили невідомі сторінки життя харківської наукової інтелігенції в тяжкий період перших місяців окупації м. Харкова. Видання, представлені в музеї, допомогли

дізнатися про тяжку долю молодих вчених ХЕТІ О.М. Ефроса та О.М. Данилевського, знайти фотопортрет О.М. Ефроса [161; 184].

До джерельної бази дослідження залучено низку наративних джерел, зокрема спогади, автобіографії, матеріали інтерв'ю. Незважаючи на те, що цей вид джерел має віддзеркалення особистості й потребує більш ретельного аналізу, залучення документів особового походження сприяє глибокому осмисленню подій. Низка мемуарної літератури та рукописів зберігається на кафедрі «ТОЕ» НТУ «ХПІ». Зокрема спогади професора кафедри А.М. Борисенка, містять цікаву інформацію про період роботи на кафедрі науковця та новатора В.Л. Беніна [306].

Сучасний розвиток інформаційних технологій сприяв застосуванню таких джерел інформації, як офіційні веб-сайти науково-дослідних інститутів, закладів вищої освіти, електротехнічних кафедр, інформація з яких частково стосується розвитку напряму теоретичної електротехніки на сучасному етапі історичного дослідження. Опубліковані документи, історичні довідки установ, звіти з науково-дослідних робіт було проаналізовано стосовно ролі вчених ВНТЗ у розвитку теоретичного електротехнічного напряму. Було використано матеріали з офіційних сайтів ІЕД НАН України [108], кафедри теоретичної і загальної електротехніки НУ «Львівська політехніка» [107], кафедри теоретичних основ електротехніки НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» [109], кафедри електричних систем і мереж НУ «Чернігівська політехніка» [114], кафедри електричної інженерії Донецького Національного технічного університету [115], кафедри електротехніки Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» [117], кафедри електромеханічної інженерії Одеського Національного технічного університету [116] та кафедри теоретичної електротехніки та електричних вимірювань Вінницького Національного технічного університету [118].

Отже, вивчення означеної проблеми виявило низку завдань, для вирішення яких було створено репрезентативну джерельну базу. Було

залучено архівні фонди як навчальних, так і академічних інститутів, матеріали музеїв, спеціальна література, зокрема монографії, наукові статті, тези конференцій, автореферати. Опрацювання джерел сприяло об'єктивному розкриттю процесу формування наукових та навчальних засад теоретичної електротехніки, її організаційного оформлення на тлі економічних, соціально-політичних подій ХХ ст. – початку ХХІ ст.

1.3. Методологічні основи дослідження

У вітчизняній науковій традиції методологію розглядають як учення про науковий метод пізнання або як систему наукових принципів, на основі яких базується дослідження. Методологія має ієрархічну структуру. Розрізняють фундаментальні, загальнонаукові принципи, що становлять власне методологію; конкретно наукові, що лежать в основі теорії тієї чи іншої наукової галузі, і систему конкретних методів і технологій, що застосовуються для вирішення спеціальних дослідницьких завдань.

Методологічні засади дослідження формувалися на базі науково-теоретичного доробку українських та закордонних фахівців: Дж.Д. Бернала [14], В.І. Вернадського [32], Г.М. Доброва [57], Л.О. Зашкільняка [66; 67], І.І. Колесник [125], Т. Куна [141], Т.В. Попової [242], Л.П. Рєпіної [285], О.Д. Симоненко [298], Дж. Холтона [343], Ю.О. Храмова [348; 350], Е.Г. Юдіна [385] та ін.

Підґрунтя методологічної основи дисертаційної роботи складають принципи історизму, системності, об'єктивності, усебічності, наступності. Застосування цих принципів дозволяє об'єктивно оцінити науковий доробок учених, дотримуватись конкретно-історичних підходів до аналізу зародження і розвитку електротехнічної науки й освіти в Україні, виявити всі джерела, що містять інформацію щодо обраної теми, визначити пріоритетність тих чи інших відкриттів і з'ясувати предмет дисертаційного дослідження.

Загальнонаукові методи пізнання – аналіз і синтез дають змогу всебічно охарактеризувати документи, у яких відображені результати, які досягнуті на тому чи іншому рівні процесу пізнання.

Аналітико-синтетичний підхід, використаний в усіх розділах дисертаційної роботи, дав можливість вивчити чинники, на яких ґрунтується електротехнічна наука, що вплинули на становлення електротехнічних досліджень у ВТНЗ, а також простежити основні тенденції розвитку напрямку теоретичної електротехніки в Україні.

Науковою основою для досліджень слугує системний підхід, сутність якого полягає в тому, що вивчення кожного елемента системи в його зв'язку та взаємодії з іншими елементами дозволяє простежити зміни, що відбуваються в системі, і висловити гіпотези відносно законів розвитку системи. Застосування методу систематизації дало можливість підготувати таблиці класифікації до майже кожного розділу, зокрема цілісно відобразити процеси створення наукового фундаменту для розвитку електротехнічної галузі та передумови становлення й розвитку теоретичної електротехніки як самостійного наукового напрямку та навчальної дисципліни.

Використання методу актуалізації стало важливим для визначення теми та основних напрямів дослідження. За допомогою логічного методу розроблено структуру дисертаційної роботи. Також використання цього методу допомогло при аналізі процесу становлення електротехнічної науки і освіти в Україні на початку ХХ ст., коли територія України входила до складу Російської та Австро-Угорської імперій.

Застосування спеціальних історичних методів тобто історико-порівняльного, проблемно-хронологічного та історико-ситуаційного дозволило дати оцінку того чи іншого явища або факту, виявити вплив конкретної ситуації на розвиток теоретичної електротехніки, простежити основні етапи становлення й розвитку напрямку, зрозуміти передумови зародження теоретичної електротехніки як науки в Україні; виявити

особливості та основні риси кожного етапу, установити хронологічні межі дослідження. Ці матеріали складають другий розділ роботи.

Використання спеціальних методів у третьому й четвертому розділах дослідження, наприклад методу типологізації та порівняльного аналізу, допомогло окреслити визначальні ознаки наукових напрямів, наукових технічних шкіл з теоретичної електротехніки, що зароджувалися та діяли з 1930-х рр. ХХ ст. до початку ХХІ ст., зробити аналіз наукової, методичної, організаційної діяльності кожної окремої наукової школи в загальному масиві розвитку напряму теоретичної електротехніки на теренах України.

У роботі використовувався такий дослідницький метод, як біографічний, що дозволив доповнити біографічні дані маловідомих учених, уточнити деякі факти їхньої науково-організаційної роботи, а також виявити забуті імена та їх вплив на деякі аспекти розвитку електротехнічних досліджень.

Цінним методом для вивчення матеріалу став метод класифікації, зокрема при проведенні у четвертому розділі аналізу наукової та методичної літератури та дисертаційних робіт вчених-електротехніків ІЕД НАН України.

Специфіка дисертаційного дослідження вимагала залучення методів, поширених в суміжних галузях науки, зокрема електротехніки. До них належать статистичний метод, метод наукової систематизації, системний та факторний аналіз. Системний аналіз – це науковий напрям, який пов'язано з розробкою методології вирішення проблем прикладного характеру. Системний аналіз як методологія, відіграє роль каркасу, що об'єднує всі необхідні методи знання й дії для вирішення проблем. Сукупність указаних методів сприяла опануванню широкого кола джерел та літератури, систематизуванню й узагальненню інформації з визначеної проблеми, вивченню джерел.

У дослідженні використовуються кількісно-якісні методи, до яких належать наукометрія, бібліометрія та інформетрія, за допомогою яких проведена кількісна оцінка досягнень науковців. За допомогою бібліометричного методу була простежена динаміка виходу монографій і

публікацій з напрямку теоретична електротехніка наприкінці ХХ – початку ХХІ ст., що допомогло зробити аналіз діяльності наукового колективу провідного електротехнічного інституту на етапі розвитку України як самостійної держави з високим інноваційним потенціалом.

Висновки до першого розділу

Отже, аналіз наукової літератури свідчить про відсутність комплексного дослідження становлення та розвитку теоретичної електротехніки як наукового напрямку та навчальної дисципліни на теренах України впродовж ХХ ст. – початку ХХІ ст. Встановлено, що праці першого історіографічного періоду хоча і містять достатній обсяг фактологічного матеріалу з розвитку теорії електрики, але практично не містять згадок про українських учених та формування вітчизняної теоретичної електротехніки. Історіографії доби незалежної України характерне збільшення різнопланових наукових досліджень з історії теоретичної електротехніки та підготовки наукових й інженерних кадрів. З'явилися праці, у яких розвиток теоретичної електротехніки розкрито на основі діяльності окремих наукових шкіл та ВТНЗ. Проте, окремі питання ще залишаються не дослідженими.

У процесі пошуку та дослідження було створено репрезентативну джерельну базу, що містить матеріали з фондів архівних установ України, монографії в галузі теоретичної електротехніки, періодичні наукові видання, наукові збірки, джерела з музейних фондів, спогади. До джерельної бази було залучено матеріали 134 справ 25 описів 16 фондів із 9 архівних установ України. Науковий обіг склали документи центральних державних архівів України, архівних установ Харківської, Одеської, Львівської областей, архіву м. Києва, НТА ІЕД НАН України, архівів НТУ «ХП» та НУ «ЛП».

Комплексне опрацювання наукової літератури та репрезентативної джерельної бази на основі залучення теоретико-методологічного апарату дало змогу розв'язати низку наукових завдань, пов'язаних із формуванням напрямку теоретичної електротехніки в Україні впродовж ХХ ст. – на початку ХХІ ст.

РОЗДІЛ 2

СТАНОВЛЕННЯ ФІЗИЧНИХ ОСНОВ ТЕОРЕТИЧНОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

2.1. Виникнення теоретичної бази як основи для розвитку електротехніки як прикладної технічної науки (1759–1889 рр.)

Електротехніка як наука в сучасному розумінні є багатограним комплексом наукових напрямків та технічних дисциплін, що відіграє величезну роль у розвитку інноваційного потенціалу та займає почесне місце в системі технічних наук в Україні [104, с. 83–88].

Слід зауважити, що електротехніка, як технічна наука, – це історично сформована система «обслуговування знаннями» практичної інженерної діяльності, яка характеризується [298, с. 25–27]:

- науковими методами дослідження технічних проблем;
- організацією отриманих знань у вигляді наукового предмету (наявність ідеалізованих об'єктів дослідження та системи взаємозалежних теоретичних концепцій та методів);
- спеціальною науково-методичною організацією діяльності з вироблення цих знань (мережа науково-дослідних установ та навчальних закладів, система підготовки наукових кадрів).

Історичне дослідження проблеми виокремлення електротехніки у самостійну технічну науку дозволило розподілити цей процес на такі основні етапи:

I етап (з найдавніших часів – 1799 р.): емпіричний етап накопичення знань про електрику й магнетизм; вчені освоюють лабораторні відкриття в галузі фізики за допомогою емпіричного пошуку доцільних конструктивних рішень;

II етап (1800–1889 рр.): відкриття основних законів та виникнення електротехнічної винахідницької діяльності; виникнення спеціалізованої електротехнічної проблематики, завдяки чому поступово усвідомлюється

необхідність створення спеціальних електротехнічних знань, запроваджуються специфічні методи дослідження та засоби теоретичного обґрунтування;

III етап (1890–1929 рр.): формування електротехніки як самостійної технічної науки із розвиненим дослідницьким апаратом, теоретичною базою та сформованою системою підготовки електротехнічних кадрів.

Емпіричний етап накопичення знань про електрику й магнетизм розпочався в найдавніші часи й остаточно сформувався наприкінці XVIII ст. з відкриттям перших фундаментальних законів [277, с. 59–62].. Незважаючи на те, що в той час у науці панувала механіка, дослідження електричних і магнітних явищ значно розширювались. Це підтверджувалося діяльністю таких учених як Г. Кавендіш, У. Гільберт, С. Грей, Б. Франклін, Г.В. Ріхман, М.В. Ломоносов, П. Мушенбрук та ін. [28; 158; 342; 349; 387; 394]. Після ствердження Ф.У. Епіноса про спорідненість електричних і магнітних явищ та пояснення теорії біполярного електричного флюїду, яке він обґрунтував у праці 1759 р., відбувся досить стрімкий розвиток теорії електрики [278, с. 51–53]. А з часу створення А. Вольтом у 1800 р. джерела постійного електричного струму вчені-фізики починають активно досліджувати електричні, а потім і електромагнітні явища [26, с. 73–76; 363, с. 169–181].

Необхідно підкреслити, що в цей період також плідно працював український вчений С. Стубелевич, що досліджував різні питання магнетизму та статичної електрики у Вільнюському університеті [129, с. 68–69].

III. Кулоном було розпочато кількісне вивчення електричних явищ. Учений запропонував фундаментальний закон електростатики – закон взаємодії електричних зарядів [345, с. 92]. На початку XIX ст. було встановлено низку основних положень: закон взаємодії електричних струмів А. Ампером та закон дії струму на магніт Ж.Б. Біо та Ф. Саваром. Крім того Г.С. Омом запропоновано основний закон електричного кола [240, с. 71; 276, с. 59–61], М. Фарадеєм – закон електролізу [33, с. 81], Д.П. Джоулем – закон теплової дії струму та К. Гауссом – теорему електростатики [136, с. 21–29].

У 1845 р. Г. Кірхгофом відкрито закономірності розподілу електричного струму в розгалуженому колі. Важливими досягненнями цього етапу було встановлення електричної природи магнетизму. Таким чином поступово формувалися фізичні основи теорії електричних кіл та математичні основи їх розрахунку [345, с. 21–23].

Подальший розвиток теорії електрики пов'язаний з дослідженнями М. Фарадея, який унаслідок експериментальної перевірки принципу збереження енергії відкрив два фундаментальні положення: закон електромагнітної індукції і закон взаємодії магнетизму й світла [33, с. 81–83; 182]. Одним із найважливіших кроків у розвитку електротехнічної науки стало опублікування у 1831 р. М. Фарадеєм першої серії праць «Дослідні дослідження з електрики», у яких він уперше пояснює та дає обґрунтування закону електромагнітної індукції та специфічному «Електротонічному стану» [21, с. 5–8].

У наукових лабораторіях Британського Королівського інституту він проводив лабораторний експеримент із швидкого руху магнітного осердя всередину багатовиткової котушки та фіксував за допомогою гальванометра виникнення току [375, с. 67–69]. М. Фарадей описував «Електротонічний стан», як електричну властивість матерії, як особливий стан напруженості, що може розглядатися в якості еквіваленту струму електрики, що генерується при появі чи зникненні цього стану й формулює свій закон так: змінення магнітного потоку крізь замкнутий контур викликає в контурі електрорушійну силу, яка спрямована протилежно зміні потоку (1):

$$E = - \frac{d\Phi}{dt} , \quad (1)$$

E – електрорушійна сила в замкнутому контурі,

Φ – потік вектора магнітної індукції крізь замкнуту поверхню.

Це відкриття вченого показало, що для всебічного розуміння явищ електромагнітної природи, класичного підходу, а саме концепції далекодії,

яка була обґрунтована роботами А. Ампера, В. Вебера та С. Пуассона, було недостатньо й потрібні нові фізичні концепції [376, с. 54–55].

Плідна робота англійського вченого Дж.К. Максвелла над створенням узагальненої теорії, що повною мірою описувала би сукупність електромагнітних явищ, була оформлена ним у 1873 р. у працю «Трактат з електрики та магнетизму» [392]. Дж.К. Максвелл обґрунтував чотири математичні рівняння (табл. 2.1), що всебічно описували фізичну природу як електричного, так і магнітного полів.

Ці рівняння також припускали існування електромагнітних хвиль. Формування рівнянь у диференціальній формі привело вченого до остаточної гармонійної теорії, яка давала відповіді на питання існування електричного й магнітного полів, їх взаємодії, джерел та силових ліній.

Перше рівняння, яке було виведено на основі закону електромагнітної індукції, підтверджувало наукові прогнози М. Фарадея, що вихрове електричне поле породжується зміною магнітної індукції. У другому рівнянні, запропонованому на основі закону повного струму в речовині, вихрове магнітне поле породжується електричним струмом у провіднику й зміною електричної індукції. Третє рівняння закріплює поняття електричного заряду як джерела електростатичного поля. Четверте розкриває сенс замкнених силових ліній магнітного поля та відсутності єдиного магнітного заряду [28, с. 25–38]. У табл. 2.2 наведено основні електромагнітні величини, що характеризують властивості електричного та магнітного полів та представлено одиниці їх виміру.

Значну роль у формуванні еквівалентних перетворень кіл постійного струму мали роботи Дж.К. Максвелла з розроблення методу контурних струмів та теореми про взаємність в електричних колах [345, с. 25–38].

Отже, Дж.К. Максвелл реформував існуючу на той час теорію електрики й магнетизму, а також заклав математичні основи для розвитку етапу виникнення прикладної електротехнічної діяльності в другій половині XIX ст.

Таблиця 2.1

Повна система структурних рівнянь Дж.К. Максвелла

	Отримано вченим на основі	Інтегральна форма	Диференціальна форма	Фізичний смисл
1	Закон електромагнітної індукції М.Фарадея	$\oint_L \vec{E} d\vec{l} = - \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$	$\text{rot} \vec{E} = - \frac{d\vec{B}}{dt}$	Вихрове електричне поле породжується зміною магнітної індукції
2	Закон повного струму для магнітного поля у речовині	$\oint_L \vec{H} d\vec{l} = \int_S \left(\vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S}$	$\text{rot} \vec{H} = \vec{j} + \frac{d\vec{D}}{dt}$	Вихрове магнітне поле породжується електричним струмом у провіднику і зміною електричної індукції
3	Теорема Остроградського-Гаусса для електростатичного поля у діелектрику	$\oint_S \vec{D} d\vec{S} = \int_V \rho dV$	$\text{div} \vec{D} = \rho$	Електричний заряд є джерелом електростатичного поля
4	Теорема Остроградського-Гаусса для магнітного поля у вакуумі	$\oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0$	$\text{div} \vec{B} = 0$	Не існує магнітних зарядів; силові лінії магнітного поля замкненні

Таблиця 2.2

Основні електромагнітні величини

\vec{E}	вектор напруженості електричного поля, [В/м]
\vec{D}	вектор електричного зміщення, [Кл/м ²]
\vec{H}	вектор напруженості магнітного поля, [А/м]
\vec{B}	вектор магнітної індукції, [Тл]
ρ	густина заряду, [Кл/м, Кл/м ² , Кл/м ³]
\vec{j}	вектор струму зміщення, [А]

Уже в грудні 1888 р. німецький фізик Г. Герц за результатом низки експериментальних досліджень з вивчення коливального контуру відкрив існування електромагнітних хвиль, що заздалегідь були теоретично обґрунтовані Дж.К. Максвеллом [122, с. 71–72]. Результати наукової роботи Г. Герца були опубліковані автором у статті «Про промені електричної сили» й стали сенсаційним підтвердженням електромагнітної теорії Фарадея-Максвелла, так званої теорії близькодії.

З 1890-х рр. розпочався плідний етап розвитку технічних пристроїв на базі змінного струму, що виявилися найбільш перспективними при передачі електричної енергії на значні відстані. З'явилися дослідження таких учених як Т. Блекслей, Дж. Суінберн, Г. Капп, М. Тесла, М.О. Доливо-Добровольський, С. Томпсон, у яких докладно розроблялися теорія змінного струму, методи зображення и розрахунку змінних струмів, процесів у колах з ємністю та індуктивністю [104, с. 58–64, 70].

У техніці багатофазних струмів значним відкриттям були праці М.О. Доливо-Добровольського, який розробив систему трифазного змінного струму, а також запропонував конструкцію асинхронного електричного двигуна [134, с. 47–51]. На базі цих відкриттів поступово виник цілий ряд теорій і методів, що описують явища в колах багатофазного струму: теорія обертових кіл, теорія симетричних складових, теорія кругових діаграм.

Отже, у цей період розвиток спеціальних електротехнічних знань характеризувався накопиченням, систематизацією та узагальненням великої кількості практичних задач, розрахунком та дослідженням різноманітних електротехнічних пристроїв та систем. Базовими положеннями для рішення більшості задач стали фізичні основи електротехніки, що характеризували та описували взаємодію між електричними зарядами на базі інтегральних законів учення про електрику й магнетизм. Це закон електромагнітної індукції, закони Кірхгофа, закон повного струму, закон безперервності електричного струму та магнітного потоку [55, с. 4–5].

Але теоретичні завдання, що вирішувалися в техніці високих напруг, радіотехніці, в електричних вимірюваннях, при проектуванні електричних мереж енергетики та зв'язку, при розробці цілого ряду електротехнічних матеріалів та пристроїв потребували вже нових засобів експерименту, математичних методів аналізу й синтезу, нових інженерних підходів, що використовувались у різних галузях фізико-математичних наук.

Так, аналіз процесів у колах та пристроях змінного струму, розробка методики їх розрахунку могли бути проведені тільки за допомогою розширеного математичного апарату. В основі цього знаходиться початкова принципова ідеалізація, при якій форма кривої змінного струму заміщена синусоїдою або декількома синусоїдами. Отже, в спільноті вчених-електротехніків виникла проблема теоретичного опису специфічних форм перебігу електромагнітних процесів та сукупних явищ в колах, таких як електричний резонанс, реактивний та активний опір, самоіндукція і ємність [141, с. 28–36; 298, с. 43–49].

У 1880–1887 рр. англійський учений О. Хевісайд досліджував перехідні процеси в телеграфних лініях зв'язку й розробив операційне числення, математичний апарат якого став дуже доцільним засобом рішення складних диференціальних рівнянь при докладному описі перехідних процесів у розгалужених електричних колах [22, с. 16–23; 393, с. 10–17].

Роботи французького фізика Ж.М. Дюамеля у 1850-рр. знайшли практичне застосування наприкінці ХІХ ст. при розрахунку відлуння лінійних систем на змінюваний з часом вхідний вплив довільної форми. Можливість застосування спеціального інтегралу була заснована на принципі суперпозиції для лінійних систем та розкрила для електротехніків можливість вивчення роботи різноманітних пристроїв в умовах періодичного впливу на них сигналів не синусоїдальної форми [361, с. 44–46].

У 1850-х рр. німецьким фізиком Г.Л. Гельмгольцем було сформовано основоположний принцип розрахунку електричних кіл – принцип суперпозиції, на базі якого були засновані важливі теореми електричних кіл.

Однією з базових теорем є теорема Тевенена–Гельмгольца про еквівалентне джерело, названа на честь двох фізиків Г.Л. Гельмгольца та Л.Ш. Тевенена, які самостійно дійшли до її формулювання. Вона стала використовуватися електротехніками при дослідженні різного класу вимірювальної техніки, а також при розрахунках струмів короткого замикання в електричних мережах. Також пізніше Г.Л. Гельмгольцем було вперше отримано рівняння перехідного процесу в колі при його підключенні до джерела струму [345, с.125–128].

Видатна роль у розробці математичного апарату для розрахунку розгалужених кіл змінного струму належить американському вченому Ч.П. Штейнмецю [396, с. 12–27]. Він запропонував метод комплексних складових, що базувався на застосуванні комплексного числення для розрахунку сталих режимів у колах змінного струму. Метод об'єднував точність аналітичного розрахунку й наочність графічного відображення комплексних чисел за допомогою векторів. З одного боку, математичний апарат дозволяв проводити всі алгебраїчні розрахунки, а з іншого, розкладання комплексного числа на дійсну та уявну частки давало можливість установити відповідність між векторами напруги та струму, розкрити фізичний зміст активного та реактивного опору, активної та реактивної потужності [9, с. 28–34].

Суттєвим унеском на формування окремих теоретичних розділів електротехніки стали праці з електродинаміки змінних струмів українського вченого, який працював у Празькій політехніці, І. Пулюя [362, с. 251–253]. Праці, присвячені явищам самоіндукції та електромагнітної індукції, стали важливими теоретичними положеннями при розробці трансформаторів, генераторів струму та електровимірювальних приладів. А праці, присвячені аналізу роботи трифазних та однофазних генераторів змінного струму та розрахунку лінійних кіл мали значний вплив на формування теоретичних основ електротехніки [38, с. 3–5].

Вагомим методичним доробком ученого стала викладацька діяльність на кафедрі експериментальної і технічної фізики в Німецькій політехніці впродовж 1884–1902 рр. Уже у 1885 р. І. Пулюй, що був завідувачем кафедри фізики, оновив навчальні програми лекційних курсів як з технічної, так і з експериментальної фізики, увівши до них розширений електротехнічний матеріал. А згодом учений запропонував і окремий курс електротехніки.

У 1902 р. І. Пулюю вдалося створити окрему кафедру електротехніки в університеті та забезпечити її належною матеріально-технічною базою. Отже, у своїх прагненнях розвивати електротехнічну освіту, І. Пулюй завжди стежив за розвитком сучасних напрямів у науці та намагався як педагог і організатор, впроваджувати усі нові надбання в освітній процес [290, с.11–12].

Таким чином у 1890–1929 рр. для рішення першорядних електротехнічних проблем розпочалося поступове залучення розширеного математичного апарату. Саме в ці роки й був започаткований останній етап формування електротехніки як самостійної технічної науки.

У результаті цих та інших досліджень була створена цілісна теоретична база, що в сукупності із розвитком електротехнічної освіти наприкінці XIX – початку XX ст. призвело до формування в 1930-х рр. фундаментального напрямку електротехнічної науки – теоретичних основ електротехніки (ТОЕ).

Єдиний фізико-математичний апарат у процесі узагальнення вирішуваних електротехнічних задач та сукупність вимірювально-практичних застосувань послужили підставою для виділення при систематизації отриманих результатів цілого ряду загально-універсальних теоретичних понять і прийомів наукового дослідження. Саме вони й визначили цілісний прошарок фундаментальних електротехнічних знань, що й сформували теоретичну електротехніку як науковий напрям та окрему навчальну дисципліну.

Теоретичні основи електротехніки як самостійна наукова технічна дисципліна сформувалася внаслідок синтезу фізичних уявлень про електричні

та магнітні поля, електричні ланцюги, математичні методи для дослідження та розрахунку електромагнітних явищ у технічних пристроях та системах. Історія розвитку теоретичної електротехніки невіддільна від розвитку електротехніки та фізики, оскільки відкриття нових фізичних явищ та законів одночасно зумовлювало появу нових електротехнічних пристроїв.

Теоретична електротехніка досліджує електричні, магнітні й електромагнітні явища та процеси в різних фізичних середовищах, складних технічних системах і пристроях, вивчає закони, яким вони підлягають, і фізичні особливості цих явищ та процесів. На основі цих законів учені розробляють конкретні математичні й фізичні моделі, нові методи аналізу та синтезу з метою створення сучасних і вдосконалення існуючих електротехнічних систем і пристроїв для подальшого забезпечення ефективного практичного використання в них енергії електромагнітного поля.

Фундаментальні розділи ТОЕ – теорія електромагнітного поля (ТЕП) та теорія електромагнітних кіл (ТЕК) були сформовані слідом за поступовим становленням у дисципліні окремих теоретичних розділів. Відбулася надбудова найбільш загальних та абстрактних понять теоретичної електротехніки, і ці поняття утворили базовий, початковий рівень теоретичних знань, що в достатньому обсязі мають бути засвоєні майбутніми інженерами всіх електротехнічних спеціальностей та спеціалізацій [298, с. 98–101].

Важливим фактором формування цілісного ієрархічного блоку наукових електротехнічних знань був систематичний виклад теоретичних результатів, отриманих у різних напрямках досліджень. Тож початкова група дослідницьких результатів, що охоплювали окремі питання, з поступовим зростанням систематизованих теоретичних знань замінювалась їх сукупністю за методами рішення проблем, відповідно з узгодженими теоретичними допущеннями та схематизаціями. Саме це й призвело до формування загальних розділів для усіх електротехнічних напрямів – ТЕК та ТЕП.

ТЕК – використовує інтегральні формули для опису роботи пристроїв в цілому.

ТЕП – використовує диференціальні формули, що описують стан того, чи іншого матеріалу в різних конструктивних частинах пристроїв.

Якщо уявити процес формування теоретичних основ електротехніки у вигляді структурної схеми, створеної автором на основі паспорту спеціальності 05.09.05 – теоретичні основи електротехніки (рис. 2.1), то можна стверджувати, що першими виокремилися напрями теорії електромагнітного поля, електричних кіл з зосередженими параметрами та електричні кола з розподільними параметрами. Далі поглиблення наукових досліджень стимулювало диференціацію напрямів розвитку теоретичної електротехніки.

Отже, ретельний аналіз розвитку фізичної науки про електрику впродовж XVIII ст. – XIX ст. дозволяє стверджувати, що наукові дослідження фізиків XIX ст. стали основою для формування окремих розділів теоретичної електротехніки, зокрема дослідження А. Ампера, А. Вольта, Г.С. Ома, Г. Кірхгофа та ін. сприяли становленню теорії електричних кіл. У результаті узагальнення висновків М. Фарадея, Дж. Максвелла, практичних напрацювань І. Пулюя, Г. Герца та ін. сформувалася теорія електромагнітного поля. Прикладні математичні методи вчених-математиків сприяли систематизації та ідеалізації окремих електротехнічних задач. Дослідження американського вченого німецького походження Ч.П. Штейнмеця дозволили виокремитися теорії електричних кіл змінного струму. Розрахунок крайніх режимів роботи електротехнічних пристроїв та систем базувався на дослідженнях Г.Ф. Гельмгольца. Теорія і методи розрахунку перехідних процесів сформувалися внаслідок теоретичних розвідок О. Хевісайда та Ж.М. Дюамеля.

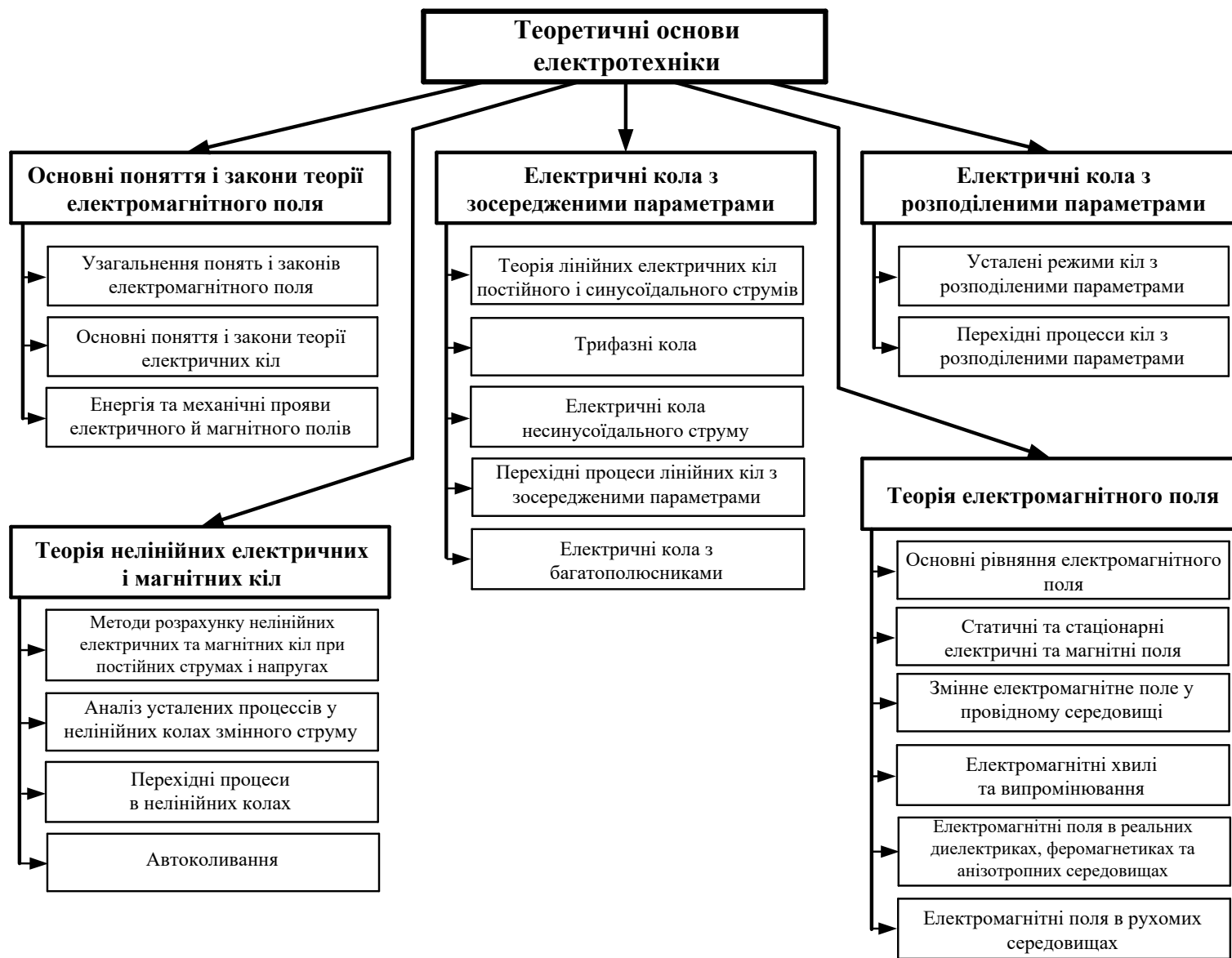


Рис. 2.1. Структурно-логічна схема розвитку теоретичних основ електротехніки, (створено автором на основі паспорту спеціальності з ТОЕ)

Отже, теоретичний електротехнічний напрямок об'єднав у собі окремі складові фізичних, математичних та прикладних інженерних знань. Діяльність електротехнічного товариства сприяла їх розвитку та проводилася в тісній взаємодії із найвідомішими фізичним та математичним товариствами [143]. Методи опису досліджуваної електротехнічної задачі, змістовна структура уявлень, прикладні математичні методи постановки та рішення задач стали результатом розвитку теоретичної електротехніки як єдиного цілісного наукового напрямку.

2.2. Передумови формування наукових основ теоретичної електротехніки в Україні (1890–1929 рр.)

Першим кроком на шляху започаткування та розширення наукових досліджень в галузі електротехніки в Україні стало створення мережі вищих навчальних закладів, а саме: 16 квітня 1885 р. Харківського практичного технологічного інституту (ХПТІ), а з 1898 р. Харківського технологічного інституту (ХТІ), 30 січня 1898 р. Київського політехнічного інституту (КПІ), 30 вересня 1899 р. Катеринославського вищого гірничого училища (КВГУ), 18 вересня 1918 р. Одеського політехнічного інституту (ОПІ) та відкриття 30 травня 1921 р. у м. Юзівка Донецького гірничого технікуму (ДГТ), що передував майбутньому Донецькому політехнічному інституту (ДПІ) [58, с. 92–97; 119, с. 4; 187, с. 12–14; 303, с. 2–9; 356, с. 10–12].

На базі цих навчальних закладів поступово почали формуватися наукові осередки, де, крім впровадження низки дисциплін електротехнічного спрямування, почали проводитися дослідження з вивчення властивостей електричних машин, електричної тяги, електрифікації, загальних питань електрики й магнетизму, що стало передумовами для формування теоретичної електротехніки як окремої науки та навчального напрямку (Додатки Б, В, Г).

Окрім того, важливим чинником для становлення теоретичної електротехніки була необхідність у науковому забезпеченні

електромашинобудівного та енергетичного комплексу. Імпорт електротехнічних виробів за деякими показниками (наприклад електровимірювальні прилади) наближався до 90%. Створені електротехнічні підприємства мали наукові відділи, але територіально розташовувалися на базі головних підприємств поза межами України. На підприємствах у більшості працювали іноземні фахівці. Реалізація плану електрифікації (план ДЕЕЛРО) потребувало як фахівців високого рівня, так і наукової підтримки [110, с. 212–213].

Розвиток теоретичної електротехніки в комплексі різних питань електротехніки завжди мав дві форми: наукову та навчальну. Формування теоретичних знань та їх передача в процесі навчання насамперед відбувалися в ході комплексного рішення вченими прикладних науково-дослідних задач на певних історичних етапах розвитку промислового комплексу країни.

Ще в 1892 р. викладання електротехніки в ХПТІ було розпочато вченим-новатором О.К. Погорелко, який був знайомий із організацією електротехнічних науково-освітніх осередків в Європі й наполіг на обов'язковому додаванні початкового курсу електротехніки до навчального плану інституту [322, с. 100–104].

Найвагоміший внесок у становлення електротехнічних напрямів ХТІ, зокрема електричних машин, електричних вимірювань, електроенергетики зробив П.П. Копняєв [10, с. 83; 323, с. 159–162]. Свою роботу в інституті він розпочав у 1898 р. і стояв біля витоків його реорганізації внаслідок реформування й розширення вищої технічної освіти. У період з 1901 р. по 1904 р. в інституті було створено вісім спеціалізованих кафедр, в тому числі кафедра загальної електротехніки, фізики та математики. Одночасно з тим П.П. Копняєв розпочав заходи з організації викладання дисциплін електротехнічного профілю, сприяв розширенню матеріально-технічної бази кафедр для подальшого зростання та систематизації наукових досліджень, розпочав видавництво підручників і навчальних посібників, у яких методично узагальнював матеріал з усіх електротехнічних напрямків [353, с. 7].

Ці праці мали в основному навчальне спрямування й призначалися для підготовки інженерних кадрів. Так у 1900 р. П.П. Копняєв видав монографію «Курс електротехніки», у 1902 р. – загальну монографію «Електротехніка» у двох частинах; у 1904 р. – «Початок електротехніки», у 1909 р. – «Курс електротехніки: змінний струм», у 1912 р. – «Курс електротехніки: основи електрики та магнетизму» [320, с. 64–70].

Науково-методичний підхід П.П. Копняєва у викладанні теоретичного матеріалу кожного підручника визначався послідовним усебічним вивченням окремого розділу й теми, завжди супроводжувався конкретними прикладами, що давали можливість застосовувати теоретичні засади для практичної діяльності в електротехнічній галузі, сприяли плідному розвитку наукових досліджень в інституті. Вагоме значення для розвитку електромашинобудування Харкова мали праці П.П. Копняєва з теорії електромашин постійного струму, що впроваджувалися на Харківському електромеханічному заводі. Важливим є те, що вченим на основі теоретичних напрацювань було розроблено навчальну дисципліну з теорії електромашин [320, с. 69].

Наслідком багатопланової методичної, організаційної та наукової діяльності П.П. Копняєва у ХТІ впродовж 23-х років стало створення 21 січня 1921 р. електротехнічного факультету. До першого складу факультету входили чотири спеціалізовані кафедри: «Загальна електротехніка», «Електричні машини», «Електричне устаткування» та «Електрична тяга». Розпочалося всебічне залучення відомих учених та інженерів для викладання спеціальних електротехнічних дисциплін. Розширювався лабораторний практикум, що базувався на навчальних електротехнічній та вимірювальній лабораторіях. А за пропозицією П.П. Копняєва розпочалася робота з облаштування лабораторії високої напруги, діяльність якої мала сприяти й плідним науковим дослідженням. [174, с. 129; 324, с. 17–19].

Створення кафедри «Загальна електротехніка» мало за мету посилити систему підготовки інженерів. Дисципліна з загальної електротехніки викладалася для студентів усіх спеціальностей. Наукова-дослідна робота була зосереджена на науково-дослідній кафедрі електротехніки (керівник П.П. Копняєв). Цьому сприяв досить потужний професорсько-викладацький склад, це професори С.О. Тейс, О.О. Петєбня, В.М. Хрущов, П.П. Копняєв, викладачі – О.Я. Бергер, О.Б. Брон, В.М. Кияниця, М.Ф. Перевозький, О.Х. Хінкулов та ін. [354, с. 26; 398, с. 387].

Важливою складовою діяльності науково-дослідної кафедри були роботи пов'язані з завданнями ДЕЕЛРО, що проводилися під керівництвом професора В.М. Хрущова. Зокрема масштабні дослідження та створення великих генераторів змінного струму, що були необхідні для електростанцій, вивчення явищ високовольтних ліній електропередач тощо. Методичним та науковим доробком В.М. Хрущова стало складання та викладання таких спеціалізованих курсів як «Загальний курс електротехніки», «Теорія електричних та магнітних явищ», «Перехідні явища в електричних колах», «Регулювання напруги в районних мережах», «Колекторні двигуни змінного струму». Більшість з них було вперше впроваджено до навчальних планів електротехнічного факультету [320, с. 85–89; 354, с. 28–29].

Уже в 1924 р. під методичним керівництвом П.П. Копняєва розпочався перехід до нових методів навчання та перевірки знань студентів факультету. Це груповий та лабораторно-бригадний методи, що базувалися на збільшенні кількості годин лабораторних робіт за рахунок лекційних курсів та поглибленні та збільшенні самостійної роботи студентів.

Отже, методична, наукова та організаційна діяльність П.П. Копняєва та професорсько-викладацького колективу під його керівництвом, стали базою для становлення електротехніки як самостійної технічної дисципліни та наукового напрямку.

Розвиток теоретичних досліджень та електротехнічної освіти в КПІ нерозривно пов'язаний з ім'ям відомого вченого М.А. Артем'єва [302, с. 44–

46]. Він був першим завідувачем кафедри електротехніки в інституті яка була заснована в 1900 р., та стояв біля витоків створення у 1901 р. першої в інституті електротехнічної лабораторії високої напруги 100 кВ. Головним винаходом М.А. Артем'єва за час роботи в лабораторії було створення спеціального захисного костюму для роботи на установці високої напруги. Ідея винаходу полягала в застосуванні спеціальних провідників, що створювали замкнену провідну поверхню, якою був такий костюм. Таким чином силові лінії електричного поля не проникали крізь нього і це давало можливість працювати з потужним устаткуванням без відключення [305, с. 630–634]. Під час роботи на кафедрі М.А. Артем'єв захистив докторську дисертацію і у 1909 р. опублікував підручник з електротехніки, що базувався на його лекційному курсі.

У 1913–1931 рр. на кафедрі електротехніки викладав О.К. Котельников, спеціаліст у галузі електричних машин, електромагнітного поля та передачі електричної енергії на великі відстані [131, арк. 10].

Створення в 1918 р. електротехнічного факультету сприяло розширенню підготовки інженерів нових електротехнічних спеціальностей. З 1921 р. студентам факультету викладали курси «Вступ до електротехніки», «Теоретичні основи електротехніки», «Енциклопедія електротехніки», «Векторний та гармонічний аналіз» та «Основи теорії змінних струмів» відомі професори – І.Д. Горбачевський, О.О. Скоморохов та Л.Й. Кордиш [273, с. 90–92; 340, арк. 41–45].

У 1911 р. О.О. Скоморохов розпочав свою наукову й педагогічну діяльність у КПІ як завідувач електротехнічної навально-випробувальної станції та викладач електротехніки. Уже в 1922 р. він очолив Електротехнічний факультет інституту та спрямовано працював над створенням розширеної лабораторної бази, удосконаленням та затвердженням нових навчальних планів факультету, залученням на факультет найкращих викладачів [181, с. 4; 282, с. 132–133].

Після закінчення КПІ та отримання кваліфікації інженера-електрика розпочалася педагогічна та наукова діяльність А.Д. Нестеренка. Спочатку він проводив лабораторні заняття, а вже згодом читав студентам такі спеціалізовані курси, як загальна електротехніка, світлотехніка та електричні вимірювання [190, арк. 1–2]. Організаторські здібності молодого вченого розкрилися при відкритті ним у 1926–1928 рр. лабораторії електричних вимірювань у КПІ. Робота зі студентами в лабораторії дала вченому змогу практично відпрацьовувати теоретичний матеріал лекційних курсів, та стала поштовхом до організації в 1930-ті рр. низки спеціалізованих лабораторій на промислових підприємствах та у науково-дослідних інститутах Києва.

Слід приділити увагу значному доробку фізика-теоретика Л.Й. Кордиша, який працював наприкінці 1920-х рр. на кафедрі електротехніки та зробив найвагоміший методичний внесок у становлення курсу ТОЕ у КПІ [340, арк. 37; 341, арк. 35, 36, 38, 128]. Свій науково-методичний шлях учений розпочав із викладання з 1916 р. курсу «Електромагнітні коливання та бездротове телеграфування і телефонія» студентам механічного відділення КПІ [121, с.65–68]. Уже з липня 1924 р. Л.Й. Кордиш займав посаду професора електротехнічного факультету КПІ, а з жовтня 1925 р. був затверджений керівником секції кафедри електротехніки в інституті. У цей час виходять наукові статті вченого, присвячені розв'язанню рівнянь Дж.К. Максвелла та вивченню теорії ймовірності та теорії кванту.

Плідну методичну роботу Л.Й. Кордиш закріпив у 1927 р. на посаді завідувача кафедри електротехніки, уперше запропонувавши навчальну програму лекційного курсу «ТОЕ», а також розробивши лабораторний практикум для студентів електротехнічного факультету КПІ [341, арк. 35,36] (Додаток Д). Курс лекцій базувався на поступовому ознайомленні студентів із теоретичним підґрунтям теорії електромагнітного поля, її основними законами, базовими поняттями та методами аналітичного розрахунку.

Отже, вчені КПІ М.А. Артем'єв, О.О. Скоморохов, А.Д. Нестеренко, Л.Й. Кордиш своїми методичним та практичними розробками, розгортанням

діяльності в напрямі лабораторних досліджень електротехнічних процесів підготували плідне підгрунття для розвитку теоретичної електротехніки в провідному ВТНЗ Києва [41, арк. 2–3].

Кафедра електротехніки в Катеринославському вищому гірничому училищі була заснована 18 лютого 1906 р. Розширення досліджень кафедри відбувалося за ініціативи професора Г.Є. Євреїнова, який, враховуючи потреби регіону, зосередився на гірничій електротехніці. Під його керівництвом сформувався новий науковий напрям – дослідження в галузі гірничої електротехніки, відбувалася підготовка інженерів за новою спеціалізацією. Учений був автором праць, що висвітлювали теоретичні питання електроприводу гірничих машин і механізмів, підземного електромеханічного обладнання та стояв біля витоків створення у 1921 р. кафедри гірничої електротехніки [181, с. 5; 292, с.197–198].

Електротехнічні дослідження в ОПІ започаткували у 1918 р. відомі вчені-фізики Л.І. Мандельштам та М.Д. Папалексі. Викладаючи студентам такі базові курси як фізика, метрологія, теоретична електротехніка та теорія електромагнітних коливань, вони також вели плідну навчально-методичну роботу [355, с. 33–37]. Слід зазначити, що теорія нелінійних коливань, що знайшла практичне застосування під час досліджень Л.І. Мандельштамом та М.Д. Папалексі коливань у складних електротехнічних системах, була математично обґрунтована українським фізиком-теоретиком М.М. Боголюбовим [160, с. 52–59; 110, с. 200–201].

Вагомий унесок у формування теоретичної електротехніки в ОПІ зробив доктор фізико-математичних наук, член-кореспондент АН УРСР Б.Ф. Цомакіон [181, с. 5; 226]. З 1921 р. він працював завідувачем радіотехнічної лабораторії та вакуумної майстерні Одеського радіотелеграфного заводу разом з М.Д. Папалексі. Напрацювання колективу лабораторії були впроваджені на заводі для подальшого серійного виробництва, зокрема ним організовано виробництво катодних ламп малої потужності. Ще Б.Ф. Цомакіоном була запропонована до впровадження у

технологічний процес нова методологічна основа абсолютного градування хвилемірів. Ця методика була розроблена Л.І. Мандельштамом. Працюючи технічним директором радіотелеграфного заводу, Б.Ф. Цомакіон не припиняв педагогічну діяльність. З 1924 р. розпочав викладання дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» «Термодинаміка». Керував дипломним проєктуванням в ОПІ, виконував поступове оснащення лабораторій ОПІ новим обладнанням [53, с.72].

У 1929 р. у Донецькому гірничому університеті була створена кафедра «Електротехніки», викладачі якої розпочали викладання базових електротехнічних дисциплін майбутнім гірничим інженерам, але теоретичні дослідження поки не проводилися [19, с. 14].

Особливе значення для розвитку спеціалізованої технічної освіти на заході країни мала реорганізація 4 листопада 1844 р. Реальної торгівельної академії в Цісарсько-королівську технічну академію у м. Львові, що стала першим етапом створення одного з найстаріших технічних закладів Європи – Львівської політехніки (ЛП) [162, с. 5–6]. Кафедра електротехніки у ЛП була заснована 27 жовтня 1890 р.

Першим керівником кафедри став Р. Дзеслевський. Він був першим польським професором електротехніки й автором першого академічного підручника «Енциклопедія електротехніки», опублікованого в 1898 р. [64, с. 67]. Учений народився у м. Тарнуві 18 січня 1863 р. Уже в 1878 р. у віці п'ятнадцяти років закінчив з відзнакою школу в м. Ярославі та розпочав навчання на механічному факультеті Політехнічної школи у Львові. Р. Дзеслевський отримав диплом інженера з відзнакою в 1883 р., коли йому було всього двадцять років і як видатний випускник отримав дворічну стипендію від Національного комітету для продовження свого навчання за кордоном [390, с. 88–89]. У рамках стипендії він навчався у Берлінській гірничій академії та у Берлінській політехніці. У Берліні був помічником відомого вченого А. Слаби, професора електротехніки Берлінського

технологічного університету та учасника відомих на весь світ експериментів Г. Марконі з передачі радіосигналу крізь протоку Ла-Манш [345, с. 145].

За дорученням австрійського уряду вчений відвідав всесвітню виставку в Парижі у 1891 р., а також вивчав науковий досвід провідних технічних закладів Франції, Німеччини та Іспанії. Упродовж 1891–1892 рр. Р. Дзеслевський спільно з відомим польським архітектором Ю. Гохбергером проводили дослідження, пов'язані із будівництвом у місті електричного трамваю. У 1892 р. праця «Доповідь у справі електричної колії в місті Львові» описувала існуючі на той час системи електричного трамваю в містах Європи та Північної Америки та доводила переваги електричного трамваю над паровим та кінним видами цього транспорту. Автори у своїй роботі також запропонували траси майбутніх трамвайних маршрутів у м. Львові [390, с. 88].

У Львівській політехніці (ЛП) як завідуючий кафедрою електротехніки Р. Дзеслевський займався організацією першої електротехнічної лабораторії. Завдяки цьому студенти могли отримувати не лише теоретичні знання, а мали змогу на практиці проводити необхідні експерименти та вправи.

Стрімкий розвиток електротехніки як науки та галузі машинобудування наприкінці XIX століття спонукав до розширення професором Р. Дзеслевським обсягів курсу цієї дисципліни для студентів. Уже у 1892 р. у програму навчання входили не лише загальна електротехніка, а й курс теоретичної електротехніки та окремі курси електричних машин, трансформаторів, вимірювальних приладів, електричного освітлення та курс будівництва електростанцій. Р. Дзеслевський також показав себе як талановитий адміністратор на різних посадах у ЛП. Упродовж шести років він був деканом механічного факультету. У 1901–1902 навчальному році був ректором університету, а в 1902–1903 рр. – його проректором [390, с. 89].

Професор Р. Дзеслевський постійно удосконалював свій базовий лекційний курс, спираючись на тогочасні потреби електротехнічної науки. Його лекції завжди викликали живий інтерес у студентів та молодих

викладачів. На початку 1906 р. у ЛП був створений окремий електротехнічний відділ, де разом з ним почав викладати відомий професор О. Ротгерт [124, с. 33].

Під час військових подій 1914–1920 рр. навчання у ЛП частково переривалося і в корпусах університету розміщувався військовий шпиталь. Та не зважаючи на всі труднощі того часу, у 1917 р. відбувся перший випуск інженерів електротехніків. І першим студентом, що отримав диплом із відзнакою був майбутній керівник кафедри С. Фризе. У 1922 р. Р. Дзеслевський стає науковим консультантом свого талановитого учня, а згодом у 1923 р. очолює комісію із захисту його дисертації.

С. Фризе народився 1 грудня 1885 р. у м. Кракові [201, арк. 1]. З юності цікавився науковою діяльністю, результатом чого стало видання ним у 1902 р. своєї першої наукової праці «Електрика і магнетизм». У 1911 р. С. Фризе вступив до Львівської політехнічної школи на електротехнічний факультет, де він провчився чотири роки до 1917 р. А вже з листопада 1918 р. С. Фризе працював викладачем у Державній промисловій школі. У цьому ж році його було прийнято до Політехнічного товариства у м. Львові, що об'єднувало інженерів-електротехніків Галичини (1876–1939 рр.) [163, с. 424].

У 1922 р. С. Фризе представив у ЛП докторську роботу «Нова теорія загального електричного кола», яку він виконав під керівництвом Р. Дзеслевського. Це була перша докторська робота з електротехніки в Польщі. Докторський екзамен С. Фризе склав на «відмінно» і в січні 1924 р. отримав ступінь доктора наук [127, арк.7]. Матеріали докторської були надруковані в наукових часописах Франції та Німеччини. Наприкінці 1920-х рр. учений почав працювати над написанням великої теоретичної роботи «Загальна електротехніка» (у шести томах, 2445 сторінок, 2448 малюнків), що стала основним підручником для студентів електротехніків того часу [34, с. 134].

Важливий внесок у розвиток електротехнічної науки зробив професор фізики ЛП К. Олеарський [195, арк. 1]. Він народився в 1855 р. в м. Велькі

Дроги, навчався на математичному факультеті в Ягеллонському університеті в м. Кракові. З 1878 р. працював у астрономічній обсерваторії університету та продовжував навчання в Берліні та Лейпцигу. Уже в 1880 р. К. Олеарський захистив докторську дисертацію в Берлінському університеті, а в 1882 р. отримав докторський ступень у галузі теоретичної фізики. Упродовж 1885–1886 рр. К. Олеарський навчався в Парижі та Оксфорді як стипендіат Польської академії знань. У 1889 р. почав працювати в Львівській політехніці як професор фізики. За період своєї плідної роботи багато разів представляв польську фізичну школу на наукових конгресах в Німеччині, Австрії, Франції, Англії, Швейцарії, Чехії та Румунії [123, с. 25].

Наукові роботи професора К. Олеарського були присвячені теорії пружності, окремим питанням математики та електротехніки. Ученим було розпочато у ЛП електротехнічні дослідження на високому теоретичному рівні, було досліджено новий спосіб вимірювання малих електричних опорів, електричні осциляції в електричних колах, а також характеристики змінного струму [123, с. 26].

Ще один видатний електротехнік та спеціаліст у галузі електрометрії, педагог та професор ЛП, діяч Спілки Електротехніків Польських – В. Круковський народився 19 вересня 1887 р. у м. Радомі [106]. Дитинство та молоді роки В. Круковського минули у м. Нарві. Там у 1905 р. він закінчив гімназію. У 1882 р. був зарахований на перший у світі факультет електротехніки Політехнічного університету в м. Дармштадті. Упродовж перших років навчання в університеті В. Круковський проявив себе як талановитий науковець та експериментатор. Під керівництвом професора К. Цайсіга підготував у 1908 р. працю «Вивчення можливості використання горизонтального маятника для визначення середньої ваги Землі», що отримала нагороду на науковому конкурсі Дармштадтської політехніки. У 1912 р. дипломна робота В. Круковського «Властивості циліндричного конденсатора при високій напрузі та різних ступенях ексцентриситету

внутрішнього циліндра», виконана під керівництвом професора В. Петерсена, була відзначена нагородою наукового конкурсу.

Після закінчення свого навчання у 1913 р. В. Круковський працював інженером у електротехнічній лабораторії інженера Юліуса Адольфа Мьоллінгера при фабриці вимірювальних пристроїв Сіменс-Шукерт у м. Нюрнберзі, куди його запросили ще до закінчення навчання. Упродовж перших років роботи в лабораторії він проявив неабиякі організаційні та конструкторські здібності та вже в середині 1914 р., незважаючи на молодий вік та іноземне походження, став заступником керівника великої фабричної лабораторії, а 1 січня 1918 р. став її керівником та провів модернізацію та осучаснення лабораторії. Використовуючи численні особисті зв'язки з провідними фахівцями в галузі електротехніки вивів даний заклад на дуже високий рівень [268, с. 24–24]. Учений також продовжував свою наукову діяльність і в грудні 1918 р. захистив докторську дисертацію «Явище в екрані індукційного лічильника і компенсатора змінного струму як допоміжне для їх вивчення», котру згодом, у 1920 р., було опубліковано як монографію. У 1929 р. вченому запропонували роботу у ЛП [163, с. 412].

Вагомий унесок у розвиток електротехнічних досліджень у ЛП зробив Г. Сокольницький. Він народився 7 лютого 1877 р. у с. Кошево Варшавської губернії [388]. У 1894 р. закінчив вище Реальне училище у м. Лодзі, а вже в 1895 р. вступив до Політехнічного університету в м. Дармштадті (Додаток Е). У 1901 р. після закінчення електротехнічного факультету університету Г. Сокольницький почав працювати у ЛП на кафедрі електротехніки під керівництвом Р. Дзеслевського, з 1913 р. він став доцентом інституту, а з 1921 р. – професор Львівської політехнічної школи і завідувач кафедри електричних пристроїв. На цій посаді проявив себе як талановитий організатор та методист з великим практичним досвідом [192, арк. 3].

Науковець стояв біля витоків розвитку електропромисловості Західної України. Після складання спеціальних іспитів у 1913 р. йому було присвоєно звання громадського інженера, і це дало право на професійне виконання

технічних проєктів, керівництво електротехнічними роботами й проведення спеціальних консультацій. На цій посаді він керував будівництвом багатьох електростанцій, розробив проєкт Львівської районної мережі. У 1917–1918 рр. керував реконструкцією всіх установок електротехнічного освітлення й переведенням усієї електромережі Львова на трифазний струм [310, с. 21].

Отже, теоретичні напрацювання в галузі електротехніки на початку ХХ ст. ученими-одинаками стали передумовою виокремлення в Україні теоретичної електротехніки як окремого наукового напрямку та навчальної дисципліни. Вченими-засновниками наукових шкіл електротехнічного напрямку П.П. Копняєвим, А.М. Артем'євим, Л.Й. Кордишем, Р. Дзєслєвським, С. Фризе, Б.Ф. Цомакіоном було систематизовано теоретичний пласт електротехнічного матеріалу у вигляді нових навчальних програм та курсів з електротехніки, монографій, навчальних посібників, підручників та методичних вказівок. Це стало поштовхом до створення окремих кафедр з теоретичної електротехніки, що поступово були організовані на базі вищих навчальних закладів політехнічної освіти: ХП, КП, ЛП, ОП, ДГІ та ЕВГУ.

У подальшому розвитку теоретичної електротехніки в Україні доцільно виокремити три основні етапи: I етап (1930–1949 рр.) – становлення теоретичної електротехніки як самостійної наукової та навчальної дисципліни; II етап (1950–1990 рр.) – створення спеціальних електротехнічних знань, базового теоретичного підґрунтя розвитку електротехнічної промисловості; III етап (1991–початок ХХІ ст.) – це сучасний етап розвитку теоретичної електротехніки в умовах інноваційного розвитку країни. Узагальнення основних відомостей та одержаної науково-технічної інформації розкрито у періодизації історичного розвитку теоретичної електротехніки, з урахуванням початкового етапу накопичення знань, що мав важливе значення для формування прикладного апарату теоретичної електротехніки (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Основні етапи становлення й розвитку теоретичної електротехніки в Україні (1930 р. – початок ХХІ ст.)

(Створено автором на основі [8–10], [19], [25–28], [37–40], [64], [102–105], [110], [114–119], [122–124], [131–133], [160], [162–164], [173–177], [181], [185–188], [269–272], [275–280], [288], [290–292], [296–298], [302–306], [310], [319–326], [345–355], [370–372], [386–390], [398]).

Етап	Характеристика етапу	Основні події досліджуваного періоду
1	2	3
<p align="center">Створення наукового фундаменту для розвитку електротехнічної галузі</p> <p align="center"><u>1759–1889 рр.</u></p>	<p align="center">Встановлення закономірностей у галузі статичної електрики і магнетизму</p> <p align="center">Відкриття основних законів електричного струму, електромагнітного кола</p> <p align="center">Формування електромагнітної теорії</p> <p align="center">Формування теоретичної бази за допомогою розвинутого математичного апарату</p>	<p>1759 р. – перша спроба математичного опису електричних та магнітних явищ, Ф.У. Епінус</p> <p>1785 р. – закон взаємодії електричних зарядів, Ш. Кулон</p> <p>1800 р. – перше джерело постійного струму, А. Вольта</p> <p>1804–1814 рр. – дослідження статичної електрики та магнетизму, С. Стубелевич</p> <p>1820 р. – закон взаємодії електричних струмів, А. Ампер</p> <p>1826 р. – основний закон електричного кола, Г. Ом.</p> <p>1830 р. – головна теорема електростатики, К. Гаусс</p> <p>1831 р. – відкриття явища електромагнітної індукції, М. Фарадей</p> <p>1845 р. – відкриття закономірностей розподілу електричного струму в розгалуженому колі, Г. Кірхгоф</p> <p>1850-ті рр. – математичні роботи з інтегрального числення, Ж.М. Дюамель</p> <p>1853 р. – принцип суперпозиції й теорема про еквівалентне джерело, Г.Л. Гельмгольц</p> <p>1873 р. – «Трактат з електрики і магнетизму», Дж.К. Максвелл</p> <p>1880-1882 рр. – роботи присвячені дослідженню явищ самоіндукції та взаємоіндукції, І. Пуллой</p> <p>1880–1887 рр. – розробка принципів операційного числення, О. Хевісайд</p> <p>1888 р. – експериментально доведено існування електромагнітних хвиль, Г. Герц</p> <p>1889 р. – винахід трифазних трансформаторів, М.О. Доливо-Добровольський</p> <p>1888–1893 рр. – Символічний метод розрахунку кіл змінного струму, Ч.П. Штейнмец</p>

Продовження табл. 2.3

1	2	3
<p>Передумови розвитку теоретичної електротехніки в Україні</p> <p><u>1890–1929 рр.</u></p>	<p>Створення мережі вищих технічних навчальних закладів в Україні.</p> <p>Зародження наукових колективів електротехніків, розвиток електротехнічної науки з розвиненою дослідницькою структурою.</p> <p>Видання перших навчальних посібників</p> <p>Відкриття електротехнічних лабораторій</p>	<p>Технічна Академія м. Львів</p> <p>1890 р. – створення кафедри електротехніки, перший керівник Р. Дзеслевський</p> <p>1892 р. – створення першої електротехнічної лабораторії</p> <p>1898 р. – видання першого академічного підручника Р. Дзеслевського «Енциклопедія електротехніки»</p> <p>1922 р. – захист першої дисертації з ТОЕ, С. Фризе</p> <p>Харківський технологічний інститут</p> <p>1892 р. – початок викладання електротехніки, О.К. Погорелко</p> <p>1901 р. – створення кафедри електротехніки</p> <p>1900–1912 рр. – видання серії книг з електротехніки модернізація й розширення електротехнічної лабораторії, плідна методична робота, П.П. Копняєв</p> <p>1921 р. – відкриття електротехнічного факультету</p> <p>Київський політехнічний інститут</p> <p>1900 р. – створення кафедри електротехніки,</p> <p>1901 р. – відкриття першої електротехнічної лабораторії високої напруги 100 кВ</p> <p>1909 р. – опублікування підручника з електротехніки, що базувався на лекційному курсі, М.А. Артем'єв</p> <p>1918 р. – відкриття електротехнічного факультету, удосконалення лабораторної бази, О.О. Скоморохов</p> <p>1924–1928 рр. – робота на посаді керівника секції теоретичної електротехніки кафедри електротехніки, затвердження робочої програми навчальної дисципліни «ТОЕ», Л.Й. Кордиш</p> <p>Катеринославське вище гірниче училище</p> <p>1906 р. – створення кафедри електротехніки</p> <p>1921 р. – відкриття електромеханічного відділення та кафедри гірничої електротехніки, Г.Є. Євреїнов</p> <p>Одеський політехнічний інститут</p> <p>1918-1922 рр. – викладання електротехнічних дисциплін на кафедрі фізики, Л.І. Мандельштам, М.Д. Папалексі</p> <p>1924 р. – формування та викладання навчальної дисципліни «ТОЕ», удосконалення лабораторної бази інституту, Б.Ф. Цомакіон</p> <p>Донецький гірничий інститут</p> <p>1929 р. – створення кафедри електротехніки</p>

Продовження табл. 2.3

1	2	3
<p style="text-align: center;">I</p> <p>Становлення теоретичної електротехніки як самостійної наукової та навчальної дисципліни в УРСР</p> <p><u>1930–1949 рр.</u></p>	<p style="text-align: center;">Відкриття спеціалізованих кафедр з теоретичної електротехніки</p> <p style="text-align: center;">Формування лекційних курсів, розробка методичних посібників</p> <p style="text-align: center;">Формування основних наукових напрямів дослідження</p> <p style="text-align: center;">Формування термінологічного апарату дисципліни</p>	<p>1930 р. – відкриття ХЕТІ</p> <p>1930 р. – відкриття кафедри ТОЕ КПІ, керівник І.Д. Горбачевський</p> <p>1931 р. – відкриття кафедри ТОЕ ХЕТІ, керівник П.П. Копняєв</p> <p>1931 р. – розробка математичних методів теорії нелінійних коливань, М.М. Боголюбов</p> <p>1932–1939 рр. формування базових лекційних курсів, оснащення навчальної лабораторії, розробка лабораторних робіт та методичних матеріалів до практичних завдань; ХЕТІ, О.П. Сукачов</p> <p>1933 р. – відкриття кафедри ТОЕ ОПІ</p> <p>1934 р. – видання багатотомної академічної роботи «Загальна електротехніка»; ЛПІ, С. Фризе</p> <p>1933–1934 рр. – розширення та модернізація електротехнічної лабораторії; ЛПІ, В. Круковський</p> <p>1935–1937 рр. – розробка тензорних та матричних методів розрахунку електричних кіл для аналізу різних режимів складних електричних систем; ХЕТІ, О.М. Мілях</p> <p>1935–1941 рр. – розвиток теорії трансфігурації електричного кола, теорії потужності активної, пасивної і уявної, теорію кіл змінного струму із застосуванням кругових діаграм, запропоновано систему стрілкування напруг і струмів у колах постійного та змінного струмів; ЛПІ, С. Фризе</p> <p>1936–1941 рр. – роботи у галузі математичної фізики та теорії перехідних процесів, видання книги «Операційні обчислення і контурні інтеграли»; ХЕТІ, О.М. Ефрос, О.М. Данилевський</p> <p>1939 р. – створення Інституту енергетики АН УРСР (з 1947 р.– Інститут електротехніки), В.М. Хрущов</p> <p>1947–1949 р. відновлення наукової роботи Харківської електролабораторії, розробка регулятора куту повороту лопатей гідротурбін та аналітичних методів розрахунку магнітних підсилювачів для систем регулювання та вимірювання потужності в енергосистемах; ХЕТІ, В.Л. Бенін</p> <p>1944–1949 рр. – інтенсивне становлення кафедри ТЗЕ, модернізація лекційних курсів та навчальних програм; ЛПІ, Г.С. Пухов</p> <p>1948 р. – становлення теорії вентильних компенсаційних перетворювачів; КПІ, І.М. Чиженко</p> <p>1948–1953 рр. – перший етап розробки загальної системи понять теоретичної електротехніки та їх визначень; ХЕТІ, О.П. Сукачов</p>

Продовження табл. 2.3

1	2	3
<p style="text-align: center;">II</p> <p style="text-align: center;">Послідовний плідний розвиток теоретичної електротехніки</p> <p style="text-align: center;"><u>1950–1990 рр.</u></p>	<p style="text-align: center;">Диференціація і формування нових наукових напрямів дослідження з теоретичної електротехніки</p>	<p><u>Електротехнічні кола, системи та мережі</u></p> <p>1950–1961 рр. створення та розробка загальної теорії кіл, що складається з багатополосних елементів, теорія прохідного електричного чотириполосника; Б.І. Блажкевич Е.В. Зелях, Г.Е. Пухов, В.П. Сігорський, Ю.Т. Величко та ін.</p> <p>1953–1967 рр. – розробка матричних методів дослідження складних електричних кіл і теорії нееквівалентних перетворень; М.Г. Максимович</p> <p>1961–1965 рр. – дослідження стійкості процесів у складних електричних системах; Л.В. Цукерник</p> <p>1964–1970 рр. – розробка алгоритмів аналізу транзисторних схем, синтез багатозначних елементів і структур дискретної техніки; В.П. Сігорський</p> <p>1972–1985 рр. – розробка теорії багатофазних кіл з необертливими властивостями та теорії енергетичних процесів у неврівноважених багатофазних системах; А.К. Шидловський, В.І. Кузнецов, О.М. Мілях</p> <p><u>Електричні машини</u></p> <p>1962–1969 рр. – дослідження електромагнітних процесів в електричних машинах великої потужності; КПІ, І.М. Постніков</p> <p>1964–1970 рр. – моделювання електромагнітних процесів у однофазних асинхронних двигунах; О.А. Войтех</p> <p>1969–1972 рр. – дослідження несиметричних асинхронних двигунів; А.І. Адаменко</p> <p>1971–1977 рр. – розрахунок електромагнітних процесів у турбогенераторах; Г.Г. Счастливий</p> <p><u>Перетворювальна техніка</u></p> <p>1950–1961 рр. – створення наукового напрямку та НДІ компенсаційних перетворювачів; КПІ, І.М. Чиженко</p> <p>1964–1966 рр. – становлення теорії індуктивно-ємнісних перетворювачів джерел напруги в джерела струму, розробка чисельних методів аналізу й розрахунку електромагнітних процесів у колах перетворювачів; О.М. Мілях, І.В. Волков</p> <p>1981–1985 рр. – розвиток теорії високовольтних вимірювальних перетворювачів; Б.С. Стогній</p> <p>1981–1988 рр. – дослідження класу силових перетворювачів – трансформаторно ключові виконуючі структури; К.О. Липківський</p> <p><u>Електромагнітні поля. Аналіз і розрахунок.</u></p> <p>1964–1988 рр. – розроблення методів розрахунку електромагнітних полів у нелінійних середовищах за допомогою ЕОМ; О.В. Тозоні</p> <p>1980–1987 рр. – розроблення аналітичних методів аналізу електричних полів; Ю.П. Ємець</p>

1	2	3
<p style="text-align: center;">III</p> <p>Сучасний етап розвитку теоретичної електротехніки в Україні</p> <p><u>1991 р. – до сьогодні</u></p>	<p>Становлення і розвиток української наукової школи з теоретичної електротехніки в перші роки незалежності</p> <p>Наукові напрями досліджень в умовах інноваційного розвитку промислового комплексу України</p>	<p><u>Електротехнічні кола, системи та мережі</u> 1991–1996 рр. – розробка математичної моделі аналізу частотних характеристик трифазних систем з несиметричною структурою; ІЕД, В.Г. Кузнецов 1992-1996 рр. – новий підхід до аналізу електромагнітних процесів в трифазних чотирипровідних системах з нелінійними навантаженнями; ІЕД, А.К. Шидловський 1996-2017 рр. – математичне моделювання динамічних процесів складних електричних кіл та електротехнічних систем; ЛПІ, П.Г. Стахів, О.П. Гоголюк 2001р. – розвиток теорії аналізу нелінійних електричних кіл з тепловими втратами; ІЕД, Н.А. Шидловська</p> <p><u>Електричні машини</u> 2012–2015 рр. – розробка наукових основ, методів і засобів діагностики асинхронних двигунів; ІЕД, О.І. Титко, Ю.М. Васьковський</p> <p><u>Перетворювальна техніка</u> 2001–2005 рр. – розвиток теорії симетричного аналізу електромагнітних процесів у напівпровідникових перетворювачах модуляційного струму; ІЕД, КПІ; М.П. Макаренко, В.І Сенько, М.М Юрченко</p> <p><u>Електромагнітні поля. Аналіз і розрахунок</u> 1992 – ... дослідження магнітних полів технічних об'єктів, розробка цілеспрямованого впливу на структуру цих полів, рішення проблеми магнітного захисту автономних об'єктів, магнітна сумісність технічних засобів; вчені ДУ ІТПМ НАН України 1992–2010 – розробка теорії та чисельний розрахунок електромагнітних процесів у провідних середовищах; ІЕД, О.Д. Подольцев, І.М. Кучерявая 1995–2000 рр. – дослідження з вивчення та аналізу квазістаціонарних магнітних полів в неоднорідних середовищах з використанням розривних функцій; ХПІ, В.М. Боев 2001-... розробка теорії виникнення багатоканальних електророзрядних струмів у шарі металевих гранул і швидкої міграції в ньому електроіскрінь; ІЕД, КПІ, Щерба А.А. 2007-... наукова концепція моделювання і чисельного розрахунку квазістаціонарних електричних полів енергетичних об'єктів; КПІ, А.А. Щерба; ХПІ Резинкіна М.М.</p>

2.3. Формування наукових основ, становлення науково-організаційних засад та термінологічного апарату теоретичної електротехніки (1930–1949 рр.)

Початок формування напряму теоретичної електротехніки як фундаментальної наукової та навчальної дисципліни в Україні віднесено автором до 1930 р. (табл. 2.3) Основними характеристиками першого етапу слід вважати формування мережі спеціалізованих кафедр теоретичної електротехніки на базі вищих навчальних закладів політехнічної освіти та перші спроби систематизації теоретичних знань, накопичених унаслідок методичної та практичної роботи вчених-електротехніків, що стояли біля витоків зародження електротехнічної науки в Україні.

У цей час відбувалося організаційне становлення напряму, що сприяло поживленню наукових досліджень та розширенню дослідної тематики. Відкриття першого спеціалізованого електротехнічного закладу в Україні – Харківського електротехнічного інституту (ХЕТІ), створення кафедр теоретичних основ електротехніки (ТОЕ) в КПІ та ХЕТІ, а також плідна науково-методична робота вчених ЛПІ, ОПІ, ДГІ дали змогу значно розширити спектр електротехнічних спеціальностей та поглибити прикладні наукові дослідження [177, с.14–15].

17 червня 1930 р. на базі електротехнічного факультету Харківського політехнічного інституту було організовано перший в Україні спеціалізований вищий навчальний заклад електротехнічного профілю – ХЕТІ [130, арк.1].

Навчальний процес у новоствореному інституті вимагав поглиблення теоретичної підготовки інженерів, і це сприяло розширенню курсу теоретичних основ електротехніки і започаткуванню окремої кафедри, яку в 1931 р. очолив П.П. Копняєв. Подальший розвиток кафедри пов'язано з діяльністю вчених ХЕТІ О.П. Сукачова, О.Б. Брона, О.М. Міляха, В.М. Хрущова, О.М. Ефроса та О.М. Данилевського [320, с. 130–131; 102, ар.3].

Після тяжкої хвороби й смерті у червні 1932 р. П.П. Копняєва, кафедру ТОЕ ХЕТІ очолив О.П. Сукачов. Учений значну увагу приділяв оснащенню лабораторним устаткуванням кафедри, стояв біля витоків створення лабораторії електричних вимірювань та лабораторії теоретичної електротехніки [199, арк. 3–4]. Накопичений методичний матеріал за роки викладання навчальної дисципліни ТОЕ О.П. Сукачов опублікував у вигляді спеціалізованого курсу «Теорія змінних струмів» у 1935 р. [199, арк. 7].

У листопаді 1935 р. учений захистив кандидатську дисертацію за темою «Реактивність електричних кіл», що стала комплексним дослідженням фізичних процесів у електротехнічних спорудах. Офіційним опонентом на захисті був відомий вчений-електротехнік І.Д. Горбачевський. Але отримати вчене звання О.П. Сукачову вдалося лише у 1939 р., у зв'язку із затримкою розглядання його справи кваліфікаційною комісією [248, арк. 232–233].

У 1938–1940 рр. на кафедрі була проведена науково-дослідна робота «Перехідні процеси в колах із залізом», у рамках якої досліджувались вільні коливання в коливальному контурі із залізною котушкою [248, арк. 17–18].

Вагомий внесок у розвиток напряму електричних апаратів зробив професор О.Б. Брон, що впродовж 1930–1941 рр. працював у ХЕТІ. Учений викладав студентам електромеханічного факультету спеціалізовані курси «Техніка високих напруг», «Ізоляційні матеріали», «Основи електроапаратобудування», а також був керівником лабораторії високої напруги в інституті [307, арк. 4; 320, с. 176].

З 1932 р. у науково-дослідному секторі ХЕТІ розпочав свою роботу О.М. Мілях [319, с.160]. Наукові інтереси молодого вченого були пов'язані з діяльністю кафедри «Центральні електричні станції» та його керівника А.Л. Матвєєва. Уже в 1935 р. О.М. Мілях уперше в УРСР почав розробляти тензорні й матричні методи розрахунку для аналізу нормальних та аварійних режимів роботи складних електричних пристроїв і систем. Ці дослідження мали величезне значення для розвитку топологічних методів теоретичної електротехніки, були відзначені Всесоюзною премією та узагальнені

О.М. Міляхом у кандидатській роботі «Тензорний метод розрахунку струмів короткого замикання» у 1936 р. [253, арк.22] . Згодом вчений-новатор став працювати на різних адміністративних посадах у ХЕТІ. А у період 1939-1941 рр. очолював аспірантуру та керував кафедрою ТОЕ на час методичного відрядження О.П. Сукачова у ЛПІ [102, арк.4].

Окреме місце в розвитку теоретичної електротехніки в Україні належить талановитим вченим О.М. Ефросу та О.М. Данилевському. Основні наукові праці вчених були присвячені математичній фізиці та теоретичній електротехніці, а також питанням нестационарних режимів роботи електричних машин та перехідних процесів в електромеханічних системах [357, с.253]. Молоді науковці закінчили ХЕТІ в 1930 р. та почали свої теоретичні пошуки в математичному товаристві при Харківському державному університеті (ХДУ) [8, с. 39; 202, арк. 7; 203, арк. 7; 309, арк. 1].

О.М. Ефрос у 1928–1930 рр. відвідував семінари відомих математиків ХДУ, академіка С.Н. Бернштейна та професора В.Л. Гончарова. У період 1932–1934 рр. він навчався в аспірантурі Науково-дослідного Інституту математики та механіки ХДУ (НДІ ММ ХДУ), разом із навчанням викладав теорію змінних струмів та нестационарних процесів студентам фізико-механічного факультету ХДУ, а також математику в Харківському авіаційному інституті [196, арк.9–10]. Також молодий учений займався технічним перекладом з німецької спеціалізованої математичної літератури [316].

У 1935 р. О.М. Ефрос захистив дисертаційну роботу «Деякі задачі теорії скін-ефекту» в НДІ ММ ХДУ та отримав звання кандидата математичних наук. Восени 1935 р. був запрошений відомим математиком професором В.Ф. Бржечкою до лав кафедри математики Харківського хіміко-технологічного інституту (ХХТІ). В інституті молодий науковець викладав студентам вищу математику. Уже у 1937 р. О.М. Ефрос розпочав викладання аспірантам ХЕТІ спеціалізованих курсів вищої математики, а також курс «Теоретичні основи електротехніки» [196, арк.10–11].

О.М. Данилевський працював у ХЕТІ під керівництвом В.Ф. Бржечки та проводив дослідження «проблеми моменту Маркова». Ця тема була започаткована ще засновником Харківської математичної школи Н.І. Ахієзером.

У 1937 р. О.М. Данилевський спільно із О.М. Ефросом розвинули ідеї англійського вченого О. Хевісайда, що запропонував основні положення операційного числення та теорему розкладання [22, с. 8]. Фундаментальні результати спільної наукової роботи молодих учених над пошуком універсального методу розв'язання задач розрахунку перехідних процесів в колах енергосистем різного класу були викладені у монографії «Операційні обчислення і контурні інтеграли» [384]. У зв'язку із розвитком електроенергетики та розширенням прикладного використання електричних кіл у електротермії, автоматичному керуванні, електроприводі, спільна робота вчених створювала значний простір для вирішення задач перехідних процесів різних класів електротехнічних систем, та водночас стала базою для спеціальної частини курсу ТОЕ [55, с. 5].

З 1939 р. О.М. Ефрос працював на посаді доцента кафедри математики ХЕТІ, а у квітні 1940 р. у НДІ ММ ХДУ захистив докторську дисертацію та отримав учене звання доктора фізико-математичних наук. Його колега О.М. Данилевський у травні 1939 р. у НДІ ММ ХДУ захистив дисертаційну роботу «Проблема моментів Маркова на декількох інтервалах» та одержав учене звання кандидата математичних наук [249, арк. 87; 378, арк. 1].

У січні 1941 р. молоді вчені на конкурсній основі отримали посади в ХЕТІ: О.М. Данилевський – доцента кафедри математики [251, арк. 103, 105], О.М. Ефрос – професора кафедри теоретичних основ електротехніки [251, арк.103, 104]. Учені розпочали новий етап наукового пошуку, пов'язували його із розвитком прикладних математичних досліджень для розв'язання різноманітних електротехнічних завдань, таких як проблема тертя в електромеханічних системах та ін. О.М. Ефрос розпочав роботу над новою

монографією, О.М. Данилевський плідно працював над докторською дисертацією. [255, арк. 14; 235, арк. 22; 377, арк. 2].

У КПІ спеціалізовану кафедру «Теоретичні основи електротехніки» було відкрито у 1930 р. Завідувачем кафедри призначено І.Д. Горбачевського. Науково-дослідна робота з теоретичної електротехніки була підтримана діяльністю лабораторій загальної електротехніки та змінних струмів. Окрім того на базі лабораторій кафедри виконувався лабораторний практикум для контингенту п'яти факультетів [181, с.5; 302, с.45].

У 1930-х рр. у ЛП С. Фризе продовжував удосконалювати методичну майстерність під час викладання студентам-електротехнікам. Учений присвятив близько двадцяти років плідної наукової роботи рідному інституту та кафедрі, на якій працював із 1 жовтня 1925 р. до 03 січня 1945 р., останній час – як професор і завідувач. Викладав теоретичну й загальну електротехніку для студентів електротехнічного факультету та основи електротехніки на хімічному факультеті [389].

С. Фризе є автором 32 наукових робіт (27 надрукованих та 5 підготовлених до друку), що видавались у Польщі та інших країнах. Розробив теорію транс-фігурації електричного кола, теорію потужності активної, пасивної і уявної, розвинув теорію кіл змінного струму із застосуванням кругових діаграм, а також запропонував систему стрілкування напруг і струмів у колах постійного та змінного струмів. С. Фризе впровадив поняття замінюючої електромоторної сили, а також методи розрахунку за допомогою контурних струмів та вузлових потенціалів, спростив теорію та методи аналізу багатофазних систем через запровадження символічних методів. Усі ці науково-методичні впровадження стали базовим підґрунтям при підготовці професором навчальних лекційних та практичних занять для студентів інституту [34, с. 133–135; 308, арк. 41].

Професор С. Фризе був талановитим інженером-електриком. У Львові він брав участь в електрообладнанні оперного театру, будівництві міської

електростанції, електрообладнанні ліфтів, розробляв високовольтні ртутні випрямлячі для трамваїв [310, с. 22–25].

Уже навесні 1930 р. В. Круковського було призначено професором і він очолив кафедру електричних вимірювань і електротехнічну лабораторію ЛП. Під його діяльним керівництвом лабораторію було значно розширено та модернізовано [54, арк.4–6]. Уряд Польщі в період з квітня 1933 р. по березень 1934 р. забезпечив лабораторію комплектом унікальних високоточних надзвичайно цінних приладів, в тому числі магазинів опору та інших вимірювальних та демонстраційних приладів (Додаток Е, рис. Е.1). З приходом В. Круковського, кафедра розвинулась до регіонального наукового метрологічного центру. Була створена потенціометрична установка, на якій проводилась державна атестація електровимірювальних приладів, здійснювались передові наукові теоретичні дослідження [34, с. 70–71].

В. Круковський займався також питаннями точності електротехнічних вимірювань, електричними одиницями та їх зразками, методикою вимірювання електричних величин: напруги, напруженості, електричного струму та опору. Учений брав участь у створенні правил об'єднання польських електриків і Міжнародної електротехнічної комісії як постійний делегат Польського електротехнічного комітету вивчення електровимірювальних приладів. У 1934 р. він був обраний членом-кореспондентом Академії технічних наук, а з 1936 р. став її дійсним членом. За часів радянської влади В. Круковського було обрано проректором з науково-педагогічної роботи Львівської політехніки. На цій посаді, завдяки зваженому та поміркованому підходу, він чимало допоміг студентській та академічній спільноті.

У 1930-ті рр. кафедра «Електротехніки» ДПІ пройшла цілий ряд структурних перетворень. У 1934 р. з її складу було виокремлено кафедру гірничозаводської електротехніки. У перші післявоєнні роки кафедру очолював С.А. Денисенко [117].

На початку 1930 р. Б.Ф. Цомакіон став ініціатором створення відділення слабких струмів Вищого електричного технікуму Одеси, де

викладав низку електротехнічних курсів. А після реорганізації технікуму на базі відділення завдяки вченому було створено факультет слабких струмів ОПІ [265, арк.22]. Слід додати, що доля цього талановитого науковця склалася досить трагічно. Його не оминули репресії 1930-х рр., у 1938 р. Б.Ф. Цомакіон був репресований і перебував на засланні в Красноярському краї. До Одеси вчений уже не повернувся. Після війни працював на кафедрі фізики Красноярського педагогічного інституту. Реабілітовано його було вже в 1957 р. [226].

Початок 1930-х рр. став періодом нових наукових пошуків і для Г.Є. Євреїнова. Його було обрано керівником кафедри гірничої електротехніки й гірничої механіки науково-дослідного сектору ДГІ. Плідна науково-педагогічна діяльність ученого сприяла створенню школи молодих інженерів-електромеханіків, що поповнили гірничу науку низкою теоретичних та експериментально-виробничих праць. Але вже у вересні 1937 р. Г.Є. Євреїнов був розстріляний, як ворог народу. Так завершилося життя талановитого засновника науково-технічної школи гірничої електротехніки ДГІ [292, с. 202, 203].

Непоправні втрати серед відомих вчених-електротехніків принесла і Друга світова війна. Молоді науковці ХЕТІ О.М. Ефрос та О.М. Данилевський трагічно загинули взимку 1941 р. (Додаток З, рис. 3.2). О.М. Ефрос зазнав жорстоких знущань та був убитий німцями разом із своєю матір'ю у харківському гетто ХТЗ [184, с. 289, 295, 297]. Серед книжок Харківського музею Голокосту була винайдена єдина фотографія О.М. Ефроса [161]. На основі матеріалів відділу рідкісної книги, рукописів науково-технічної бібліотеки НТУ «ХПІ», особової справи вченого була відновлена його біографія [196, арк. 9–12] (Додаток Ж). О.М. Данилевський загинув узимку 1941 р. від хвороби нирок, яка загострилася внаслідок загального виснаження організму [184, с. 297].

Із початком німецько-радянської війни професора ЛПІ В. Круковського було внесено до списків польської інтелігенції, а ввечері 3 липня 1941 р.

заарештовано функціонерами фашистської групи спеціального призначення. Після короткого допиту в приміщенні колишньої бурси його разом із групою польських викладачів, професорів та членів їх сімей (всього 45 осіб) на світанку 4 липня 1941 р. було розстріляно на Вулецьких пагорбах. Так трагічно обірвалося життя видатного польського електротехніка [23, с. 114] (Додаток 3, рис. 3.1).

Слід зауважити що політичні репресії кінця 1930-х рр. та важкі випробування під час Другої світової війни завдали значного удару кожному науковому колективу та кафедрі у ВНТЗ УРСР. Відновлення наукової еліти було однією із першочергових задач у перші післявоєнні роки.

Колектив ХЕТІ розпочав повернення з евакуації восени 1943 р. Значна роль у процесі відновлення роботи та налагодження усіх видів діяльності інституту належала О.П. Сукачову, що був декілька місяців виконувачем обов'язків директора ХЕТІ [199, арк. 10, 12; 223, арк. 3]. Учений відновлював наукову й методичну діяльність кафедр та лабораторій у майже повністю зруйнованому інституті [263, арк.15, 16, 21, 31; 264, арк. 25, 32; 267, арк.36, 62, 63]. Слід зазначити, що під час війни високовольтний зал ХЕТІ було цілком зруйновано, а високотехнологічне обладнання знищено. Отже, відновлення залу стало однією з пріоритетних задач для колективу ХЕТІ після повернення з евакуації [246, арк. 1–3].

У листопаді 1943 р. під керівництвом професора кафедри електричних станцій А.Л. Матвєєва поновила свою діяльність Харківська електролабораторія, як осередок науково-дослідної діяльності в галузі електротехніки в Харківському регіоні [130, арк. 7].

Вагоме значення для становлення напрямку теоретичної електротехніки мало створення в 1947 р. на базі електротехнічного відділу Інституту енергетики АН УРСР нової установи – Інституту електротехніки АН УРСР [110, с. 222, 251]. В інституті проводилися дослідження з теорії електричних ланцюгів та електродинамічних систем, розроблення загальної теорії складних явищ в електродинамічних системах із рухомими

елементами. На початку 1948 р. Харківська електролабораторія була приєднана до Інституту електротехніки АН УРСР [326, с. 76].

Напрями наукової діяльності лабораторії зосереджувались насамперед на рішенні основних теоретичних та експериментальних досліджень з нормування енергопостачання, питань з регулювання активної потужності, швидкості та частоти електричних машин. У перші післявоєнні роки задачі управління та регулювання електрогенеруючих машин тепло- та гідроелектричних станцій отримують велике значення. Підвищення потужностей окремих машин і станцій, об'єднання станцій у районні системи і, наостанок, об'єднання окремих енергосистем між собою, потребувало переходу від ручного керування цими об'єктами до нових технологічних рішень, що використовували методи автоматики та телемеханіки [44, арк. 3].

Одним із молодших дослідників Харківської електролабораторії був і майбутній керівник кафедри ТОЕ ХПІ В.Л. Бенін. Він народився 15 липня 1917 р. у м. Курськ у родині бухгалтера та домогосподарки. У 1920 р. після смерті батька сім'я переїжджає до Харкова [191, арк. 1,2]. Бажання отримати вищу освіту було реалізовано В.Л. Беніним у 1935 р. Він став студентом ХЕТІ зі спеціальності «електричні мережі і системи». У січні 1941 р., після успішного захисту диплома з відзнакою, йому була присвоєна кваліфікація інженера-електрика [145, с. 329–331]. Після закінчення навчання був направлений молодшим науковим співробітником в Інститут енергетики АН УРСР, що був заснований у Харкові в 1939 р.

У липні 1941 р. він був мобілізований та направлений на курси підготовки командного складу Всесоюзної електротехнічної академії зв'язку. На війні командував прожекторним взводом 59-го зенітно-артилерійського полку Ленінградського фронту. У лютому 1946 р. В.Л. Бенін був відновлений молодшим науковим співробітником у Харківському філіалі інституту Теплоенергетики АН УРСР. А з 1948 р., після реорганізації інституту, працював у Харківській лабораторії інституту Електротехніки АН УРСР під керівництвом професора А.Л. Матвєєва [191, арк. 3–5].

У 1948 р. науковими співробітниками лабораторії В.Л. Беніним та В.П. Куликом, під керівництвом В.О. Богомолова, була розпочата серія тематичних досліджень автоматичних регуляторів потужності та швидкості електричних машин [329, арк. 2–5; 334, арк. 2–7]. При розробці та дослідженні автоматичного регулятора потужності особлива увага учених була спрямована на вибір найбільш раціональної схеми як всього регулятора в цілому, так й окремих його вузлів для підвищення точності, надійності та стійкості роботи. У результаті низки випробувань науковцями лабораторії за основу була прийнята мостова схема магнітних підсилювачів як для вимірювального елемента так і для самого привода регулятора. Це дало змогу виключити застосування реле та контакторів й розробити регулятор повністю без рухомих частин. Що, в свою чергу, підвищило точність та чутливість регулятора, а також збільшило зону регулювання його вимірювального елемента [18].

Планові випробування регулятора були виконані на одній з електростанцій Харківобленерго в 1949 р. На базі цих досліджень, у 1949 р. В.Л. Беніним під керівництвом С.О. Лебедева була виконана кандидатська дисертація на тему: «Випрямно-дросельна система автоматичного регулювання активної потужності генераторів» [56, арк.1]. У науковій роботі головна увага була акцентована на розгляді теорії та методів розрахунку окремих елементів регулятора та дослідженні динамічних процесів його регулювання [293, арк.2].

У першій половині ХХ ст. із розвитком електрифікації та електропромисловості СРСР, що супроводжувався розширенням електротехнічної освіти, ростом чисельності наукових працівників, інженерів-електротехніків та збільшенням відповідної науково-технічної літератури, було актуальним питання встановлення відповідної термінології, уніфікації символічних позначень електричних та магнітних величин, а також координації термінологічного апарату в міжнародному науковому

просторі [241, с. 21]. Необхідність розробки загальної системи понять та їх визначень були обумовлені такими основоположними ідеями:

- встановлення найбільш коротких та ясних, але водночас повних та чітких визначень понять у галузі теоретичної електротехніки;

- встановлення єдності у визначенні цих понять, тому що відсутність такої єдності та застосування будь-якого терміну з різним значенням, вкладання в одне й те саме поняття різних змістів призводило до непорозумінь і помилок у викладанні різних електротехнічних дисциплін.

Після випуску в 1935 р. першого видання Міжнародного електротехнічного словника в СРСР було здійснено роботу із всебічного обговорення цього проєкту в наукових інститутах та установах. А вже в 1939 р. Комітетом технічної термінології Академії наук СРСР була розпочата системна робота із впорядкування термінології теоретичної електротехніки. Наукову комісію комітету з цього питання очолив К.А. Круг. Перервана війною робота комісії була відновлена лише в 1947 р. [328, с. 3–4].

Аналогічна робота у післявоєнний період була розгорнута комісією з одиниць виміру, визначень та термінів у галузі електротехніки Ради електромеханічного факультету Ленінградського політехнічного інституту під керівництвом П.Л. Калантарова. За матеріалами проєкту системи визначень, що відносяться до галузі електромагнітних явищ, опублікованими в 1949 р. в журналі «Електрика» провідними науковцями ЛПІ Л.Р. Нейманом та П.Л. Калантаровим, почалася широка дискусія на сторінках журналу, у наукових інститутах та кафедрах електротехнічного профілю [113, с. 16–20].

Уже у післявоєнні роки О.П. Сукачов став одним з ініціаторів та провідним виконавцем роботи зі створення та впровадження електротехнічної термінології на теренах УРСР. У рамках загального обговорення, завідувач кафедри ТОЕ представив свій проєкт визначень [317, с. 80]. За основу він обрав проєкт ленінградських учених, але багато визначень понять були розширені, зокрема визначення, що базувалися на застарілих фізичних уявленнях. Окрім того, вони були також доповнені

визначеннями, що відносяться до галузі електричних та магнітних кіл. Упродовж 1949 р. проєкт О.П. Сукачова широко обговорювався на електротехнічних кафедрах ХЕТІ [222, арк. 2; 227, арк.14].

Під час другої світової війни колектив кафедри ТОЕ КПІ перебував у евакуації в м. Ташкент де проводив спільні дослідження з науковцями Середньоазіатського індустріального інституту під керівництвом М.А. Шателена. У повоєнні роки кафедру очолював А.Д. Нестеренко. Викладацький колектив складався з 4 осіб [303, с. 6].

У 1948 р. на кафедру ТОЕ КПІ прийшов І.М. Чиженко майбутній керівник та лідер наукової школи. Народився вчений 27 березня 1916 р. у с. Козин Київської області. Вищу освіту отримав у КПІ де на «відмінно» навчався у період з 1935 по 1940 рр. Під час війни був на фронті, а після її закінчення повернувся на рідну кафедру, де й почалася його плідна наукова та методична робота. У 1949 р. І.М. Чиженко захистив дисертацію на тему «Компенсація реактивної потужності в мережах з іонними перетворювачами» та розпочав на кафедрі інноваційні дослідження на кафедрі у напрямку компенсаційних перетворювачів [302, с. 45].

У післявоєнні роки наукову діяльність кафедри ТОЕ в ЛПІ було розширено дослідженнями О.О. Харкевича, Б.І. Блажкевича, Г.Є. Пухова, С.І. Кирпатовського та М.Г. Максимовича [310, с. 26–29].

Відродження кафедри у післявоєнні роки насамперед пов'язано із плідною діяльністю видатного електротехніка Г.Є. Пухова. Учений розпочав роботу в ЛПІ в 1944 р. на посаді доцента кафедри електричних станцій, мереж та систем. А вже згодом був обраний на посаду завідувача кафедрою теоретичної й загальної електротехніки інституту [310, с. 69]. Він запропонував низку заходів для відродження наукового та методичного рівня кафедри, запровадив ряд нових електротехнічних дисциплін, остаточно сформулював базовий курс кафедри – ТОЕ, організував науковий електротехнічний гурток та спрямував науковий потенціал колективу кафедри на розроблення низки перспективних наукових завдань. [193, арк. 8].

Висновки до другого розділу

Отже, ретельний аналіз розвитку фізичної науки про електрику впродовж XVIII ст. – XIX ст. дозволяє стверджувати, що дослідження фізиків стали науковим підґрунтям для розвитку фізичних основ теоретичної електротехніки. Так дослідження А. Ампера, С. Стубелевича, А. Вольта, Г.С. Ома, Г. Кірхгофа та ін. стали основою для становлення теорії електричних кіл. Багатогранний теоретичний матеріал досліджень М. Фарадея, Дж. Максвела, практичних напрацювань І. Пулюя, Г. Герца, М. Тесли та ін. сформували теорію електромагнітного поля. А прикладні математичні методи вчених-математиків Ж.М. Дюамеля, Г.Л. Гельмгольца, Л.Ш. Тевенена, О. Хевісайда, Ч. Штейнмеця та ін. сприяли систематизації та ідеалізації окремих електротехнічних задач.

У розвитку теоретичної електротехніки в Україні доцільно виокремити три основні етапи: I етап (1930–1949 рр.) – становлення теоретичної електротехніки як самостійної наукової та навчальної дисципліни; II етап (1950–1990 рр.) – створення спеціальних електротехнічних знань, базового теоретичного підґрунтя розвитку електротехнічної промисловості; III етап (1991–початок XXI ст.) – це сучасний етап розвитку теоретичної електротехніки в умовах інноваційного розвитку України.

Передумовою зародження теоретичної електротехніки в Україні були теоретичні напрацювання вчених, представників вищої електротехнічної школи та створення мережі ВТНЗ, зародження на їх базі наукових колективів електротехніків на чолі із вченими-лідерами, засновниками наукових шкіл. У подальшому це сприяло поступовому розвитку електротехнічної наукової бази з розвиненою дослідницькою та експериментальною структурою, виданню перших навчальних посібників та монографій, відкриттю спеціалізованих електротехнічних лабораторій.

Уже на етапі становлення теоретичної електротехніки як самостійної наукової і навчальної дисципліни у ВТНЗ були сформовані кафедри для викладання базової електротехнічної дисципліни – ТОЕ. Учені-

електротехніки розпочали плідну наукову роботу із розв'язання окремих складних питань курсу. Так праця О.М. Ефроса та О.М. Данилевського окреслювала значний простір для вирішення задач перехідних процесів різних класів електротехнічних систем. С. Фризе розвив теорію трансфігурації електричного кола, теорію потужності активної, пасивної та уявної, теорію кіл змінного струму із застосуванням кругових діаграм та ін. О.П. Сукачов став ініціатором роботи зі створення електротехнічної термінології.

Значних втрат зазнала більшість електротехнічних колективів у роки Другої світової війни, але наприкінці 1940-х рр. почалося поступове відродження наукового потенціалу електротехнічної еліти.

РОЗДІЛ 3

РОЗВИТОК ПРИКЛАДНИХ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ТЕОРЕТИЧНОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ (1950–1990 рр.)

3.1. Розвиток та інтегрування теоретичних досліджень в галузі електротехніки у практичну діяльність (1950–1969 рр.)

У 1950-х рр. та першій половині 1960-х років розвиток енергетичного комплексу УРСР поступово відновлювався. Відбудовувалися виробничі потужності промислових гігантів, було проведено реконструкцію та відновлено роботу Дніпровської гідроелектростанції, розпочалось введення в експлуатацію теплових електростанцій, відбувався важливий етап приєднання окремих енергетичних потужностей до Єдиної енергетичної системи СРСР. У зв'язку з цим стали нагальними науково-технічні проблеми проектування та виготовлення унікальних систем електроенергетичного та електротехнічного обладнання [104, с. 114–116].

Школи з теоретичної електротехніки розпочали загальні наукові пошуки, пов'язані із розробкою різних аналітичних та експериментальних методів аналізу та синтезу пристроїв та систем. До того часу розвиток теоретичної електротехніки сформував виокремлення двох взаємопов'язаних розділів – ТЕК та ТЕМ. В залежності від розрахункового апарату дослідження ці два розділи остаточно розділилися. Складнощі в розрахунках електричних кіл сприяли розвитку формальних методів опису цих кіл, а також розвитку практичних методів математичного моделювання електротехнічних процесів [298, с. 99–101].

Аналогічне питання виникло й у галузі теорії кіл та електромагнітного поля у зв'язку із розвитком приладобудування, автоматики та телемеханіки, електричного приводу й нового напрямку із виробництва аналогових та цифрових елементів автоматики як складової частини при подальшому створенні обчислювальної техніки [55, с. 7; 181, с. 8–10].

Важливими для практики теоретичними проблемами стали питання розробки методів урахування особливостей протікання електромагнітних процесів у залежності від електромагнітних властивостей середовищ та їх конфігурацій, формування принципів і методів аналізу та синтезу математичних моделей електротехнічних пристроїв, а також діагностування процесів, які відбуваються в цих пристроях, і управління ними. Можливість отримання аналітичного рішення залежала від важкості математичної моделі складної електротехнічної системи, а точність чисельних розрахунків визначалася властивостями апаратних засобів, що використовувалися для виконання таких розрахунків. Методи, які застосовувалися в теоретичній електротехніці, завжди розвивалися відповідно розвитку прикладного математичного апарату та засобів обчислювальної техніки. Поява електронних обчислювальних машин (ЕОМ) та їх упровадження у 1950-х рр. у практичну діяльність мали значущий вплив на розвиток теоретичного підґрунтя електротехнічної науки [103, с. 103–105].

Значний обсяг наукових досліджень електротехнічного напрямку було сконцентровано в науково-технічних підрозділах ВТНЗ. Особливу роль у розвитку електротехнічної науки, як завжди відігравали провідні політехнічні інститути УРСР: КПІ, ЛПІ, ХПІ, ДПІ, ДГІ, ОПІ та Одеський електротехнічний інститут зв'язку ім. О.С. Попова (ОЕІЗ). Організація наукового простору була спрямована на забезпечення як фундаментальних теоретичних розробок, так і прикладних завдань, в залежності від магістрального напрямку діяльності інститутів [326, с. 104–106; 327].

У 1950–1960-ті рр. теоретичні дослідження представників української електротехнічної наукової школи об'єднали зусилля вчених-новаторів та лідерів напрямку для розробки однієї із найважливіших задач того часу – створення теорії кіл, що складалися із багатополосних елементів. Нова загальна теорія чотиріполосника виникла та отримала значний розвиток

на початку 1950-х рр. у зв'язку із стрімким розвитком радіотехніки та автоматики [181, с. 9].

Слід зазначити, що розроблені раніше загальні теоретичні методи розрахунку електричних кіл (таких як метод накладення, метод контурних струмів та метод вузлових потенціалів) давали можливість діагностувати та розрахувати будь-яку лінійну електричну систему.

В окремих випадках аналізу та синтезу складних електричних кіл ученим важливо було визначити тільки струми декількох гілок та напругу між певними вузлами. При цьому розрахунок та аналіз певної схеми значно спрощувався, якщо схему розділити на окремі частини, кожна з яких сполучена з іншими двома, трьома, чотирма та більшою кількістю виводів – полюсів. Аналіз складних електричних кіл значно спрощувався за рахунок виокремлення багатополюсника, як найпростішої еквівалентної схеми заміщення.

У різних галузях електротехніки та енергетики розпочалося застосування апаратів та пристроїв, що мали у своєму складі дві пари полюсів, за допомогою яких вони поєднувались з іншими ділянками складного електричного кола й могли бути представлені у вигляді декількох послідовно з'єднаних чотириполюсників. У практичному застосуванні це, по-перше, були будь-які канали передачі інформації і канали зв'язку, по-друге, ділянки високовольтної електроенергетичної лінії, кола зворотного зв'язку електронних генераторів та підсилювачів, а також електротехнічні кола регулювання різних параметрів електричних машин та генераторів [55, с. 8; 181, с. 10–11].

Усі чотириполюсники поділяються на активні та пасивні. Активні мають у своєму складі залежні та незалежні джерела напруги або струму. Пасивні у своєму складі джерел не мають. До активних чотириполюсників належать підсилювачі, зібрані на транзисторах чи електронних лампах, у тому числі операційні підсилювачі. До пасивних чотириполюсників належать лінії передачі сигналу, трансформатори, корегувальні

електротехнічні контури та ін. Створення загальної теорії чотириполюсника дозволило аналізувати, діагностувати та проєктувати різні за призначенням електротехнічні пристрої та кола, а також отримувати базові залежності між струмом та напругою на вхідних та вихідних полюсах чотириполюсника не роблячи складних розрахунків всередині електричної схеми [7, с. 347–349].

Умовне зображення чотириполюсника показано на рис. 3.1. Пара вхідних полюсів, первинних полюсів, позначена 1 та 1', пара вихідних полюсів, вторинних полюсів, позначена 2 та 2'.

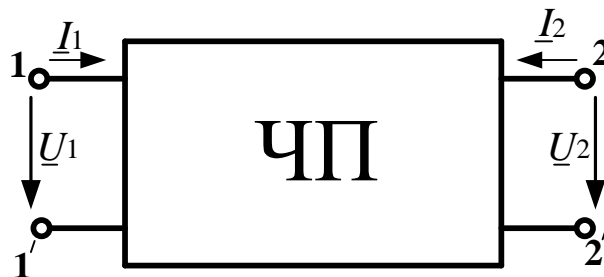


Рисунок 3.1 – Схема чотириполюсника

Виокремлення та становлення основних положень загальної теорії чотириполюсника стало науковим надбанням таких українських учених в галузі теоретичної електротехніки: Е.В. Зеляха, Г.Є. Пухова, Ю.Т. Величка, Б.І. Блажкевича та В.П. Сигорського [280, с. 5].

Першим розпочав наукову дискусію у своїх теоретичних працях Е.В. Зелях. Учений у 1929 р. закінчив Ленінградський електротехнічний інститут і пов'язав свою діяльність із кафедрою дротового зв'язку інституту. Вже в 1934 р. він захистив кандидатську дисертацію та продовжив наукові пошуки вже на посаді доцента кафедри. Наукові інтереси Е.В. Зеляха були спрямовані на розробку теорії чотириполюсників та роботи з проєктування електричних фільтрів [29]. З 1959 р. учений працював у Одеському електротехнічному інституті зв'язку ім. О.С. Попова [101, арк. 4–5].

Початком теоретичного обґрунтування загальної теорії багатополюсників слід вважати використання Е.В. Зеляхом у своїй науковій роботі класичної теорії багатополюсників для розрахунку кіл, що складаються із повільно підключених чотиріполюсників. Можливість застосування цього методу була обмежена лише неможливістю порушення рівності прямого та зворотного струмів сторін багатополюсника [97; 98].

Подальший розвиток теорії здійснив у своїх роботах Г.Є. Пухов, який обґрунтував систему послідовного підключення чотиріполюсників, як систему із трьома ступенями свободи, що могла бути описана системою з трьох незалежних рівнянь і її стан визначався трьома незалежними змінними [39, с. 25–31]. Учений аналітично довів, що технічний аналіз будь-якої складної схеми значно спрощується при розкладанні її на ряд з декількох чотиріполюсників, які можливо описати спрощеною системою рівнянь. Подальшим завданням для вченого став вибір найбільш раціональних систем цих трьох рівнянь та знаходження методів розрахунку кіл, що складаються із довільно підключених чотиріполюсників. Основними постулатами теорії стали такі базові твердження:

- чотиріполюсник описується за допомогою напруг та струмів його сторін; кожен струм та напруга приписується певній стороні чотиріполюсника;

- окремий чотиріполюсник представлено еквівалентною схемою;

- розрахунок такої еквівалентної схеми виконується шляхом заміни двох чотиріполюсників одним еквівалентним із повтором цієї операції над отриманими еквівалентними чотиріполюсниками, таким чином розрахунок виконується методом поступового згортання.

Розробка загальної теорії чотиріполюсника значною мірою ускладнювалася важкістю алгоритму операцій із розрахунку кіл, що склалися із багатополюсних елементів.

Наступним кроком у розв'язанні складної теоретичної задачі стала розробка Г.Є. Пуховим теорії методу підсхем. Положення теорії значно

спростило послідовний аналіз кіл, що складаються з багатополюсних елементів [269, с. 65–73]. Послідовний науковий пошук із удосконалення практичних постулатів теорії багатополюсників розпочали вчені ЛПІ Ю.Т. Величко та Б.І. Блажкевич.

Ю.Т. Величко навчався на електротехнічному факультеті Данцизької політехніки, який закінчив у 1929 р. З 1940 р. працював на кафедрі фізики Львівського університету. А з 1946 по 1975 р. був завідувачем кафедри теоретичної радіотехніки ЛПІ [34, с. 34–36]. У червні 1950 р. вчений захистив у КПІ докторську дисертацію за темою «Теорія прохідних чотириполюсників», що була написана українською мовою.

Напрацювання вченого належали до розвитку теорії прохідного чотириполюсника, у вигляді якого можна представити різні пристрої із двома парами зовнішніх контактів, що слугували для підключення джерел та різних видів навантаження. У своїй теоретичній роботі учений досліджував питання визначення комплексних частотних та операторних характеристик прохідного чотириполюсника, зокрема – питання знаходження параметрів невизначених матриць опору та провідності [30].

Б.І. Блажкевич – ще один представник наукової школи ЛПІ. Після закінчення Тернопільської гімназії майбутній учений вступив до ЛПІ, у якому навчався до 1939 р. та залишився працювати на кафедрі загальної та теоретичної електротехніки. У 1953 р. Б.І. Блажкевич успішно захистив кандидатську дисертацію та продовжував плідну наукову роботу на кафедрі [310, с. 32–33; 356, с. 125]. Свою діяльність він спрямував на роботу із теоретичного аналізу багатополюсних схем при різних системах їх підключення. Розробив топологічні методи аналізу лінійних електричних кіл, використовуючи прикладні викладки теорії орієнтованих та сигнальних графів, а саме – метод синтезу RLC-кіл з керованими елементами. Запропонував нові методи аналізу електричних кіл на основі базисних величин, міжвузлових напруг на основі незалежних Y-параметрів, канонічних параметрів та методу додаткового диференціювання [16, с. 7–9].

З 1954 р. Б.І. Блажкевич працював за сумісництвом на посаді старшого наукового співробітника Фізико-механічного інституту АН УРСР, а з 1959 р. повністю перейшов на роботу в академічну установу де працював завідувачем відділом теорії електричних кіл. Кропітка наукова робота вченого впродовж декількох років була відображена в його першій монографії «Основні методи аналізу лінійних електричних кіл». У роботі Б.І. Блажкевичем викладено основні методи аналізу лінійних електричних кіл, утворених багатополюсними елементами [17; 209, арк. 1–4].

Спільну наукову роботу львівських електротехніків із вивчення та дослідження електричних кіл на базі багатополюсників продовжив В.П. Сігорський. Учений у 1939 р. вступив до Харківського інженерно-будівельного інституту, але навчання перервав через війну. Після війни В.П. Сігорський вступив до ЛПІ, який успішно закінчив у 1949 р. Наукову роботу розпочав навчанням у аспірантурі та успішним захистом у 1953 р. кандидатської дисертації [310, с. 32].

Аналіз електричних кіл із багатополюсними елементами в роботах В.П. Сігорського представлено дослідженнями загальних питань теорії чотиріполюсників з трьома ступенями свободи [181, с. 6]. Ученим виокремлено методика визначення параметрів, розрахунку сполучень та полюсних перетворень чотиріполюсника. Також у наукових роботах проаналізовані чотиріполюсники із взаємними індуктивностями та електронними лампами, зроблено узагальнення методу контурних струмів та методу вузлових потенціалів для розрахунку електричних кіл на базі чотиріполюсників [296; 297].

Отже, плідна співпраця вчених із вирішення загального питання створення теоретичного підґрунтя для проєктування, аналізу, розрахунку складних електричних кіл, що побудовані на базі багатополюсників, успішно була реалізована представниками електротехнічної школи ЛПІ. Практичним результатом застосування теоретичних викладок загальної

теорії багатополюсника стало її всебічне використання при аналізі роботи ліній передач, радіотехнічних та вимірювальних схем, довгих ліній та ін.

У 1950-х рр. наукова тематика кафедри ТЗЕ ЛПІ була підкріплена діяльністю М.Г. Максимовича. Учений у 1941 р. закінчив електротехнічний факультет ЛПІ з відзнакою. За роки навчання пройшов школу електротехнічних дисциплін професора С. Фризе. На початку війни працював на Харківському електромеханічному заводі [34, с. 87–89]. У 1945 р. розпочав навчання в аспірантурі ЛПІ, яку успішно закінчив у 1948 р. захистом кандидатської дисертації.

У 1950–1964 рр. М.Г. Максимович працював на посаді завідувача кафедри ТЗЕ. Під керівництвом ученого колективом кафедри разом із науковцями Інституту прикладної математики АН УРСР виконувалися спеціальні дослідження з випробовування високовольтного обладнання промислових підприємств Львівської області [209, арк. 2–3; 258, арк. 9]. У своїх наукових пошуках учений розвивав теорію лінійних електричних кіл та їх перетворень, займався проблемою топологічного синтезу кіл, а також методичними задачами з теоретичної електротехніки [167]. Це питання стало актуальним у зв'язку з необхідністю складання та рішення рівнянь для електротехнічних кіл, а саме – отримання в аналітичному вигляді виразів функцій кіл, що значно спрощувалося розвитком графо-топологічних методів аналізу схем [166; 55, с. 8].

У 1964 р. кафедру ТЗЕ ЛПІ очолив С.І. Кірпиатовський. Вищу освіту учений отримав у ХЕТІ, де навчався з 1932 по 1938 р., а з 1946 р. працював у ЛПІ на кафедрі ТЗЕ. У 1951 р. захистив кандидатську дисертацію за темою «Деякі питання теорії електричних датчиків» [200, арк. 3–4]. Науковий пошук С.І. Кірпиатовського також сприяв розв'язанню питань створення та обґрунтування теорії загальної потужності багатофазних кіл [121, с. 30–33].

Учені кафедри ТЗЕ ЛПІ на чолі із С.І. Кірпиатовським послідовно розвивали наукові напрями, закладені ще в повоєнні роки. Вони

продовжували удосконалювати загальну теорію чотирьополюсних перетворювачів, що дозволяла проводити глибокий аналіз різноманітних електромеханічних, електродинамічних, електростатичних та п'єзоелектричних пристроїв і систем, та широко впроваджувалася в техніці. На той час головним завданням дослідників було розробити теорію перетворювачів в такому узагальненому вигляді, щоб її висновки можна було застосовувати для багатьох технічних задач перетворення того часу [208, арк. 2–4].

У 1955–1964 рр. на кафедрі ТЗЕ ЛПІ працював В.С. Перхач. Учений на базі обчислювальної техніки й прикладної математики започаткував новий науковий напрям досліджень кафедри – математичне моделювання процесів й оптимізація електроенергетичних систем з вентильними пристроями. В.С. Перхачем було розроблено ефективний метод аналогового моделювання на підставі зведення рівнянь стану електроенергетичних систем до інтегральних, розвинуто теорію подібності і моделювання стосовно електроенергетики з використання понять диференціальних параметрів і багатовимірних векторів координат їхнього стану [310, с. 73–75].

Також співробітники кафедри ТЗЕ брали участь у наукових розробках науково-дослідного сектору (НДС) №4 ЛПІ під керівництвом завідувача кафедри електричних машин та апаратів професора Т.П. Губенка. Науковий напрям роботи НДС–4 – це автоматизація технологічних процесів на нафтопромислах Карпатського регіону, а також розробка супроводжуючих контрольно-вимірювальних приладів [326, с. 122–123].

У 1964 р. на базі НДС–4 С.І. Кірпатовський створив науково-дослідну лабораторію (НДЛ) №47, на базі якої під його керівництвом учені кафедри виконували наукові завдання зі створення та вдосконалення перетворювачів та складних вимірювальних приладів для селективного

вимірювання окремих компонентів багатоконпонентних потоків [208, арк. 6–9].

Науковий колектив разом із завідувачем НДЛ–47 с.н.с. В.І. Руденко досліджували проблеми вимірювання витрат гетерогенних потоків, розробляли систему контролю зусиль у металовальцівних верстатах і новітні вимірювальні перетворювачі для рідинопровивних розчинів, що використовувалися під час розробки свердловин [310, с. 38–40].

На початку 1950-х рр. кафедра ТОЕ ХПІ продовжувала свою діяльність під керівництвом О.П. Сукачова. Після плідного обговорення проєкту технічної термінології на кафедрі в 1949 р. О.П. Сукачов запропонував усім кафедрам електротехнічного та радіотехнічного факультетів ХПІ висловити критичні зауваження та виявити недоліки проєкту. А вже наприкінці жовтня 1951 р. проєкт О.П. Сукачова було обговорено нарадою викладачів усіх кафедр електротехнічного профілю ХПІ, під час якої було висловлено ряд важливих пропозицій та зауважень автору [144, с. 234–235].

О.П. Сукачов, розпочинаючи розробку наукової системи «Визначень понять», урахував усі зауваження й побажання колег і сформував основні принципові моменти побудови своєї системи:

- 1) Класифікація понять:
 - поняття, що виражають фізичні явища;
 - поняття, що виражають фізичні величини, які характеризують фізичні явища;
- 2) Послідовність викладення понять;
- 3) Однозначність та повнота у визначенні понять;
- 4) Простота та єдність термінологічного апарату.

Проєкт О.П. Сукачова, що охоплював усю систему термінів з теоретичної електротехніки, складався з 233 визначень. Його було надіслано до Комітету технічної термінології Академії наук СРСР у 1953 р. в рамках широкого наукового обговорення. Проєкт значною мірою став

основою для збірника рекомендованих термінів «Термінологія теоретичної електротехніки», який вийшов у кінцевій редакції в 1958 р. [328].

Науково-дослідною тематикою кафедри ТОЕ ХПІ в 1951–1959 рр. було дослідження та розроблення теоретичних методів магнітних вимірювань магнітом'яких матеріалів при великих швидкостях їх перемагнічення [224, арк. 26]. Також продовжувалася плідна методична робота викладачів кафедри під керівництвом О.П. Сукачова [318].

На початку 1950-х рр. тривала й наукова робота Харківської електролабораторії. Так, при розробленні регуляторів швидкості, науковцями було запропоновано нову схему електромеханічного регулятора швидкості переривчато-пропорційної дії [12, с. 12–14; 335, арк. 3–10]. Особливостями цієї схеми були: переривчата імпульсна робота регулятора, середня швидкість якого пропорційна відхиленню регульованої величини від номінальної, що підвищує стійкість та надійність регулювання, а також відсутність рухомих частин і контакторів у самому регуляторі, що істотно спрощувало його конструкцію та зменшувало собівартість.

У 1951 р. на базі навчально-експериментальної майстерні ХПІ було виготовлено п'ять комплектів гвинтових редукторів для сервоприводу регуляторів швидкості, самі регулятори виготовив Харківський завод «Електропривід». Монтаж регуляторів та їх дослідна експлуатація на декількох діючих гідроелектростанціях УРСР розпочалися в 1952 р. [46, арк. 2–4].

Ще одним напрямом роботи лабораторії стало розроблення регуляторів куту повороту лопаток турбін для гідроелектростанцій різної потужності. Регулятор слугував для плавного регулювання повороту лопаток залежно від натиску, що, в свою чергу, дозволяло досягти оптимального ККД агрегату [332, арк. 8–12].

У 1952 р., відповідно до договору про співпрацю між Інститутом «Гідропроєкт» та ІЕ АН УРСР, науковцями Харківської лабораторії було

розроблено технічний проєкт автоматики регулювання для Каховської ГЕС. Він охоплював такі основні теми, як регулювання куту повороту лопаток робочого колеса турбін по натиску, групове управління та регулювання потужністю агрегатів ГЕС, регулювання активної потужності та розробка автоматичного оператора багатоагрегатної гідроелектростанції на прикладі Каховської ГЕС [333, арк. 2–7]. Розроблений автоматичний оператор здійснював пуск та зупинку агрегатів ГЕС в залежності від навантаження та діючого натиску установки й поєднував свою роботу з роботою регуляторів потужності, швидкості та частоти. Ця комплексна технічна розробка відразу знайшла практичне застосування на багатьох гідроелектростанціях країни та створила передумови для плідної співпраці науковців лабораторії з багатьма енергетичними підприємствами країни [330, арк. 2–4; 331, арк. 2–5].

У серпні 1955 р. В.Л. Беніна було обрано за конкурсом на посаду доцента кафедри «Електричні станції» ХПІ де він разом із професором А.Л. Матвеевим ініціював низку перспективних досліджень [191, арк. 71–72]. У своїй роботі вчений розвив такі наукові напрями кафедри, як проєктування статичних помножувачів частоти, тиристорних перетворювачів частоти та статичних перетворювачів активної потужності, розрахунок параметрів феродинамічних перетворювачів, автоматизація парових і гідравлічних турбін, [1, с. 47–49; 13, с. 73–76]. З 1956 р. В.Л. Бенін плідно працював керівником актуальних наукових тематик НДЧ ХПІ, поглиблено вивчав теоретичну базу, часто бував у наукових бібліотеках провідних електротехнічних інститутів РС.

У середині 1960-х рр. учені кафедри ТОЕ ХПІ під керівництвом П.М. Єгорова удосконалювали методи розрахунку радіального розподілу струму у проводі внутрішнього одношарового циліндричного індуктора із визначенням електричних параметрів цієї складної системи [211, арк. 260, арк. 2–4; 261, арк. 8; 262, арк. 12–14].

Також наукова робота кафедри була скоординована технічними завданнями проблемної науково-дослідної лабораторії техніки високих напруг і перетворювачів струму (ТВН і ПС) ХПІ. Започаткована ще В.М. Хрущовим наукова школа високих напруг у другій половині ХХ ст. була відновлена колективом кафедри передавання електричної енергії на чолі з С.М. Фертиком [170, арк. 65–67]. Завдяки плідній діяльності вчених відбулося відновлення високовольтного залу ХПІ та дослідної лабораторії для вивчення хвильових процесів у польових умовах, розпочалися роботи з будівництва генераторів імпульсної напруги та генераторів імпульсного струму високих і надвисоких напруг. Найважливішим напрямом дослідної роботи наукової школи С.М. Фертика були перспективні дослідження з розроблення теоретичних основ процесу магнітно-імпульсного оброблення металів (МІОМ). Цей науковий напрям на кафедрі ТОЕ розвивав доцент Г.В. Остроумов [210, арк. 2].

У 1968 р. Г.В. Остроумовим було проведено два етапи запланованої НДР [212, арк.1–3]. На першому етапі роботи за допомогою методів теорії поля було отримано рішення для нескінченно довгого індуктора та заготовки без урахування виткових неоднорідностей розподілення струму в індукторі. Було показано, що товщина провідного шару індуктора в декілька разів більше глибини проникнення плоскої хвилі поля в метал проводу та доказано існування двох поверхневих токових шарів, зовнішнього та внутрішнього. Приведені формули для їх розрахунку. На основі отриманих результатів на другому етапі було розроблено метод розрахунку системи «Індуктор – заготівка» вже кінцевої довжини. Сутність методу полягала у заміні кожного поверхневого шару соленоїдом з нескінченно малою товщиною дроту. Розрахунок усієї системи із трьох таких соленоїдів при синусоїдальних токах дозволяє визначити еквівалентний індуктивний та активний опір системи. Результати НДР застосовувались при розробці та конструюванні індукторних систем для МІОМ [204, с. 85–87].

На кафедрі ТОЕ КПІ під керівництвом І.М. Чиженка сформувалася наукова школа в галузі силової перетворювальної техніки. Характерною рисою цієї школи були глибокі теоретичні дослідження, що були спрямовані на розробку та аналіз потужних випрямлячів, перетворювачів частоти, регуляторів змінної та випрямленої напруги з підвищеними техніко-економічними показниками, а також систем управління тиристорними перетворювальними пристроями, що забезпечували невідмовну та надійну роботу [213; 214; 230, арк. 38; 119, с. 196–197].

Важливою складовою застосування вентильних перетворювачів в електроенергетичному комплексі були лінії електропередачі в загальному комплексі електротехнічних мереж та систем. У першу чергу, це лінії передачі постійного струму, що найбільш ефективні для передачі електричної енергії на значні відстані. Також вентильні перетворювачі використовували в електроенергетичному комплексі в якості тиристорних джерел реактивної потужності, що дозволяли виробляти та регулювати реактивну потужність для компенсації її дефіциту в енергосистемах. Важливою складовою технічного застосування вентильних перетворювачів було використання їх для забезпечення роботи базового обладнання електричних станцій, а саме для збудження синхронних гідро- та турбогенераторів і компенсаторів, для частотного запуску силових потужних генераторів тощо [360].

Отже, на базі кафедри ТОЕ КПІ була створена лабораторія компенсаційних перетворювачів і це дало змогу розширити тематику наукових досліджень кафедри у таких напрямках, як розробка, дослідження та упровадження компенсаційних напівпровідникових перетворювачів з емнісним регулюванням, розробка потужних перетворювачів для живлення електричного устаткування підприємств металургійного профілю, створення різноманітних схем перетворювачів електричного струму [216, арк. 4–6; 231 арк. 7–10; 232 арк. 3]. Розширений зв'язок із виробничими підприємствами УРСР позитивно впливав на змістовну тематику науково-

дослідних робіт лабораторії. Так у 1969 р. вчені НДЛ проводили дослідження та розробку різноманітних схем перетворювачів електричного струму, що допускають роботу перетворювачів з випереджуючим кутом зсуву фаз для впровадження на Дніпропетровському алюмінієвому заводі [217, арк. 7–9; 233, арк. 10–13]. Нові схеми перетворення значно зменшили вживання реактивної потужності перетворювальних установок, що призвело до зниження втрат енергії в мережах живлення, збільшення надійності та покращення інших техніко-економічних показників перетворювальних установок.

Наприкінці 1950-х рр. розпочався новий етап розвитку академічної науки в УРСР. Це пов'язано з повним післявоєнним відновленням промисловості, її інтенсивним ростом та впровадженням нових передових технологій у виробництво [110, с. 301–309]. Метою структурних змін в АН було зосередження матеріальних ресурсів та творчих зусиль на розвиткові найважливіших наукових напрямів, припинення неактуальних досліджень та поступове зближення науки з виробництвом. Основні риси цього етапу – це реформування та реорганізація багатьох профільних інститутів, зміна наукових напрямів діяльності та фундаменталізація переважної більшості академічних досліджень [326, с. 93–104].

Характерні реорганізаційні зміни торкнулися профільного електротехнічного інституту – ІЕ АН УРСР, де були зосереджені наукові осередки, що займалися такими проблемами електротехнічної галузі: перетворення і стабілізація параметрів електромагнітної енергії, оптимізація та автоматизація режимів роботи електроенергетичних систем та їх елементів, підвищення надійності й ефективності процесів електромеханічного перетворення енергії та метрологічне забезпечення в енергетиці.

У 1964 р. остаточно завершилось реформування ІЕ АН УРС, який отримав нову назву – Інститут електродинаміки (ІЕД) АН УРСР та започаткував низку теоретичних напрямів і фундаментальних науково-

дослідних робіт [326, с. 95]. Окрім структурних змін в інституті відбулося й зміцнення матеріально-технічної бази. Новостворені відділи у своєму складі містили спеціалізовані лабораторії, укомплектовані окремим штатом співробітників. Характерними ознаками розвитку наукових досліджень в ІЕД АН УРСР було посилення теоретичної складової науково-дослідних робіт.

Відділ теоретичної електротехніки в структурі ІЕД АН УРСР було реорганізовано у відділ перетворення електромагнітних процесів під керівництвом О.М. Міляха, який мав у своєму складі дві лабораторії: магнітних перетворювачів та напівпровідникових перетворювачів [247, арк. 5–7]. На кінець 1965 р. у відділі працювали шістдесят наукових співробітників, зокрема один доктор технічних наук та п'ять кандидатів технічних наук [132, арк. 4]. Роботу відділу було спрямовано на розробку теорії та принципів побудови економічних і високонадійних регульованих пристроїв для симетрування режимів роботи багатофазних систем при несиметричних навантаженнях. Також плідно розвивався напрям наукових досліджень О.М. Міляха – методи аналізу електричних кіл і електродинамічних систем з багатьма ступенями свободи руху та систем перетворення джерел напруги в джерела струму [175; 176, с. 5–8; 197, арк.158–162]. Під його керівництвом наприкінці 1960-х рр. проводилися дослідження проблеми взаємності електричних кіл [179, с. 3–4; 59].

Працівники лабораторії магнітних перетворювачів працювали над розробкою високонадійних малогабаритних цифрових приладів для вимірювання кількості обертів двигунів і магнітно-напівпровідникових джерел живлення для заряду накопичувальних конденсаторів квантових генераторів [43, арк. 2].

У 1962 р. лабораторія електричних машин і електричного приводу, під керівництвом І.М. Постнікова, була реорганізована у відділ магнітної гідродинаміки та електромеханічних систем, який надалі дав початок низці відділів ІЕД АН УРСР: відділу моделювання машин змінного струму,

відділу електромеханічних перетворювачів енергії та безконтактних машин. У новоствореному відділі розпочалися роботи з дослідження та розрахунку електромагнітного поля у провідних масивах і середовищах [49, арк. 6–7].

І.М. Постніков значну увагу приділяв дослідженням електромагнітних процесів у електричних машинах великої потужності, і це сприяло розробці спеціальних рекомендацій із підвищення надійності при перехідних процесах їхньої роботи [243; 244, с. 7–10].

Також у відділі магнітної гідродинаміки та електромеханічних систем А.І. Адаменко досліджував несиметричні складові асинхронних двигунів за допомогою методу симетричних складових, а О.В. Войтех займався моделюванням електромагнітних процесів у полюсоперемикальних та однофазних конденсаторних асинхронних двигунах [205, с. 6–12].

У післявоєнний період продовжив свій науковий шлях у академічних установах країни і А.Д. Нестеренко. З 1944 по 1947 рр. вчений працював у Інституті енергетики, з 1947 по 1963 рр. в Інституті електротехніки, спочатку на посаді керівника лабораторії електричних вимірювань, а у 1952–1959 рр. – на посаді директора інституту. У 1963–1975 рр. А.Д. Нестеренко керував відділом електричних і магнітних вимірювань в ІЕД АН УРСР [108]. Ще у 1945 р. вчений організував у КПІ кафедру електроприладобудування, де під його плідним керівництвом сформувалася наукова школа з теорії електровимірювальних пристроїв, електроприладобудування та методів електричних і магнітних вимірювань.

Значну увагу А.Д. Нестеренко спрямував на дослідження методів розрахунку мостових компенсаційних та диференціальних схем урівноваження, вивчення питань отримання максимальної точності та чутливості вимірювальних мостів, на вибір оптимальних співвідношень в окремих гілках, визначення похибок схем та методів врівноваження. Ученим було закладено теоретичні основи аналізу та синтезу електровимірювальних схем. Методичним доробком А.Д. Нестеренка стали

його спеціалізовані монографії, що сприяли підвищенню якості підготовки інженерних кадрів вищої електротехнічної школи. Так у роботі «Основи розрахунку електровимірювальних схем врівноваження» вченим запропоновано раціональний підхід до проблеми проектування приладів, розроблена теорія електровимірювальних приладів та сформульовані методи їх розрахунку [190].

Робота Г.Є. Пухова в системі АН УРСР розпочалася ще у 1958 р. у відділі Обчислювального центру АН (з 1962 р. Інститут кібернетики АН УРСР) [194; 386, с. 5], де під його безпосереднім керівництвом були проведені дослідження в галузі теорії моделювання, обчислювальної техніки та теорії управління, а саме – розвинута теорія квазіаналогового моделювання, як узагальнення теорії подібності. На основі цієї теорії було впроваджено в масове виробництво спеціалізовані обчислювальні машини «ЭМСС», «ЭМСС-7М», «Альфа», «Итератор-1» та ін. [60, арк. 2].

Підсумком комплексних досліджень Г.Є. Пухова у ці роки стала його монографія «Методи аналізу і синтезу квазіаналогових електронних кіл», що була опублікована в 1967 р. [271]. У першому розділі монографії науковець детально аналізує математичні основи розрахунку електричних кіл, у другому – послідовно розкриває базові методи аналізу електричних кіл різної схематичної структури, а в третьому детально класифікує моделюючі кола, описує загальні методи їх побудови та розрахунку. У другій половині 1960-х рр. Г.Є. Пухов займався дослідженнями придатності зворотних операторів для рішення завдань синтезу управляючих пристроїв [272].

У 1960-х рр. всебічне використання ЕОМ та спеціальних моделюючих пристроїв для розв'язання складних теоретичних задач електротехніки сприяло розвитку комплексних методів розрахунку електромагнітних кіл у нелінійних середовищах. Цей напрям в Інституті Кібернетики АН УРСР започаткував завідувач відділом електродинаміки О.В. Тозоні. Ці дослідження стимулювали такі наукові практичні задачі

промислового комплексу, як використання енергії термоядерного синтезу, що потребувало створення унікальних магнітних систем і стимулювало розвиток теоретичних напрацювань у галузі електричних машин та апаратів [55, с. 7; 337].

Реорганізаційні заходи на початку 1960-х рр. позитивно вплинули на подальший плідний розвиток ІЕД АН УРСР, і це дало змогу спрямувати поєднання роботи учених з іншими науково-дослідними й проєктними установами та спеціалізованими виробничими підприємствами та стало запорукою значного розширення обсягу госпдоговірних тематик інституту [326, с. 99–100].

Інтенсивний розвиток у 1950-х рр. промислового комплексу Донбасу, гірничої, металургійної та хімічної промисловості привів до стрімкого розвитку енергетичного комплексу цього регіону. Розширювалися потужності Кураховської електростанції, будувалися Слов'янська, Миронівська електростанції, вводилися в експлуатацію нові лінії електроживлення та розподільні підстанції. Перспективні теоретичні дослідження та кадровий потенціал регіону забезпечували розробки учених ДП.

У 1959 р. було відкрито електротехнічний факультет ДП. А в 1962 р. на базі кафедри загальної електротехніки та електричних машин було створено кафедру теоретичних основ електротехніки та електричних машин [117]. Учені кафедри розробляли вентильні реактивні двигуни для транспортно-технологічних об'єктів, досліджували динаміку теплового стану електричних машин та пристроїв теплового контролю, використання електромагнітних полів для технологічних і транспортних операцій та вдосконалювали електроприводи гірничих машин, підвищували безпеку експлуатації шахтних електричних мереж [19].

У 1950-1960-х рр. електротехнічні дослідження в Одеському регіоні проводили й науковці електротехнічних кафедр ОПІ та Одеського інституту електричного зв'язку(ОІЕЗ). Вчені кафедри ТОЕ ОПІ розробляли

методи вимірювання додаткових втрат в елементах конструкцій трансформаторів та електричних машин [51, арк. 7; 355, с. 119, 147].

Наприкінці 1950-х рр. підготовку інженерів електротехнічного напрямку в ДГІ продовжувала кафедра електротехніки під керівництвом М.Є. Куваєва. На той час кафедра мала у своєму складі дві навчальні лабораторії: електричних машин та електротехніки. Напрямами наукових досліджень учених кафедри були розробка нових сучасних конструкції шахтного електроустаткування, апаратів і збагачувальних машин, розробка і дослідження систем керування й пристроїв контролю профілю шахти під час завантаження доменних печей, а також вимірювання магнітних полів і дослідження їх впливу на роботу електромагнітних сепараторів [117].

Слід зауважити, що важливою складовою розвитку науково-технічного потенціалу країни була система підготовки науково-технічних кадрів. У 1950–1960-х рр. створення новітніх технологій, виокремлення нових інноваційних електротехнічних напрямів зумовило збільшення потреби в нагальному забезпеченні висококваліфікованими фахівцями як наукового, так і освітнього комплексу УРСР [236; арк. 4; 321, с.15–17].

Базовим нормативним документом, який регулював конструктивні зміни в системі підготовки наукових кадрів у цей період була постанова № 1064 ЦК КП(б) Ради міністрів СРСР від 16 листопада 1967 р. «Про поліпшення підготовки наукових та науково-педагогічних кадрів». У цій постанові запроваджувалося декілька положень, що були спрямовані на удосконалення форм і методів навчання й отримання наукових ступенів. З метою підвищення рівня галузевої науки пропонувалося залучати до аспірантури інженерів, які працювали на підприємствах – особливо для спеціальностей, що потребували виробничого досвіду та глибокої теоретичної підготовки. Підготовка аспірантів була зосереджена в НДІ та ВТНЗ. Наприкінці 1970-х рр. процес підготовки аспірантів у ВТНЗ поступово удосконалювався, зокрема підвищувалися вимоги до практичної цінності наукових робіт та теоретичної підготовки аспірантів [300, с. 5–6].

У 1965–1968 рр. завдяки розширенню мережі спеціалізованих вчених рад електротехнічного профілю стала можливою підготовка наукових кадрів вищої кваліфікації з напрямку теоретична електротехніка. Ради створювались при провідних електротехнічних центрах та кафедрах [326, с. 287–288]. Спеціалізована вчена рада із захисту кандидатських дисертацій електротехнічного профілю розпочала свою роботу в ІЕД АН УРСР у 1965 р.

Спеціалізована докторська рада на той час працювала лише в КПІ. Захисти наукових робіт відбувалися за такими спеціальностями: теоретичні основи електротехніки, електричні машини, електроізоляційна техніка, електричні мережі та системи автоматизованого керування та регулювання в електричних системах, пристрої та прилади автоматики, перетворення видів енергії. Це була єдина в УРСР учена рада, тому її діяльність була перенавантажена. Уже у 1967 р. розпочала роботу розширена спеціалізована вчена рада із захисту кандидатських і докторських дисертацій у ІЕД АН УРСР. Однією зі спеціальностей захисту наукових робіт була й теоретична електротехніка [266, арк. 3]. Підготовка докторів наук цього періоду була заснована на Постанові № 536 від 1961 р. «Про заходи щодо поліпшення підготовки науково-педагогічних кадрів». Базовими пунктами постанови підвищувалися вимоги до дисертаційних робіт і атестації докторантів, обов'язковим стали щорічні звіти здобувачів про хід виконання роботи на вченій раді відповідного закладу та публікація монографій перед захистом дисертації.

Отже, у період 1950–1969 рр. поступово розпочався розвиток та інтегрування теоретичних досліджень у практичну діяльність. Провідні школи з теоретичної електротехніки розпочали загальні наукові пошуки, пов'язані із розробкою різних аналітичних та експериментальних методів аналізу та синтезу пристроїв та систем. Плідна співпраця вчених із вирішення загального питання створення теоретичного підґрунтя для проєктування, аналізу, розрахунку складних електричних кіл, що

побудовані на базі багатополісників, успішно була реалізована представниками електротехнічної школи ЛПІ (Е.В. Зелях, Г.Є. Пухов, Ю.Т. Величко, Б.І. Блажкевич, В.П. Сигорський). Створення НДС і НДЛ на спеціалізованих кафедрах ЛПІ та КПІ сприяло розвитку наукових шкіл Т.П. Губенка та І.М. Чиженка. Науковий доробок учених кафедри ТОЕ ХПІ сприяв розвитку перспективних досліджень зі створення основ процесу магнітно-імпульсної обробки металів. На базі електротехнічних інститутів АН УРСР розвивались теоретичні основи й методи побудови високонадійних регульованих пристроїв для симетрування режимів роботи багатозначних систем при несиметричних навантаженнях (О.М. Мілях), теорія квазіаналогового моделювання (Г.Є. Пухов), теоретичне обґрунтування комплексних методів розрахунку електромагнітних кіл у нелінійних середовищах (О.В. Тозоні).

3.2. Поглиблення та диференціація електротехнічної науки (1970–1990 рр.)

На початку 1970-х рр. в академічних установах УРСР електротехнічного профілю діяли традиційні наукові школи, що продовжували подальше поглиблення та диференціацією теоретичних досліджень у напрямі розв'язання практичних завдань у галузі народного господарства і оборонного комплексу країни. Наростання кризових процесів, що спостерігалось у політичному житті РС у 1980-х рр., безумовно, торкнулося і наукового сектору УРСР. Але пристосовуючись до періоду, у якому доводилось існувати, наукова спільнота намагалася зберегти умови для подальшого розвитку теоретичної науки, а саме, прагнула зробити найкоротшим шлях від фундаментальних досліджень до їх практичного застосування [110, с. 332].

Так у ІЕД АН УРСР, у відділі перетворення електричної енергії, під керівництвом Ю.П. Ємця досліджувалися електромагнітні поля в напівпровідникових пластинах і плазмових каналах; вивчалися

електрофізичні процеси у вимірювальних приладах і плазмових перетворювачах енергії [63; 366, с. 23]. Вагомі теоретичні напрацювання мали вчені наукового відділу з дослідження надійності функціонування систем електропостачання. Запропоновані теоретичні основи побудови систем електропостачання були запроваджені під час розрахунків ефективності роботи електротранспорту, розподілу електричної енергії, створення системи диспетчерського керування режимами електромереж [205, арк. 5–8].

Наукова робота відділу транзисторних перетворювачів здійснювалася за напрямками теоретичного та експериментального дослідження електромагнітних процесів у транзисторних перетворювачах і розширення їх функціональних можливостей; дослідження елементної бази на основі вивчення фізичних процесів у напівпровідниках, аналіз перехідних процесів під час перемикання з урахуванням динамічних характеристик напівпровідникових елементів; дослідження квазісталих станів для різних схем перетворювачів з урахуванням неідентичності характеристик елементів; дослідження електромагнітної сумісності перетворювачів зі споживачами і мережею живлення; розроблення конструкторських завдань мінімізації масогабаритних і питомих показників, розрахунки теплових режимів апаратури; розроблення методів підвищення надійності та засобів зменшення комутаційних втрат у транзисторних перетворювачах [370, с. 7].

Уже у 1971 р. до структури ІЕД АН УРСР було інтегровано відділ під керівництвом Г.Є. Пухова як сектор електроніки та моделювання. Упродовж цього десятиліття науковці сектору під його керівництвом проводили дослідження в галузі застосування методів математичного й електронного моделювання для рішення задач автоматичного керування [386, с. 6]. Слід зауважити, що саме в цей період на основі розвитку теорії квазіаналогового моделювання виникає новий науковий напрям у обчислювальній математиці та теорії моделювання – теорія розрядних перетворювачів та теорія розрядно-аналогового моделювання [270].

А вже в 1981 р. Г.Є. Пухов став ініціатором створення нового інституту – Інституту проблем моделювання в енергетиці АН УРСР (ІПМЕ АН УРСР) на базі сектору електроніки і моделювання ІЕД АН УРСР. Головними завданнями академічного закладу став розвиток науково-дослідних робіт у галузі моделювання швидкоплинних процесів в енергетиці. Саме завдяки високому теоретичному рівню розробок інститут посів провідне місце в галузі методів і засобів електронного та математичного моделювання в енергетиці, а на базі інституту була створена потужна наукова школа розрядно-аналогового моделювання [105; 344, с. 197–198].

У 1972 р. в ІЕД АН УРСР було створено відділ стабілізації параметрів електромагнітної енергії, який очолив А.К. Шидловський. Вченими відділу під його керівництвом була розвинута теорія багатофазних кіл з необоротними властивостями, а також теорія фазоперетворювальних кіл [178]. Прикладним упровадженням цієї теорії стало створення цілої низки пристроїв різного функціонального призначення, а саме – багатофазних фільтрів симетричних складових та різноманітних перетворювачів числа фаз [206, арк. 203–207].

Різноманітна спрямованість наукових досліджень поступово сформувала нові перспективні напрями у відділах інституту. Так під керівництвом А.А. Щерби почала розроблятися сучасна кабельно-провідникова продукція. У результаті діяльності вчених під керівництвом К.О. Липківського із вивчення пристроїв перетворення параметрів електромагнітної енергії, розпочалося створення узагальнюючого підходу до побудови та дослідження перетворювачів, що сприяло впровадженню пристроїв різного функціонального призначення в промисловий комплекс країни [159; 326, с. 173].

О.М. Міляхом було запропоновано дослідження перетворювачів частоти з безпосереднім зв'язком, а під керівництвом Е.М. Чехета були

продовжені дослідження транзисторних перетворювачів частоти для асинхронних електродвигунів [319, с. 164–165].

На початку 1980-х рр. В.С. Федієм у відділі стабілізації параметрів електромагнітної енергії було проведено велику теоретичну й експериментальну роботу з дослідження електромагнітних процесів у послідовних RLC – контурах, що доповнені реверсивними вентильними комутаторами, і це дало змогу запропонувати ряд нових пристроїв для підвищення якості електричної енергії у промислових і автономних системах електропостачання [366, с. 21; 373].

Також слід зауважити, що створення в структурі ІЕД АН УРСР відділу автоматизації динамічних процесів у електричних системах під керівництвом І.М. Сироти призвело до стрімкого розвитку теоретичних основ і методів підвищення надійності роботи електроенергетичних систем із застосуванням вже нових принципів релейного захисту та автоматичного керування. Науковими напрямками відділу стали розробка теоретичних засад та прикладних методів підвищення надійності роботи електроенергетичних систем. Колектив відділу продовжував загальний напрям роботи ІЕД АН УРСР, започаткований ще академіком С.О. Лебедєвим і розвивав у наукових дослідженнях нові методи диференційного захисту генераторів, системи телеуправління дротами розподільних мереж та дистанційного вимірювання струмів високовольтних ліній [48, арк. 2].

Під керівництвом Б.С. Стогнія у відділі автоматизації електричних систем було розпочато теоретичні дослідження високовольтних вимірювальних перетворювачів струму та напруги, що масово використовуються як джерела вимірювальної інформації для відстеження режимів роботи електроенергетичних об'єктів. У результаті спільної роботи із Всесоюзним інститутом трансформаторобудування та Запорізьким заводом високовольтної апаратури була розроблена теорія, принципи побудови та методи випробування нового покоління

вимірювальних перетворювачів струму, що забезпечували нормовані метрологічні характеристики як в усталених, так і в динамічних режимах роботи [314; с. 41–43; 370, с.8;].

Наприкінці 1980-х рр. цей напрям досліджень відділу було продовжено новими розробками методів відновлення вхідного сигналу трансформаторів струму та датчиків імпульсного струму потужних електротехнологічних пристроїв, виконанням комплексу досліджень зі створення засобів вимірювання струмів потужних імпульсних електроенергетичних систем із урахуванням спеціальних умов до вимірювань [207; 314, с. 44;].

У 1974 р. в ІЕД АН УРСР було створено відділ систем стабілізованого струму, науковці якого розпочали дослідження чисельно-аналітичних методів аналізу та розрахунку електромагнітних процесів у колах індуктивно-ємнісних перетворювачів джерел напруги в джерела струму [180, с. 7–12].

Продовжували свою плідну науково-методичну роботу учені спеціалізованих кафедр ВТНЗ. У 1972 р. В.Л. Беніним була успішно захищена докторська дисертація на тему: «Теорія, аналіз і розробка аналогових вимірювальних перетворювачів потужності для пристроїв автоматизації енергосистем» [3, арк.2; 191, арк. 9]. Вже у 1974 р. він очолив кафедру ТОЕ ХПІ. Наукова робота кафедри під його керівництвом піднялася на високий рівень та була спрямована на такі тематичні напрями: автоматичне регулювання частоти електричних станцій в енергосистемах, розробка і дослідження елементів систем управління і регулювання енергетичних блоків, розробка й дослідження джерел живлення для електроерозійних верстатів [228, арк. 38].

Плідна робота наукового сектору кафедри з Харківським заводом транспортного машинобудування ім. В.О. Малишева давала позитивні результати у впровадженні нових високотехнологічних розробок у виробничий процес. Тематами науково-дослідного сектору кафедри ТОЕ

наприкінці 1970-х – на початку 1980-х рр. були: дослідження елементів та пристроїв управління перспективних дизель-генераторів, розробка та дослідження пристроїв розподілення навантажень при паралельній роботі дизель-генераторів, розробка та дослідження пристроїв управління паливоподачею та повітропостачанням дизель-генераторів, розробка принципів, датчиків та схем безрозбірної діагностики дизель-генераторів [225, арк. 27–29]. Проводили наукові дослідження в цьому напрямі й учені А.М. Борисенко і В.П. Самсонов [306, арк. 5].

У середині 1970-х рр. колектив кафедри ТЗЕ ЛПІ під керівництвом О.І. Шегедіна посилив науково-дослідну роботу за напрямом автоматизації та використання машинних методів аналізу складних електричних та електронних кіл [259, арк. 4–8]. Так, у межах співробітництва із науково-виробничим об'єднанням «Електронпроект», було створено комплекс машинних програм для проектування аналогових вузлів контрольно-вимірювальної апаратури, програми моделювання багатополіосника дробово-раціональними функціями, програми аналізу усталених і перехідних режимів електронних кіл при живленні від імпульсних джерел [310, с. 43].

У 1986 р. кафедру ТЗЕ ЛПІ очолив В.С. Перхач. Він продовжував розвивати основний напрям наукових досліджень кафедри в галузі математичного моделювання процесів у складних електротехнічних пристроях. Учений модернізував методологію і теорію електроенергетичних систем і мереж, адаптувавши класичні моделі двигунів і генераторів до цифрового моделювання з урахуванням їх нелінійних властивостей, розвинув теорію аналізу режимів систем і мереж на підставі еквівалентних перетворень, контурних потужностей, розщеплення мережі, продовжував науковий напрям трансфігурації електричного кола, започаткований на кафедрі С. Фризе [35, с. 9–10].

Наукові пошуки кафедри ТОЕ КПІ у 1970–1980-х рр. у рамках роботи НДЛ під керівництвом І.М. Чиженка, продовжував В.І. Сенько який займався дослідженням та проектуванням напівпровідникових

перетворювачів модуляційного типу. Високоєфективні методи ідентифікації електротехнічних об'єктів різної природи створював А.М. Сильверстов [185; 219, арк. 10–12]. Розробки вчених знайшли широке впровадження в електрометалургійній, електрохімічній та електротранспорті промисловості. У 1982 р. науковці кафедри І.М. Чиженко, В.І. Сенько В.С. Руденко за видання підручника «Основи перетворювальної техніки» отримали Державну премію УРСР в галузі науки й техніки [109].

Отже, у період 1970–1990 рр. в академічних установах УРСР електротехнічного профілю та ВТНЗ діяли традиційні наукові школи, що продовжували поглиблення та диференціацією теоретичних досліджень. Згодом, пристосовуючись до періоду наростання кризових процесів 1980-х рр. учені прагнули зробити найкоротшим шлях від фундаментальних досліджень до їх практичного застосування, намагалися зберегти умови для плідного розвитку теоретичної науки.

Так ученими ІЕД АН УРСР було розроблено теоретичні основи й методи підвищення надійності роботи електроенергетичних систем із застосуванням уже нових принципів релейного захисту та автоматичного керування (І.М. Сирота), розпочато теоретичні дослідження високовольтних вимірювальних перетворювачів струму та напруги (Б.С. Стогній), розвинуто теорію квазіаналогового моделювання та започатковано нову академічну установу – ІІМЕ АН УРСР (Г.Є. Пухов), розроблено теорію багатофазних кіл із незворотними властивостями (А.К. Шидловський). Тривала наукова робота і на кафедрах ВТНЗ. Так дослідженням елементів та пристроїв управління перспективних дизель-генераторів займалися вчені кафедри ТОЕ ХІІ (В.Л. Бенін, А.М. Борисенко, В.П. Самсонов), під керівництвом В.С. Перхача в ЛІІ розвивався напрям математичного моделювання процесів у складних електротехнічних пристроях та колах, дослідженням напівпровідникових перетворювачів займалися вчені КІІ (І.М. Чиженко, В.І. Сенько).

3.3. Становлення теоретичної електротехніки як навчальної дисципліни

Уже на початку 1950-х рр. розбіжності двох базових підходів до рішення електротехнічних задач та розкриття електромагнітних явищ знайшли дисциплінарне виокремлення у двох розділах ТОЕ:

– у ТЕК використовувалися інтегральні величини, що характеризують роботу пристроїв у цілому;

– у ТЕП використовувалися диференціальні поняття, що характеризують стан того чи іншого матеріалу в різних складових частинах пристроїв.

Характерною ознакою початку 1960-х рр. було розроблення нових методологічних підходів до змістовності курсу «Теоретичні основи електротехніки» (ТОЕ) та початком усебічного переосмислення викладання дисципліни професорсько-викладацьким складом профільних електротехнічних осередків РС. Дискусія про наповнення дисципліни, методи викладання, послідовність формування розділів розвивалася на сторінках найстарішого та найавторитетнішого журналу «Електрика» впродовж 1963–1964 рр. [15; 27; 99; 299; 315].

У матеріалах та оглядах ученими було поглиблено та охарактеризовано основні проблемні моменти викладання базового теоретичного курсу при підготовці інженера-електрика, а саме – недостатня кількість годин для викладання великого теоретичного матеріалу, невикористання машинної техніки на всіх етапах вивчення курсу, слабкий зв'язок із професійним напрямом студента при вивченні ним подальших спеціалізованих курсів.

У результаті плідного та всебічного обговорення було вжито таких заходів: спеціалізованим кафедрам ВТНЗ рекомендовано забезпечити диференціальну спрямованість курсу ТОЕ для конкретної спеціалізації студентів, що навчаються в інституті за різними електротехнічними профілями. Наприклад, для студентів-енергетиків треба було поглибити

вивчення матеріалу стосовно розрахунку складних кіл, трифазних кіл, перехідних процесів у колах із зосередженими та розподіленими параметрами, а для студентів електронного профілю – викладання розділів для розрахунку перехідних процесів з імпульсним впливом, нелінійних кіл та теорії електромагнітного поля, зокрема у вивченні особливостей роботи резонаторів та хвилеводів.

Кафедрам слід було почати застосовувати можливості простих обчислювальних машин при виконанні завдань на практичних заняттях та для типових розрахунків курсу. Рекомендувалося розробити на профільних кафедрах базові теоретичні спеціальні дисципліни, що були б логічним продовженням та подальшим розвитком курсу ТОЕ в спеціалізованому напрямі кафедри. Також слід було обов'язково зберегти та покращити плідний зв'язок із базовим теоретичними дисциплінами у ВТНЗ, на основі яких викладався курс ТОЕ – це курси фізики та вищої математики.

У 1970-ті рр. робота В.Л. Беніна на посаді завідувача кафедри ТОЕ ХПІ сприяла розвитку та збільшенню навчального навантаження кафедри (з 14800 год/уч. рік до 17800 год/уч. рік). Викладачами кафедри під його керівництвом було видано 20 методичних вказівок з проведення практичних занять по курсам «Теоретичні основи електротехніки» та «Теорія поля». Ці вказівки допомагали молодим викладачам кафедри готуватися та проводити свої перші заняття [191, арк. 81–83]

Слід підкреслити вагомий внесок ученого у модернізацію та вдосконалення основного лекційного курсу кафедри – курсу ТОЕ. В.Л. Бенін викладав цей курс, як базовий фундамент для подальшого розуміння фізичної картини в електричних установках та пристроях. Тому вивчення цієї дисципліни, на його думку, було першим і дуже важливим кроком на шляху до глибокого розуміння фізики електричних явищ, дослідження процесів їх перебігу та вміння управляти ними, виходячи з інженерно-технічних потреб. Подальше вивчення спеціальних дисциплін на основі теоретичної електротехніки та плідна практична робота були

невід'ємною складовою у процесі підготовки майбутнього інженера-електрика.

Лекційний курс для студентів-електриків трьох електротехнічних факультетів ХПІ (електроенергетичного, електромашинобудівного та факультету автоматики та приладобудування) В.Л. Бенін удосконалював упродовж всієї викладацької роботи в інституті. Його глибокі знання предмету, проста й зрозуміла манера викладання, висока вимогливість до студентів збирали повні аудиторії під час проведення лекцій та принесли йому славу педагога з великої літери [306, арк. 2–4].

Також у цей період відбулася модернізація лабораторних стендів кафедри, які були укомплектовані новими приладами та обладнанням. У зв'язку з цим розроблені чотири нові лабораторні роботи, сім робіт – повністю оновлені. В.Л. Бенін переробив п'ять розрахунково-графічних робіт з усіх частин базового курсу кафедри [221, арк. 5–6].

Удосконалювались лабораторна база і навчальний процес на інших профільних кафедрах ВТНЗ УРСР. Лабораторні стенди кафедри ТОЕ КПІ було доповнено новими навчально-дослідними стендами із сучасним вимірювальним устаткуванням [109].

Під керівництвом Л.В. Буштяна на кафедрі ТОЕ ОПІ тривала наполеглива праця із вдосконалення методичної майстерності молодих викладачів, оновлювались лабораторні стенди, проводилась методична робота з розширення дисциплін електротехнічної спрямованості [50, арк. 2; 52, арк.4].

О.І. Шегедін керував також реорганізацію старих та створенням нових лабораторій кафедри ТЗЕ ЛПІ . На оновленій енергоощадній стендовій базі були реконструйовані лабораторія теоретичної та загальної електротехніки та лабораторія електричних машин, а також споруджена лабораторія промислової електроніки. Було започатковано комп'ютеризацію навчального процесу та розроблено відповідне методичне забезпечення [310, с. 42].

Тривала методична робота викладачів над підвищенням рівня викладання базових дисциплін. Кафедри оновлювали науково-методичну літературу, видавали розширені конспекти до лекційних курсів, а також видавали оновлені матеріали з виконання розрахунково-графічних та лабораторних робіт з ТОЕ [259, арк. 39–41].

З метою вдосконалення навчального процесу, впровадження принципів наукової організації праці та подальшого підвищення якості спеціалістів з вищою освітою, Міністерством вищої та середньої спеціальної освіти УРСР було видано наказ № 30 від 05.05.1968 р. «Про організацію опорних кафедр у вузівських центрах УРСР» [169, арк. 1–3]. Опорні кафедри визначалися з числа провідних кафедр регіону, укомплектованих досвідченими та кваліфікованими викладачами. Вони створювались як центри узагальнення передового досвіду викладання загальнонаукових і загальнотехнічних дисциплін, організації навчально-виховної роботи серед студентів відповідних напрямів усіх ВТНЗ. На базі таких спеціалізованих кафедр проводились широкі обговорення навчальних програм та робочих планів профільних технічних дисциплін, змісту лекцій, практичних та лабораторних занять з урахуванням сучасного розвитку науки й техніки, особливостей методик викладання відповідних дисциплін.

У Харківському регіоні однією з опорних кафедр у своєму напрямі була кафедра ТОЕ ХПІ [168, арк. 2–4]. В.Л. Беніним та викладачами кафедри були розроблені методичні матеріали за змістом окремих розділів курсу ТОЕ, проводилися семінари та відкриті лекції (з обов'язковим широким обговоренням) для викладачів профільних Харківських вузів. У цей період В.Л. Бенін також став членом науково-методичної комісії Мінвузу УРСР. Він брав участь у розробці рекомендацій за новими навчальними планами курсу теоретичних основ електротехніки, складанні завдань дня контрольних робіт та організації республіканських олімпіад.

У травні 1978 р. на базі кафедри була організована та проведена республіканська нарада з ТОЕ. Головуючим на нараді став керівник кафедри ТОЕ КПІ І.М. Чиженко. Слід зазначити, що становлення курсу ТОЕ в різних ВТНЗ УРСР відрізнялось і фактично залежало від спеціалізованого напрямку того чи іншого навчального закладу. Під керівництвом В.Л. Беніна кафедра ТОЕ ХПІ, базуючись на класичних розділах курсів вищої математики та фізики, представила учасникам наради свій підхід до комплексного формування навчальної програми курсу ТОЕ, який був розділений на три основні частини, тісно переплітався з практичними та лабораторними заняттями та мав обов'язковий набір розрахунково-графічних завдань для студентів. Таким чином, проведення наради, обмін досвідом, обговорення різних питань стало корисним для викладачів кафедр ТОЕ ВТНЗ УРСР. Її учасники позитивно оцінили вклад науковців ХПІ в методичну та практичну роботу, спрямовану на удосконалення навчального процесу [221, арк. 10–12].

У середині 1980-х рр. настала потреба у модернізації курсу ТОЕ у зв'язку зі зменшенням кількості годин на вивчення навчальної дисципліни та диференціацією інформаційної спрямованості за спеціальностями приладобудівного профілю. Новий курс «Теорія електричних та магнітних кіл» (ТЕМК) було розроблено провідним викладачем кафедри ТОЕ ХПІ Д.С. Колобковим. Модернізований курс дозволив на базі єдиного методичного підходу до аналізу проходження сигналів крізь електричне коло, що ґрунтується на використанні спектральних методів часового, частотного та операційного аналізу, поєднати викладання основних положень як теоретичної електротехніки, так і важливих для приладобудівних спеціальностей основ теорії автоматичного управління та регулювання [25, с.6].

На кафедрі ТЗЕ ЛПІ під керівництвом В.С. Перхача було розроблено теоретичні та методологічні основи нових дисциплін «Математичні задачі електроенергетики» та «Обчислювальна техніка в електроенергетичних

розрахунках», у яких були викладені математичні моделі аналізу і оптимізації, оцінки надійності процесів і режимів електроенергетичних систем, закладені основи теорії подібності й моделювання, розроблені методи та засоби аналогового та фізичного моделювання [35, с.11].

Таким чином, поступове становлення ТОЕ як навчальної дисципліни, з остаточним розподілом на два окремі розділи ТЕК та ТЕМ, відбулося на початку 1950-х рр. Створення опорних кафедр у провідних обласних центрах сприяло підвищенню методичного рівня викладання ТОЕ на профільних кафедрах. У наступні роки виникли питання забезпечення диференціальної спрямованості курсу ТОЕ для конкретної спеціалізації студентів, що навчаються в інституті за різними електротехнічними профілями. У середині 1980-х рр. розпочалася комплексна модернізація лекційного курсу ТОЕ, розроблення на його основі нових навчальних дисциплін, оновлення методичного та лабораторного практикуму.

Висновки до третього розділу

Отже, у період 1950–1990 рр. поступово відбувався розвиток прикладних математичних методів теоретичної електротехніки в закладах вищої освіти та академічних установах УРСР. Провідні школи з теоретичної електротехніки розпочали загальні наукові пошуки, пов'язані із розробкою аналітичних та експериментальних методів аналізу та синтезу пристроїв та систем. Спільна плідна праця вчених із вирішення загального питання створення теоретичного підґрунтя для проектування, аналізу, розрахунку складних електричних кіл, що склалися з багатополіосників, успішно була реалізована представниками електротехнічної школи ЛПІ (Е.В. Зелях, Г.Є. Пухов, Ю.Т. Величко, Б.І. Блажкевич, В.П. Сигорський). Створення НДС і НДЛ на спеціалізованих кафедрах ЛПІ та КПІ сприяло розвитку наукових шкіл Т.П. Губенка та І.М. Чиженка. Науковий доробок учених кафедри ТОЕ ХПІ сприяв розвитку перспективних досліджень зі створення теоретичних основ процесу МІОМ та удосконалення методів

розрахунку радіального розподілу струму в складних електротехнічних системах. На базі електротехнічних інститутів АН УРСР розвивались теоретичні основи й методи підвищення надійності роботи електроенергетичних систем із застосуванням нових принципів релейного захисту та автоматичного керування (І.М. Сирота), теорія та принципи побудови високонадійних регульованих пристроїв для симетрування режимів роботи багатофазних систем при несиметричних навантаженнях (О.М. Мілях), теорія квазіаналогового моделювання (Г.Є. Пухов), розробка сучасної кабельно-провідникової продукції (А.А. Щерба), створення узагальнювального підходу до побудови та дослідження перетворювачів (К.О. Липківський), роботи із теоретичного обґрунтування комплексних методів розрахунку електромагнітних кіл у нелінійних середовищах (О.В. Тозоні) тощо.

На початку 1980-х рр. завдяки багаторічній плідній праці Г.Є. Пухова в напрямі розвитку теорії розрядно-аналогового моделювання було створено ПІМЕ АН УРСР, що посів провідне місце в галузі теоретичного обґрунтування методів електронного та математичного моделювання, а на базі інституту виникла потужна наукова школа.

Також у 1960–1990 рр. розпочався етап модернізації класичного курсу ТОЕ в напрямі посилення спеціалізації студентів, які навчаються в інституті за різними електротехнічними профілями. Детально проаналізовано процес суттєвих змін і перетворень класичного курсу у ВТНЗ, виходячи з вимог підготовки інженерів і фахівців на різних етапах розвитку наукового й промислового комплексу країни.

РОЗДІЛ 4

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ТЕОРЕТИЧНОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ В УМОВАХ СОЦІАЛЬНО-ПОЛІТИЧНИХ ЗМІН В УКРАЇНІ (1991 р. – початок ХХІ ст.)

4.1. Розбудова та пошук нових організаційних форм розвитку електротехнічної науки в академічних установах України

Політична криза кінця 1980-х рр. призвела до розпаду СРСР та створення з окремих республік самостійних незалежних держав. Таким чином, розрив тісних економічних, виробничих та наукових зв'язків між підприємствами та закладами колишніх республік СРСР потребував перетворення та перебудови потужного промислового комплексу України, постановки нових економічних, технічних та наукових завдань.

Слід зазначити, що становлення й розвиток української наукової школи з теоретичної електротехніки в перші роки незалежності нашої держави були тісно пов'язані з досягненнями вчених провідних наукових установ УРСР наприкінці 1980-х рр.[326, с. 248–251]. Високий науковий рівень теоретичних досліджень, їх актуальність, комплексність, повна практична реалізація та міцний зв'язок із нагальними запитами електроенергетичної галузі характеризували діяльність учених-електротехніків упродовж останніх п'ятдесяти років [173, с. 4–6]. Тому в складних економічних та політичних умовах початку 1990-х рр. наукові колективи намагалися зберегти та розвинути накопичений інтелектуальний капітал з урахуванням нових практичних потреб України.

Історичний розвиток теоретичної електротехніки в періоді з 1991 р.– початок ХХ ст. слід розглядати в контексті паралельного розвитку двох основних наукових рівнів: перший рівень – це діяльність академічних наукових шкіл у системі Національної Академії Наук (НАН) України, а саме в Інституті електродинаміки, Інституті проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова та ДУ «Інституті технічних проблем магнетизму НАН України», другий рівень – це

діяльність науково-педагогічних шкіл у системі вищої професійної технічної освіти, що представлена фундаментальними роботами вчених таких ВТНЗ України, як НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського» (НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського»), НУ «Львівська Політехніка» (НУ «ЛП»), НТУ «Харківський політехнічний інститут» (НТУ «ХПІ»), НТУ «Дніпровська політехніка» (НТУ «ДП») та Одеський національний політехнічний університет (ОНПУ) тощо.

Найпотужнішим центром електротехнічної науки у перші роки незалежності залишався ІЕД НАН України. Дослідження науковців установи були тісно пов'язані з інноваційними електротехнічними розробками. Різноманітність наукових напрямів ІЕД НАН України повною мірою відображено у великій кількості його підрозділів та в кожному з них, за допомогою залучення методів теоретичної електротехніки учені досягли значних успіхів [366, с. 20–21].

На початку 1992 р. у структурі Інституту налічувалось 23 наукових відділи й 34 наукових лабораторії, що входили до складу наукових відділів, а також науково-експериментальне відділення. У перші роки незалежності керівництво інституту сконцентрувало основні сили наукового колективу та матеріально-технічні засоби усіх лабораторій на подальшому розвитку фундаментальних досліджень, що були затверджені постановою загальних зборів ОФТПЕ АН України від 12–13 листопада 1991 р. [74, арк. 3], а саме:

- перетворення та стабілізація параметрів електромагнітної енергії;
- підвищення ефективності і надійності процесів електромеханічного перетворення енергії;
- аналіз, оптимізація і автоматизація режимів електроенергетичних систем і їх елементів;
- інформаційно–вимірювальні системи і метрологічне забезпечення в електроенергетиці;
- комплексні енергетичні системи з відновлювальними джерелами енергії.

У період 1991–1995 рр., на етапі формування нових завдань АН України, у відділі оптимізації систем електропостачання ІЕД НАН України під керівництвом В.Г. Кузнецова були розроблені математичні моделі аналізу частотних характеристик трифазних систем з несиметричною структурою, запропоновані нові схематичні рішення силових багатофазних фільтрів [75, арк. 7]. Також розроблені методи, алгоритми й програми аналізу й оптимального керування режимами енергосистем з урахуванням показників якості електроенергії. Слід зазначити, що розробка нових підходів і методів аналізу та оптимізації режимів роботи складних енергосистем була обумовлена сучасним етапом розвитку електроенергетичного сектору, для якого характерним було безперервне зростання питомої ваги та енергоємності споживачів з підвищеною відповідальністю їх функціонування, а саме – використання засобів цифрової електронної техніки, що вимагало виконання умов електромагнітної сумісності та надійності [139; 140].

Науковці відділу електрофізики перетворення енергії на чолі з Ю.П. Ємцем провели аналітичні дослідження формування сил у діелектричній системі, що складається з двох паралельних один одному довгих циліндрових тіл кругового перерізу, розташованих в однорідному поперечному електричному полі. Також вони розглянули вплив локальних сил на циліндрові поверхні та проаналізували вплив сил при загальних припущеннях відносно геометричних характеристик системи та її фізичних параметрів [75, арк. 9]. Математичну модель та числовий алгоритм для розрахунку взаємообумовленого розподілу електромагнітного поля в масивних струмопроводах в перехідному режимі було розроблено науковою групою відділу на чолі з В.Т. Чемерисом [76, арк. 11].

У відділі регулювання параметрів електричної енергії під керівництвом К.А. Липківського була розроблена універсальна інженерна методика точного розрахунку й аналізу перехідних і усталених електромагнітних процесів та енергетичних характеристик багатофункціональних імпульсних

перетворювачів змінної напруги в електричних колах першого і другого порядку [77, арк. 10]. Ця методика дозволила запропонувати та реалізувати багато оригінальних схемотехнічних рішень, частина яких нашла масове впровадження. Зокрема були розроблені спеціальні фільтри-стабілізатори, що відзначалися високим рівнем електромагнітної сумісності з низьковольтною розподільчою мережею живлення [372, с. 12].

Учені відділу перетворення та стабілізації електромагнітних процесів під керівництвом академіка А.К. Шидловського розробили новий підхід до аналізу електромагнітних процесів у трифазних чотиривідних системах з нелінійними навантаженнями та визначили доцільні області застосування різних моделей мереж низької напруги з нелінійними навантаженнями [77, арк. 6]. Провели повний аналіз впливу випрямного навантаження на форму кривих струмів і напруг з урахуванням параметрів мережі [369].

У відділі стабілізації параметрів електромагнітної енергії В.С. Федій провів велику низку теоретичних та експериментальних досліджень електромагнітних процесів у послідовному RLC-контурі, доповненому реверсивним вентильним комутатором у колі з реактивних елементів, що дало змогу запропонувати ряд нових пристроїв для підвищення якості електричної енергії в автоматичних та промислових системах електропостачання [78, арк. 10].

Зазначимо, що на відміну від теорії перехідних та усталених електромагнітних процесів в електричних колах, що містять реактивні і ключові елементи, теорія електромагнітних процесів в одно – і багатофазних колах, що містять послідовний RLC-контур і ключовий комутатор у колі одного з реактивних елементів (ємності або індуктивності контуру), потребувала додаткових, поглиблених досліджень. Вона мала низку проблем у загальних випадках, але її доцільно було застосовувати з точки зору теоретичної електротехніки, оскільки це надавало нові можливості зі створення перспективних технічних засобів для підвищення якості електричної енергії, розроблення нових підходів при створенні джерел

живлення технологічних установок, зарядних пристроїв для індуктивних (ємнісних) накопичувачів енергії, а також нових технічних засобів для підвищення якості електричної енергії [183].

Роботи відділу автоматизації електричних систем на чолі з Б.С. Стогнієм розвивали напрям досліджень перехідних та усталених режимів роботи трансформаторів струму при детермінованих, квазітермінованих та стохастичних вхідних сигналах. Ученими відділу були розроблені науково–методичні основи проектування високоточних високовольтних трансформаторів струму з використанням нових магнітних матеріалів і електронних схем корекції похибок. Такі трансформатори струму відповідали сучасним світовим тенденціям технологічного розвитку, міжнародним нормам і стандартам та були сумісними з цифровими системами керування електромережею [314, с. 42–43].

У роботах Ю.М. Гориславця було виявлено основні фізичні закономірності періодичної дії електромагнітного поля на рідкий метал з метою створення нового класу ефективних систем дозування, а також розвинута теорія математичного і фізичного моделювання електромагнітних та магнітодинамічних процесів з технології дозування рідких металів. Ця теорія мала важливе значення для розвитку металургійної промисловості України в контексті рішення таких задач як підвищення якості виплавлувальних металів та сплавів, отримання матеріалів з наперед заданими властивостями та очистки розплаву від неметалічних домішок і включень [77, арк. 11].

У 1997 р. командою науковців на чолі з Ю.П. Ємцем було розроблено розрахунково-теоретичну модель розрахунку зовнішнього електромагнітного поля, створеного багатофазною системою дротів, засновану на мультипольному уявленні системи змінних струмів. Проведено аналіз на розподіл поля магнітних та електричних моментів різних порядків [79, арк. 11].

В цьому ж році А.А. Щербою були досліджені особливості силової дії змінного та імпульсного електромагнітного полів на метал, що знаходиться в рідкому стані або на стадії кристалізації. Учений сформулював вимоги до особливостей побудови напівпровідникових перетворювачів та систем електроживлення [79, арк. 10].

У 1998 р. науковці відділу перетворення та стабілізації електромагнітних процесів розвинули теорію електромагнітних процесів в індукційних технологічних установках для електромагнітної обробки металів та сплавів і удосконалили методи розрахунку електромагнітного поля та параметрів таких систем. Експериментально визначили характеристики силової та теплової дії електромагнітного поля на метал, з'ясували взаємний вплив параметрів індукційних пристроїв та електричної мережі [80, арк. 7–9].

Слід зауважити, що 1990-ті рр. були критичним для розвитку української академічної науки, в тому числі й теоретичної електротехніки, тому що на той час була відсутня державна програма розвитку науки в цілому, що призвело до падіння престижу праці науковців та не забезпечувало належних умов для припливу талановитої молоді в наукові заклади НАН України. Відсутність коштів для передплати вітчизняних та зарубіжних науково-технічних видань, призвела до повної інформаційної блокади й зниження рівня наукових досліджень. Також через велику вартість друку стала практично неможливою підготовка та видання провідними вченими інституту узагальнюючих монографій, що згубно впливало на стан наукових досліджень в Україні [78, арк. 37].

Важливим поштовхом для розвитку української наукової школи та модернізації промислового сектору країни стало прийняття Верховною Радою 11 липня 2001 р. закону України № 2623–III «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» [65]. Цей закон визначив правові, фінансові та організаційні засади цілісної системи формування та реалізації пріоритетних напрямів розвитку наукового й технічного потенціалу країни. А з семи пріоритетних напрямів, що першочергово мали бути реалізовані в

Україні, для розвитку напряму електротехнічних досліджень велике значення мали напрями підтримки фундаментальних досліджень з найважливіших проблем природничих наук, та підтримки новітніх технологій в енергетиці, промисловості та аграрному секторі.

У період з 1999 по 2001 рр. науковими відділами ІЕД НАН України було проведено аналіз кіл синусоїдального струму з навантаженнями, що нелінійно залежать від електричних параметрів та температури [81; 82; 83]. Під керівництвом Е.М. Чехета було розроблено різноманітні оригінальні силові схеми й системи керування безпосередніми перетворювачами частоти, які завдяки їх топології стали називати матричними перетворювачами [82, арк. 9]. Завдяки своїй структурі вони могли конкурувати з іншими перетворювачами частоти й мали ряд переваг через те, що були одноступеневими, потребували мінімум пасивних реактивних компонентів, забезпечували двосторонній потік енергії, відрізнялися високою питомою потужністю та високою швидкодією.

Науковцями відділу на чолі з К.О. Липківським було розроблено оригінальну методику розрахунку миттєвих та інтегральних значень струмів, напруг і енергетичних показників імпульсних перетворювачів напруги довільної періодичної форми в ланцюгах високого порядку за допомогою рівнянь другого порядку шляхом декомпозиції та матричного припасування, [81, арк. 10; 372].

У 2001 р. Н.А. Шидловською розвинуто теорію аналізу нелінійних електричних кіл з тепловими втратами. Проаналізовано можливість використання форм запису A, Y, Z, H параметрів для нелінійних чотиріполюсників [83, арк. 6]. Слід зазначити, що в багатьох напрямках теоретичної електротехніки велика увага приділялася дослідженням явищ, що ґрунтуються на вивченні нелінійності. Це можна пояснити тим, що сучасні технічні пристрої найчастіше базуються на використанні нелінійних фізичних явищ, а також тим, що при більш жорстких конструктивних та експлуатаційних вимогах система, аналіз якої був можливий раніше в межах

лінійної теорії, виявляє такі властивості, для дослідження яких необхідно враховувати нелінійність характеристик її елементів у реальних умовах функціонування. Розвитку високоефективних числових методів аналізу нелінійних електричних кіл сприяло використання комп'ютерної техніки та прикладних комп'ютерних програмних пакетів [365].

У тому ж році під керівництвом А.К. Шидловського почались розробки аналітичної методики синтезу схем нового класу електричних кіл коригуючих пристроїв із урахуванням апріорної умови активного вхідного опору на основі реактивних та ідеальних чотиріполюсників. Уперше були одержані структури, схеми, параметри елементів електричних кіл коригуючих пристроїв з урахуванням однофазного активного вхідного опору для стаціонарних і нестаціонарних навантажень постійного струму та нелінійних навантажень [83, арк. 7].

З 2002 р. подальший розвиток отримали теоретичні дослідження перехідних та усталених режимів у послідовному контурі з реверсивним комутатором у колі ємності (індуктивності) [84, арк. 7; 14]. Були розроблені нові критерії оцінки тривалості перехідних процесів у контурі з комутатором, що враховують параметри як контуру, так і комутатора, а також варіант його ввімкнення в контур. Визначено умови, при яких традиційний резонансний фільтр неосновної гармоніки, доповнений комутатором в колі ємності (індуктивності) перетворюється по відношенню до мережі на моногармонійний фільтр напруги або струму з постійною амплітудою та регульованою фазою. Уперше досліджено вплив коливань частоти мережі, параметрів контуру та комутатора, а також варіант його ввімкнення на амплітуду або фазу вищої гармоніки напруги (струму) на вході активного фільтра. Були отримані нові аналітичні залежності, що описують режими періодичності та биття кривих напруги (струму) на вході та виході комутатора залежно від частоти керування ключами комутатора [84, арк. 9].

На основі узагальненого аналізу силової та теплової дії електричного та магнітного полів, процесів накопичення електричного заряду та протікання

нестационарних струмів у гетерогенних середовищах складної структури з різною електропровідністю, А.А. Щербою виявлено нові залежності між електричними та технологічними параметрами досліджуваних електротехнологічних систем обробки гранульованих, дисперсних та рідких двофазних середовищ, удосконалено математичні та фізичні моделі таких систем, визначено енергетично та технологічно ефективні режими електромагнітної обробки різномірних матеріалів [84, арк. 12; 381]. Були розроблені теоретичні принципи побудови та стабілізації параметрів системи електроіскрового диспергування шару струмопровідних матеріалів для отримання мікро– та нанопорошків металів і композитів [379, с. 3–4].

У 2003 р. науковцями відділу перетворення та стабілізації електромагнітних процесів уперше запропоновано розширену математичну модель та методику визначення параметрів схеми заміщення мережі низької напруги, що враховують всі параметри мережі та навантажень, а також алгоритми функціонування засобів нормалізації параметрів електричної енергії [85, арк. 6]. За допомогою засобів схемотехнічного моделювання було отримано нові кількісні характеристики результатів фільтрації вищих гармонік у мережах низької напруги з нелінійними навантаженнями. Окрім того, вперше в Україні проведено аналіз електромагнітних процесів у системах трифазних моногармонійних активних фільтрів вищих гармонік стуму для автономних та загальнопромислових мереж електропостачання з нелінійними навантаженнями. У результаті отримано якісні характеристики ефективності зазначеної фільтрації, як при ідеальних так і при реальних параметрах реактивних і ключових елементів, що входять до схеми фільтрів, а також аналітичні висновки для оцінки впливу добротності силових елементів схеми на гармонійний склад струму на вході фільтра. За результатами проведених досліджень розроблено рекомендації щодо використання цих фільтрів у трифазних мережах низької напруги [85, арк. 28].

Запропоновані А.П. Ращепкіним методики розрахунку електромагнітних та температурних полів у металевій стрічці, а також електричних параметрів, енергетичних характеристик та оптимальних геометричних розмірів струмових контурів канонічної форми були рекомендовані для потреб технології індукційної термообробки тонкого металевого прокату [86, арк. 8; 90, арк. 12].

Важливою для розвитку теоретичної електротехніки виявилася програма розрахунку магнітних полів розроблена М.В. Мисловичем. Ці розрахунки базувалися на асимптотичному представленні розв'язку і дозволили враховувати геометричні властивості струмових контурів просторової конфігурації. Також встановлено межі та ефективність використання запропонованих програм розрахунку для визначення електромагнітних полів та щільності потоку електромагнітної енергії в провідне середовище [86, арк. 9].

Слід зазначити, що в Україні тривалий час було відсутнє виробництво конкурентно-спроможної кабельно-провідникової продукції. Більшість кабельних ліній використовували застарілі конструкції кабелів з паперово-масляною ізоляцією, що вичерпали свій ресурс, мали великі втрати електроенергії та низькі експлуатаційні показники. У результаті співпраці науковців ІЕД НАН України під керівництвом А.А. Щерби та заводу «Південкабель» м. Харків, була розроблена вітчизняна технологія виготовлення кабелів із силанольнозшитю поліетиленовою ізоляцією на напругу до 1кВ, 10 кВ [88, арк. 8].

Для підвищення якості ізоляції та конструкції кабелів були розроблені методи та тривимірні комп'ютерні моделі для аналізу електричних і температурних полів у зшитій поліетиленовій ізоляції з урахуванням гетерогенних включень. Оскільки найбільш руйнівні електрофізичні процеси в ізоляції виникають при одночасній дії електричного поля та води у зонах біля струмопровідної жили, де напруженість поля є найвищою, науковцями інституту були запропоновані конструктивні та технологічні рішення для

зменшення цих локальних перенапружень і блокування доступу вологи в ізоляцію крізь жилу [382].

З квітня 2012 р. колектив ІЕД НАН України зосередив зусилля на подальшому розвитку фундаментальних і прикладних досліджень в галузі фізико-технічних проблем енергетики за напрямками, затвердженими Постановою Президії НАН України № 67 від 28 березня 2012 р. [94, арк. 4]:

- перетворення й стабілізація параметрів електромагнітної енергії;
- системи та комплекси електромагнітного перетворення енергії;
- режими енергетичних об'єктів та системи керування ними;
- інформаційно-вимірвальні системи й метрологічне забезпечення в електроенергетиці.

Учені відділу електроживлення технологічних систем О.Д. Подольцев та І.М. Кучерява досліджували сучасні підходи до моделювання процесів різної фізичної природи в електротехнічних пристроях. У наукових роботах вони розраховували імпульсні електромагнітні поля в рухомих провідниках, розробили нові математичні моделі та розвинули методи чисельного аналізу електромагнітного поля в струмопровідних середовищах зі складною структурою [95, арк. 11; 234]. Теоретично розвинули метод багатомасштабного моделювання електрофізичних процесів у неоднорідних діелектричних та провідних середовищах [95, арк. 10; 239].

Під керівництвом А.А. Щерби велися розробки методів математичного й фізичного моделювання електрофізичних процесів, що виникають у діелектричних, провідних і магнітних середовищах під дією електромагнітного поля [94, арк. 14]. У залежності від параметрів прикладеного електромагнітного впливу, розглянуті середовища можуть мати як лінійні так і нелінійні властивості, що детально описано у роботі [380].

Також основні наукові здобутки вчених та дослідників ІЕД НАН України з теоретичної електротехніки були викладені у монографіях, що висвітлювали важливі результати розвитку цього напрямку в академічному пласті наукових

досліджень [120; 138; 139; 140; 142; 165; 237; 238; ; 239; 281; 336; 359; 365; 367; 368; 369; 380; 381; 382].

При порівняльному аналізі науково-дослідної тематики монографій, виданих ученими інституту, було використано статистичний метод дослідження. Результати представлені на рис. 4.1 та 4.2.

Усі монографії науковців інституту були розділені за науковою тематикою, що характеризувала основні напрями досліджень у галузі теоретичної електротехніки, а саме – на праці, присвячені огляду основних понять і законів теорії електромагнітного поля, теорії нелінійних електричних й магнітних кіл, загальній теорії електромагнітного поля, а також на роботи присвячені електричним колам із зосередженими параметрами та електричним колам із розподіленими параметрами (рис. 4.1).

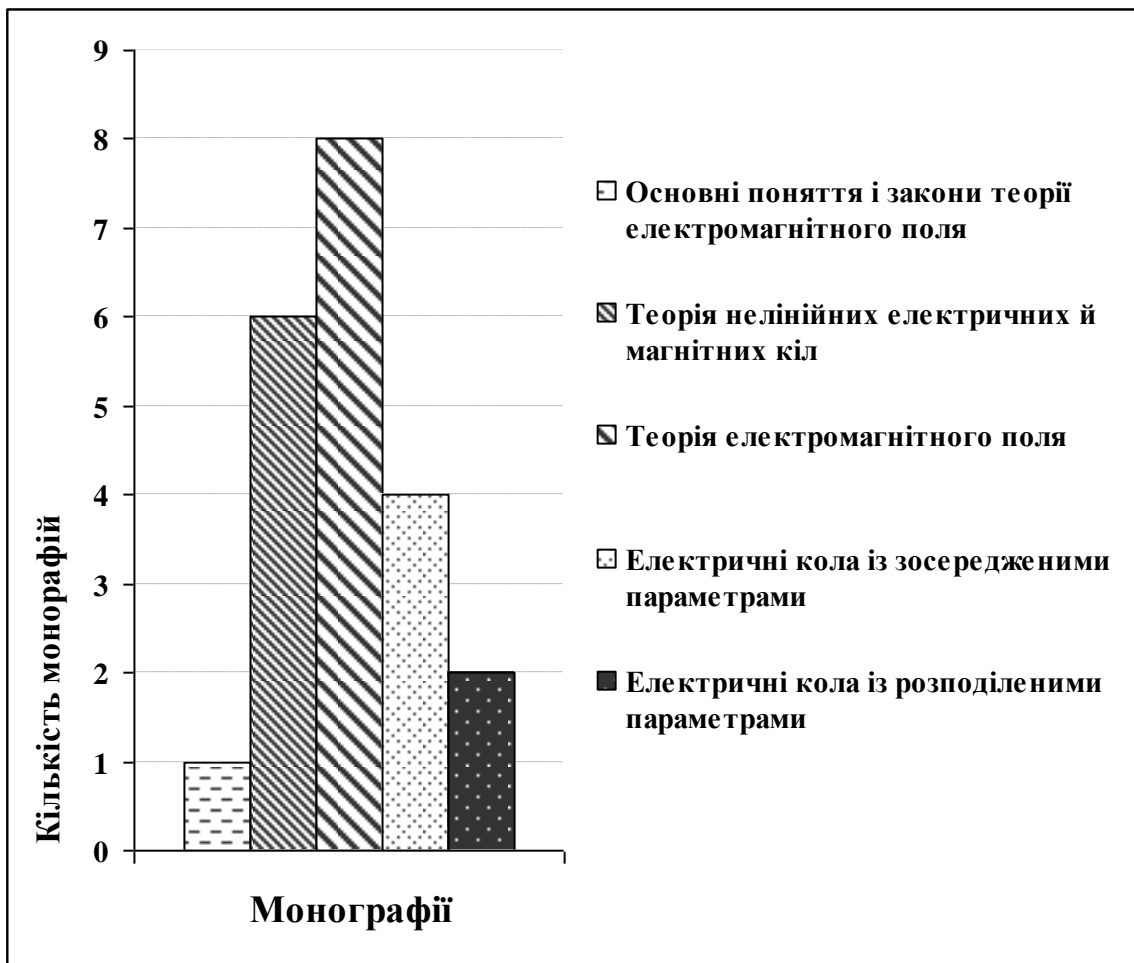


Рисунок 4.1 – Аналіз монографій виданих співробітниками ІЕД НАН України

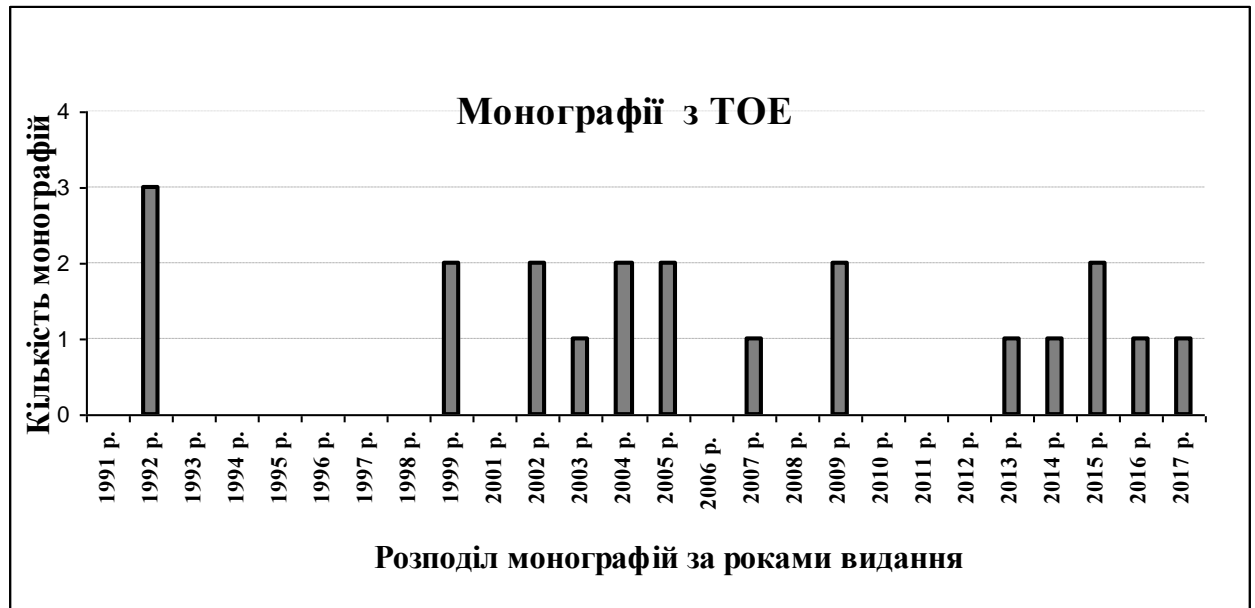


Рисунок 4.2 – Аналіз кількості монографій за роками видання співробітників ІЕД НАН України

Діаграма розподілу кількості виданих монографій за роками видання дає характеристику плідним періодам роботи науковців ІЕД НАН України (рис. 4.2). Саме період з 1999 р. по 2009 рр. виявився найбільш плідним у виданні великих наукових праць та монографій.

У роботі В.Г. Кузнецова, О.С. Григор'єва та В.Б. Данилюка «Зниження несиметрії та несинусоїдальності напруг в електричних мережах» авторами докладно розглянуті методи й засоби симетрування режимів і фільтрації вищих гармонік струму в системах електропостачання. Запропоновані методи аналізу частотних властивостей несиметричних ланцюгів у фазних симетричних та унітарних координатах дають змогу використовувати їх для розрахунку складних електричних мереж [140].

Колектив авторів на чолі з академіком А.К. Шидловським у своїй роботі «Енергетичні системи з електропередачами та вставками постійного струму» [369] розкрили питання усталених режимів електроенергетичних систем з електропередачами та вставками постійного струму, а також навели

математичні моделі аналізу режимів з оцінкою їх ефективності для різного класу задач.

Провідним науковим співробітником відділу теоретичної електротехніки ІЕД НАН України Н.А. Шидловською у монографії «Аналіз нелінійних електричних кіл методом малого параметру» наведено теоретичне узагальнення та розвиток теорії й аналітичних методів аналізу нелінійних електричних кіл сталого та змінного струмів на основі використання методу малого параметру. Авторкою розкрито можливість розрахунку нелінійних електричних кіл методом малого параметру, наведені аналітичні приклади та розрахунки [365].

У роботі «Елементи теорії та чисельного розрахунку електромагнітних процесів у провідних середовищах» [238] авторами І.М. Кучерявою та О.Д. Подольцевим були розкриті особливості побудови математичних моделей та методик розрахунку імпульсного та імпульсно-періодичного магнітних полів та їх силової дії на багатошарові пластини, металеві частини малих розмірів із магнітного та немагнітного матеріалів.

Колективом авторів на чолі з М.П. Макаренком у роботі «Моделювання мережних перетворювачів електроенергії модуляційного типу» [165] було запропоновано успішне вирішення задач проектування мережних напівпровідникових перетворювачів електроенергії, що визначається широким використанням ПЕОМ із застосуванням методів математичного й комп'ютерного моделювання та аналізу електромагнітних процесів як в їхніх силових, так і в інформаційних каналах. Дослідниками також було розглянуто метод багатопараметричних моделюючих функцій як універсальний і узагальнюючий метод комп'ютерного моделювання й аналізу електромагнітних процесів у перетворювачах електроенергії модуляційного типу.

В одноосібній монографії Н.А. Шидловської «Нелінійні кола з тепловими втратами» розглянуто процеси, що спостерігаються в нелінійних колах з тепловими втратами [367]. Авторкою детально проаналізовані кола,

нелінійність яких зумовлена залежністю опору навантаження від температури за умов променистого теплообміну, струму крізь нього або напруги на ньому. Також наведено різні способи живлення зазначених кіл, а саме від джерел постійного та змінного струму, лінійних та нелінійних.

У роботі «Теорія лінійних та нелінійних систем» авторами розглянуті лінійні ланки, що описуються диференціальними рівняннями першого та другого порядку [142]. Особлива увага науковців приділена двом вузловим питанням автоматичного керування: аналізу й синтезу автоматичних систем. Також авторами детально розглянуті нелінійні системи автоматичного керування, для аналізу яких застосовуються аналітичні, графічні, чисельні методи, а також моделювання автоматичних систем.

У спільній роботі на чолі з В.Г. Кузнецовим «Електромагнітна сумісність. Несиметрія і несинусоїдальність напруги» авторами було викладено основні принципи побудови динамічних моделей для оцінювання електромагнітної сумісності (ЕМС) по несиметрії та несинусоїдальності напруг [138]. Встановлені показники ЕМС, що відображають додатковий нагрів та скорочення терміну служби електрообладнання, а також – утрати активної потужності. Дослідниками запропоновано методи розрахунку та вимірювання динамічних показників ЕМС для різних випадків вихідного завдання.

Спільні монографії А.А. Щерби та М.М. Резинкіної присвячені моделюванню та аналізу електричних полів енергетичних об'єктів. У роботі [382] розроблена наукова концепція моделювання й чисельного розрахунку квазістаціонарних електричних полів енергетичних об'єктів у неоднорідних середовищах із гетерогенними включеннями складної форми що змінюється у часі. Наукова концепція базується на розвитку методу кінцевих об'ємів, розробці засобів для встановлення умов і анізотропних електричних параметрів на межі розподілу середовищ і межі розрахункової зони.

У монографії [381] викладено методи математичного моделювання електромагнітних процесів (ЕМП) стосовно спеціальних завдань

електротехніки та електроенергетики. Докладно описано методи розрахунку ЕМП у різнорозмірних системах. Також авторами були запропоновані методи розрахунку ЕМП систем з тонкими провідними екранами, з каналами неповних пробоїв, діелектриків та блискавки.

У роботі В.В. Кирика та В.А. Халікова «Комп'ютерні технології моделювання та дослідження електротехнічних систем» [120] науковцями розглянуто важливий напрям створення та дослідження складних електротехнічних об'єктів з використанням сучасних інформаційних технологій на основі імітаційного моделювання в програмному середовищі, наведені практичні приклади розрахунків.

Спільна робота «Багатомасштабне моделювання в енергетиці» О.Д. Подольцева та І.М. Кучерявої [239] розкриває значний комплекс питань із застосування методу багатомасштабного моделювання для вивчення електромагнітних процесів у електричних пристроях, композиційних матеріалах і біологічних об'єктах з урахуванням їхньої складної внутрішньої структури.

Авторами А.К. Шидловським, В.О. Новським та А.Ф. Жаркіним у роботі «Стабілізація параметрів електричної енергії в трифазних системах напівпровідниковими коригуючими пристроями» були розглянуті питання теорії, розробки та застосування напівпровідникових коригуючих пристроїв, зокрема багатофункціонального призначення для стабілізації параметрів електричної енергії та динамічної компенсації струмів вищих гармонік і фазових послідовностей у трифазних три- і чотири провідникових системах з несиметричними, нестаціонарними та нелінійними навантаженнями [368].

У монографії О.І. Титко та Ю.М. Васьковського [336] авторами узагальнено результати спільних наукових досліджень щодо розробки наукових основ, методів і засобів діагностики асинхронних двигунів (АС). Розглянуто різні підходи й методи до розв'язання задачі технічного контролю й діагностики ушкоджень АС. Розглянуто метод статистичної

вібродіагностики АС, що ґрунтується на використанні ймовірних діагностичних ознак.

Чергова наукова робота І.М. Кучерявої та О.Д. Подольцева «Мультифізичне моделювання в електротехніці» присвячена сучасним підходам до моделювання процесів різної фізичної природи, що одночасно відбуваються в електротехнічному пристрої та визначають його робочі характеристики [237]. Авторами представлено класифікацію мультифізичних задач в електротехніці за двома ознаками – відповідно до характеру зв'язку між різними фізичними процесами (сильнозв'язані та слабкозв'язані) та з точки зору підходів до моделювання процесів (мультифізичні, польові, мультифізичні ланцюгові та коло-польові задачі).

У монографії А.А. Щерби, О.Л. Резинкіна та М.М. Резинкіної [380] запропоновано методи математичного й фізичного моделювання електрофізичних процесів, що виникають у діелектричних, провідних і магнітних середовищах під впливом електромагнітних полів. Причому, залежно від параметрів прикладеного електромагнітного впливу, розглянуті середовища можуть мати як лінійні, так і нелінійні електромагнітні властивості. Детальні розрахунки електромагнітних полів у неоднорідних середовищах, що мають складну просторову структуру, виконані в термінах векторного магнітного, а також скалярних електричного й магнітного потенціалів. Науковцями описані передові методи синтезу діелектричних середовищ з нелінійними властивостями, а також методи визначення їх електромагнітних параметрів. Також наведено опис зразків високовольтних імпульсних генераторів, розроблених за допомогою математичного та фізичного моделювання.

Також слід приділити увагу процесу інтеграції української електротехнічної науки в світовий науковий простір [397, с. 216–218]. На підставі аналізу архівних джерел встановлено, що науковці ІЕД НАН України брали участь у міжнародних конференціях, симпозіумах; проведенні спільних наукових та експериментальних досліджень на основі

двосторонніх угод, а також у діяльності міжнародних технічних організацій; обміні науковцями за програмами стажування та науково-технічною інформацією, координації актуальних наукових проблем.

На початку 1990-х рр. було розпочато тривале двостороннє співробітництво ІЕД НАН України з Польською академією наук за темою № 12 «Розробка методів розрахунку електромагнітних полів та дослідження електромагнітних процесів в електричних машинах змінного струму та трансформаторах» [73, арк. 44–46]. На першому етапі були розроблені математичні моделі розрахунку параметрів електромагнітних полів і додаткових витрат у елементах конструкції силових трансформаторів.

З Люблінським політехнічним інститутом співпраця здійснювалась за темою «Індукційні системи в електротехнології». Розроблено основи створення індукторів та схем електропостачання до них. Створено сучасні джерела електропостачання різних типів, розроблено теорію капілярних магнітогідродинамічних течій провідникових рідин. Використання цих досягнень дозволило розробити цілу гаму пристроїв до комбінованої лазерно-індукційної системи обробки металів, а саме: плавки, різки, зварювання й термозміцнення металів. Фізична суть методів полягає в концентрації електромагнітної та світлової енергії, необхідної для локальної дії. Запропоновані методи поєднували кращі властивості й можливості засобів термічної дії на метали.

З Технічним університетом Дрездена ІЕД НАН України співпрацював за темою «Фізико-технічні проблеми енергетики» [76, арк. 32–34]. Роботи виконувались у двох напрямках:

– розробка теорії й принципів побудови систем електропостачання нових електротехнологічних установок, що забезпечують високу ефективність перетворення енергії;

– дослідження електромагнітної сумісності електроустаткування систем електропостачання енергоємних електротехнологічних процесів і розробка методів та засобів її забезпечення.

Також тривало двостороннє співробітництво з Гренобльським інститутом механіки (Франція). Сторони домовились спільно виконувати ряд теоретичних та експериментальних робіт у галузі електродинаміки суцільних рушійних середовищ та магнітної гідродинаміки. Було погоджено обмін молодими вченими (для стажування, написання статей) та спільну участь у міжнародних конференціях і семінарах.

Згідно з угодою про співпрацю з Щецинським політехнічним інститутом виконувалась розробка наукових засад створення електромеханічних систем з комп'ютерним керуванням, а також спільна підготовка студентів та науковців.

Підтримувались плідні наукові зв'язки з Нагойським університетом (Японія), що координує Японську національну програму «Використання магнітогідродинамічних (МГД) методів у металургійних електротехнологіях» [80, арк. 29–30]. Було проведено двосторонній обмін пропозиціями з питань налагодження співробітництва в галузі дослідження електродинамічних та МГД-явищ в електротехнічних пристроях, що застосовуються в металургійній промисловості.

З Технічним університетом м. Зелена Гура (Польща) уже на початку 2000-х рр. здійснювався обмін досвідом в галузі створення засобів обліку електричної енергії, а також велася спільна розробка лічильників електричної енергії різних типів та трифазних джерел змінного струму й напруги потужністю до 0,5 кВт. Також були закладені основні ідеї спільного проекту науково-технічного співробітництва за темою «Створення методів і систем моніторингу та аналізу електроенергетичного обладнання» [83, арк. 37–39]. Метою проекту було створення нових методів та інформаційно-вимірювальних систем для моніторингу та всебічного аналізу стану електроенергетичного обладнання, що давало б можливість підвищити достовірність визначення працездатності технічного обладнання або можливих дефектів.

Також розпочалася плідна робота вчених ІЕД НАН України з науково-технічною фірмою Phygen Inc. (США, м. Мінеаполіс), щодо розробки системи потужних джерел живлення для електровакуумної установки. На першому етапі науковцями було проведено інформаційний пошук прототипів обладнання та систем живлення з використанням великого інформаційного простору, що мають системи інтелектуального пошуку в США. Попереднім результатом спільної роботи за темою «Системи електроживлення вакуумного технологічного обладнання» став дослідний зразок системи живлення вакуумної установки для нанесення покриттів.

У 2005 р. почалося співробітництво з Мішкольським університетом (Угорщина) за темою «Агрегація наночасток, що формуються при хімічній та електроіскровій коагуляції». Основною метою було проведення спільних досліджень нанотехнологічних процесів та підготовка спільних наукових статей [87, арк. 48].

У період з 2005 по 2008 рр. тривало співробітництво ІЕД НАН України з університетом Ноттінгема (Великобританія) за темою «Векторне керування машиною подвійного живлення з матричним перетворювачем для відновлювальних систем генерування електричної енергії» [89, арк.29] з метою розробки й практичного дослідження ефективних алгоритмів керування системою генерування електроенергії на основі машини подвійного живлення з матричним перетворювачем. На кінцевому етапі проєкту було розроблено програмне забезпечення для контролера на основі цифрового сигнального процесора, а також експериментально досліджено алгоритм векторного керування асинхронної машини подвійного живлення з матричним перетворювачем, що живить обмотку ротора при змінній швидкості приводного валу. Це дало можливість досягти істотного поліпшення якості електричної енергії, що генерується.

Вже в 2010 р. розпорядженням Президії НАН України була затверджена цільова комплексна програма прикладних досліджень НАН України «Науково–технічні та економічні проблеми спільної роботи

об'єднаної енергетичної системи України з об'єднанням енергосистем Європейських країн» [92, арк. 28–29]. Проведений науковцями ІЕД НАН України та представниками декількох Європейських інститутів порівняльний аналіз показників якості напруги в Мережевих кодексах країн ЄС показав, що норми ДСТУ, що діє в Україні, для окремих показників якості напруги набагато жорсткіші, ніж у країн-членів ЄС, але при цьому виконання їх не забезпечено науково-технічною підтримкою, що дозволила б розробляти й проводити організаційно-технічні заходи щодо реалізації цих показників на практиці.

Також було встановлено, що методика вимірювання окремих показників якості й методика статистичної оцінки результатів вимірювання відрізняється від стандартизованої в ЄС. Для вирішення цієї проблеми науковцями ІЕД НАН України у співпраці з Держспоживстандартом України було проведено роботу з розробки ДСТУ ІЕС 61000–4–30В (методи вимірювання показників якості напруги) і ДСТУ EN 50160 (показники якості напруги) на основі європейських стандартів.

У результаті комплексної реалізації цієї програми було окреслено коло найбільш актуальних науково-технічних завдань щодо встановлення рівнів електромагнітної сумісності, без вирішення яких неможливо проводити роботи з синхронного об'єднання магістральних мереж країн ЄС та України. Це мало велике практичне значення для розвитку електроенергетичної галузі України [95, арк. 36].

Отже на початку ХХІ ст. наполеглива праця вчених ІЕД НАН України над подальшим розвитком теоретичних та прикладних досліджень у галузі теоретичної електротехніки спрямована на вирішення актуальних проблем моделювання та прогнозування дії електромагнітного поля, захисту навколишнього середовища від електромагнітного впливу об'єктів енергетики, упровадження і реалізацію важливих наукових результатів інноваційного розвитку промислового комплексу України на сучасному рівні.

Ще однією сторінкою діяльності ІЕД НАН України стало поступове інтегрування та довгострокова співпраця із Харківським відділенням Всесоюзного науково-дослідного інституту електромеханіки. Відділення було сформовано на базі відділу маломагнітного електрообладнання науково-дослідного інституту Харківського електромеханічного заводу (ХЕМЗ), та на початку вересня 1992 р. передано у підпорядкування АН України та в подальшому перетворено у Відділення магнетизму ІЕД НАН України на самостійному балансі. 15 грудня 2005 р. відділення було перетворено у Науково-технічний центр магнетизму технічних об'єктів (НТЦ МТО) НАН України, а з 2 грудня 2013 р. – на Державну установу «Інститут технічних проблем магнетизму НАН України» (ДУ «ІТПМ НАН України») [287, с. 4].

На той час відділення складалося з двох окремих підрозділів: відділу магнетизму технічних об'єктів №10 під керівництвом д.т.н. В.Ю. Розова та відділу статичних перетворювачів № 20 під керівництвом к.т.н. В.І. Ілюхіна.

За період роботи установи в структурі ІЕД НАН України його керівництвом були затверджені основні напрями наукової діяльності – дослідження магнітних полів технічних об'єктів, розробка цілеспрямованого впливу на структуру цих полів, рішення проблеми магнітного захисту автономних об'єктів, магнітна сумісність технічних засобів та використання магнітних кіл в різноманітних технологічних процесах.

На перших етапах роботи науковцями відділення було виконано узагальнення особливостей різних класів технічних об'єктів: кораблів, бронетехніки, трубопроводів, космічних апаратів та електроенергетичного обладнання як джерел магнітного поля й сформовано новий науковий напрям теоретичної електротехніки – «магнетизм технічних об'єктів», спрямований на вивчення сукупності магнітних властивостей технічних об'єктів та явищ, пов'язаних із взаємодією технічних об'єктів та навколишнього середовища крізь магнітне поле. У рамках цього напрямку були отримані принципово нові результати світового рівня, впроваджені в оборонну та космічну галузі, паливно-енергетичний комплекс і медичну екологію [100, арк. 3–8].

У період з 1993 по 1998 рр. за замовленням Міністерства оборони України вченими відділення було виконано комплексне теоретичне дослідження магнетизму кораблів протимінної оборони. Розроблено комплекс магнітного захисту корабля, що включає застосування маломагнітного електрообладнання й системи автоматичної компенсації магнітного поля корабля з курсовим регулюванням. Цей комплекс відповідав сучасному світовому рівню таких розробок й став вагомим внеском вчених у розвиток обороноздатності нашої держави [288, с. 75].

З 1994 р. у відділі магнетизму під керівництвом С.В. Петрова розпочалися роботи з дослідження магнетизму космічних апаратів за замовленням КБ «Південне», м. Дніпропетровськ. У період 1994–1998 рр. були розроблені основні елементи магнітної системи керування космічними апаратами, проведено повне впровадження розроблених технологій, а також планові випробування космічних апаратів та їх комплектуючих на магнітовимірювальному стенді відділення [164, с. 144–147].

Розроблені науковцями передові технології забезпечення магнітної чистоти космічних об'єктів та вимірювання магнітних характеристик цих об'єктів мали світовий рівень та стали складовою частиною технології створення вітчизняних космічних апаратів, що дозволило суттєво підвищити якість управління їх рухом на навколораземній орбіті та повною мірою розвинути цей високотехнологічний галузевий напрям промисловості України.

Упродовж 1993–2004 рр. під керівництвом С.А. Волохова були проведені дослідження магнетизму трубопроводів та запропонований метод двохімпульсного статистичного розмагнічення торців труб перед електрозварюванням, що дозволив суттєво підвищити якість електрозварювання під час ремонтних робіт на магістральних трубопроводах за рахунок вилучення явища «магнітного дуття» дуги [36, с. 92–94].

Також з 1999 р. вчені відділення спільно з КП «Харківське конструкторське бюро з машинобудування ім. О.О. Морозова» почали

досліджувати проблему магнетизму транспортних засобів, у рамках якої розробили та впровадили в виробництво систему їх електромагнітного захисту [288, с. 77].

Сучасна структура ДУ «ІТПМ НАН України» складається з двох наукових відділів: відділу фізики і техніки магнітних явищ, завідувач відділу – член-кореспондент НАН України В.Ю Розов та відділу проблем управління магнітним полем, до складу якого входить лабораторія магнітних вимірювань, завідувач відділу – д.т.н. Б.І. Кузнецов [287, с. 6].

Основні наукові завдання відділу фізики і техніки магнітних явищ – це математичне моделювання технічних об'єктів як джерел магнітного поля, розроблення методик розрахунку й зменшення їх електромагнітного поля, розвиток теоретичних основ та створення методів і засобів підвищення ефективності пасивного екранування статичного та низькочастотного магнітного поля, розроблення наукових основ технологій зменшення негативного впливу магнітного поля на технологічні процеси електрозварювання й металообробки та розроблення методів, засобів і методик захисту людини та навколишнього середовища від техногенного електромагнітного впливу.

Основні наукові завдання відділу проблем управління магнітним полем – розвиток теоретичних основ управління статичним та низькочастотним магнітним полем, розробка наукових основ синтезу систем управління магнітним полем, розвиток методів та засобів визначення надмалих статистичних та низькочастотних магнітних полів технічних об'єктів, вимірювання їх магнітних параметрів, а саме – просторового розподілу магнітної індукції, залишкових та струмових магнітних моментів.

Основу науково-експериментальної бази ДУ «ІТПМ НАН України» складає унікальний магнітодинамічний комплекс, що є науковим об'єктом національного надбання та єдиним в Україні комплексом, що дає змогу виконувати експериментальну частину складних фундаментальних теоретичних досліджень магнетизму технічних об'єктів. Він дозволяє виконувати дослідження технічних об'єктів масою до 3 тон та

енергоспоживанням до 500 кВ, проводити аналіз просторово-часової структури постійного й змінного магнітного поля та визначення його індукованих, залишкових і струмових складових, вимірювати вектори дипольних магнітних моментів технічних об'єктів, визначати магнітні сигнатури та «магнітні образи» технічних об'єктів, проводити намагнічування та розмагнічування технічних об'єктів [287, с. 9].

Важливі прикладні результати світового рівня на сучасному етапі розвитку теоретичних розробок ДУ «ІТПМ НАН України» – це створення теоретичних основ побудови контурних динамічних систем для високоточного вимірювання магнітних характеристик технічних об'єктів, що були розвинуті А.В. Гетьманом [289, с. 97–99]. Розроблення обчислювальних методів аналізу магнітного поля будівельних споруд у дослідженнях М.М. Резинкіної [283]. Створення методів синтезу точного управління на основі багатоканальних ітераційних систем, що функціонують за принципом грубого та точного управління основним параметром у відділі проблем управління магнітним полем [137].

До найбільш інноваційних напрямів сучасних досліджень ДУ «ІТПМ НАН України» належить розробка нового методу зменшення магнітного поля високовольтних ліній електропередачі – методу векторної компенсації магнітного поля, що не потребує додаткового відчуження земельних ділянок і дозволяє за рахунок оптимального просторового розподілу розщеплених фазних проводів лінії на порядок зменшувати рівень їх магнітного поля [287].

Діяльність учених ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України була спрямована на плідний розвиток теорії й методів математичного і електронного моделювання інформаційних і фізичних процесів у енергетичних і енергоємних системах на основі прикладного математичного апарату й машинних обчислень, вирішення фундаментальних проблем теоретичної електротехніки та електроенергетики, дослідження складних процесів, що

протікають у енергетичних системах та розроблення спеціальних методів побудови проблемно-спрямованих моделюючих систем [105].

Отже незважаючи на певні труднощі перехідного періоду початку 1990-х рр. для наукової електротехнічної школи НАН України (розрив професійних зв'язків, нестача потрібного фінансування наукових досліджень, перепрофілювання наукових установ, скорочення та брак спеціалізованих кадрів) було запропоновано низку заходів щодо відновлення та збереження науково-технічного та інтелектуального потенціалу Академічної електротехнічної школи у рамках розвитку нових напрямів для практичних потреб української держави.

4.2. Тенденції розвитку теоретичної електротехніки у ВТНЗ

Зміни у політичному складі держави на початку 1990-х рр. призвели й до значних змін у роботі ВТНЗ України. Наукові колективи спеціалізованих ВТНЗ закладів країни на початку 1990-х рр. проходили новий етап, пов'язаний з переорієнтуванням на внутрішні задачі й потреби молодого незалежної держави. Характерними ознаками цього етапу стало збереження професорсько-викладацького складу в умовах обмеженого фінансування й пошук нових наукових напрямів та ідей для професійного спрямування та розвитку.

Діяльність провідних науково-педагогічних шкіл у системі вищої професійної технічної освіти представлена фундаментальними роботами науковців спеціалізованих ВТНЗ України, таких як НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», НУ «ЛП», НТУ «ХП».

На початку 1990-х рр. кафедрою теоретичної електротехніки КПІ керував учень академіка НАН України І.М. Чиженка, спеціаліст у галузі енергетичної електроніки В.І. Сенько [303, с.7]. Він продовжував наукові дослідження свого вчителя та розвивав на кафедрі напрям напівпровідникових перетворювачів електричної енергії компенсаційного типу [185].

Молоді вчені кафедри (В.В. Бойко, М.І. Сотник, С.А. Шуляк) розробляли нові схемотехнічні рішення, що характеризуються покращеними енергетичними характеристиками та більш високим рівнем електромагнітної сумісності для подальшої реалізації в новітніх компенсаційних випрямлячах.

Особлива увага вчених приділялася становленню теорії системного аналізу електромагнітних процесів у напівпровідникових перетворювачах на основі розробки методів моделювання таких процесів, створення нових структур інверторів напруги та алгоритмів керування ними [189, с. 13–15].

Ще одним науково-прикладним напрямом діяльності кафедри ТЕ НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» під керівництвом професора А.М. Сільверстова була розробка та уточнення фізико-математичних моделей і законів електротехнічних об'єктів на основі використання сучасних комп'ютерно-інтегрованих технологій з урахуванням реально існуючих нелінійностей, нестационарностей та неавтономностей таких об'єктів [42, с. 135–138].

Методичним доробком викладачів кафедри була участь у складанні та розробці Державного стандарту України «Електротехніка. Основні поняття, терміни та визначення» (В.І. Сенько, Л.Р. Слободян, Л.І. Сенько), котрий було видано в 1995 р. державною мовою [61]. Цей стандарт потрібен для усіх фахівців електротехнічної галузі щодо подальшого плідного розвитку наукової та викладацької діяльності.

Узагальнення історичної й наукової літератури, залучення архівних матеріалів ДАК, дозволило створити структурно-логічну схему роботи кафедри ТЕ НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» за організаційним, методичним та науковим спрямуваннями діяльності (рис. 4.3.) [42; 68–70; 109; 131; 177; 185; 213–218; 230–234; 274; 301–303; 327; 340; 341; 358; 360]. Науково-дослідна робота учених кафедри була тісно пов'язана співпрацею з колективом ІЕД НАН України.

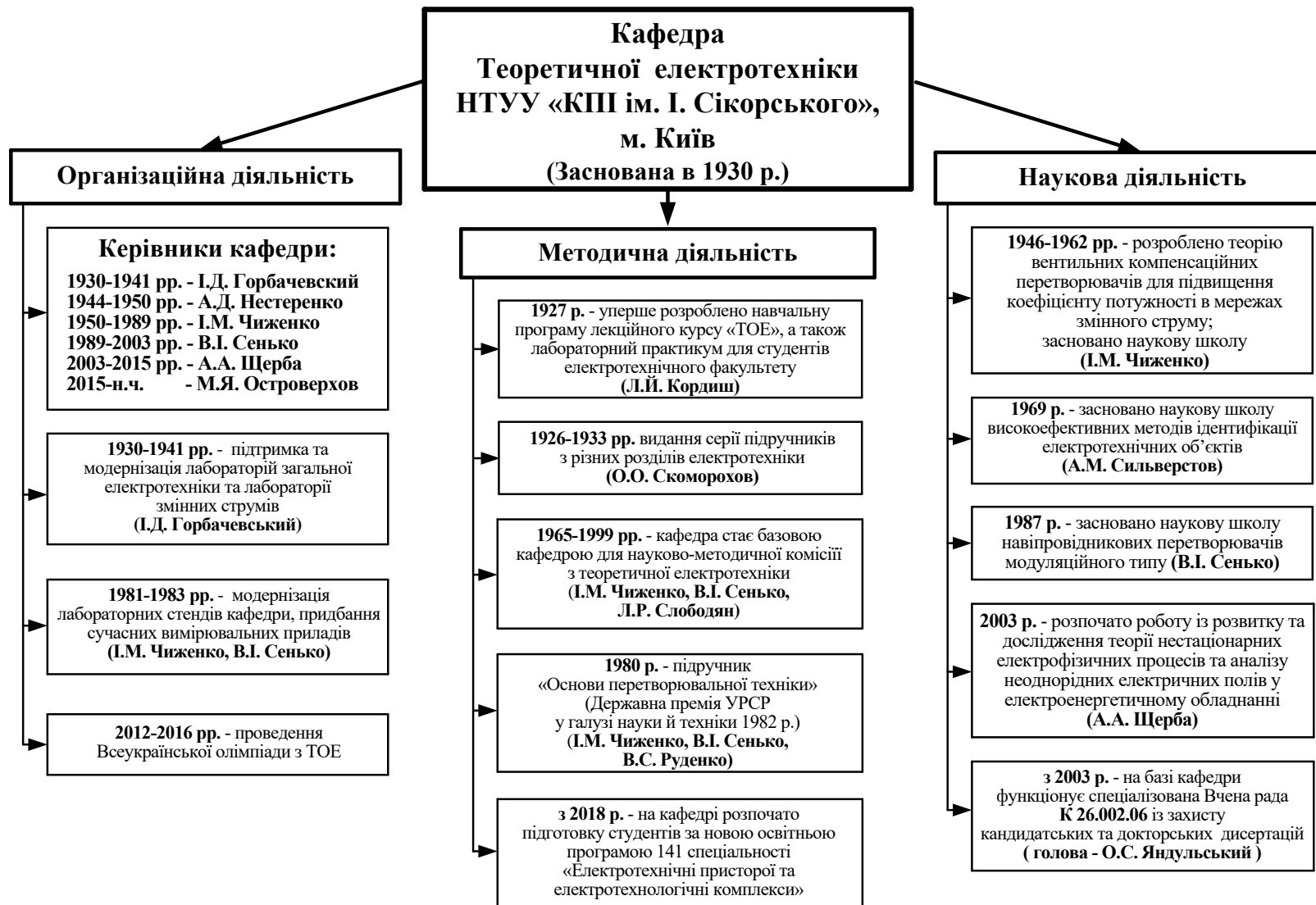


Рис. 4.3. Розвиток теоретичної електротехніки в НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського»

У 1999 р. кафедра ТОЕ та кафедра загальної електротехніки НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» були об'єднані в одну кафедру теоретичної електротехніки (ТЕ), завдяки чому покращилась методична та видавнича діяльність кафедри, збільшилася частка молодих вчених у навчальному й дослідницькому процесах, кафедра отримала новий поштовх у своєму науковому розвитку [109].

У 2003 р. кафедру ТЕ очолив член-кореспондент НАН України, доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії України з науки і техніки А.А. Щерба. У своїй дослідницькій діяльності, розпочатій ще в ІЕД НАН України, він розвивав теорії нестационарних електрофізичних процесів і розробляв електротехнічне обладнання для реалізації нових електротехнологій у промисловості та енергетиці. Вчений розробив нові закономірності збурення низькочастотних електричних полів у наномодифікованій твердій полімерній ізоляції та обґрунтував виникнення в ній граничних електротехнічних процесів [383, с. 3–4].

А.А. Щерба виявив залежності між електричними параметрами розрядних імпульсів і характеристиками іскроерозійних порошків та заклав основу для побудови надпровідникових систем виробництва мікро- та нанопорошків з особливими властивостями. Під його керівництвом учені кафедри ТЕ вели розробки математичних і фізичних моделей аналізу неоднорідних електричних полів і процесів старіння структурно модифікованої поліетиленової ізоляції [374, с. 3–5], а також розробляли наукову концепцію формування багатоканальних електроіскрових розрядів у гетерогенних середовищах (табл.4.1).

Після прийняття 10 жовтня 2010 р. оновленої редакції закону України № 2623 – III «Про пріоритетні напрями розвитку науки й техніки» на кафедрі ТЕ було виконано декілька НДР за пріоритетним напрямом «Енергетика та енергоефективність».

Таблиця 4.1 – Науково-дослідні роботи кафедри ТЕ НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» у 2012–2014 рр.*

Роки	№ НДР	Назва НДР	Обсяг фінансування, тис. грн.
2012	№2536-п	Розробка науково-технічних засобів неруйнівної діагностики вітчизняних надвисоковольтних кабелів світового рівня для підвищення їх експлуатаційної надійності та ресурсу	210,0
2013	№2349-п	Оптимізація нової технології промислового виготовлення кабелів з твердою полімерною ізоляцією для удосконалення енергетичних мереж надвисоких напруг	240,0
2014	№2723-п	Створення енергоефективної резонансної установки для нормативних випробувань на надвисокі напруги вітчизняних кабелів зі зшитою поліетиленовою ізоляцією	245,0

* Таблицю складено автором за матеріалами звітів з науково-технічної діяльності кафедри ТЕ НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» [68; 69; 70].

У січні 2015 р. кафедру ТЕ очолив д.т.н., професор М.Я. Островерхов. Напрями його наукових досліджень – це розробка методів керування електромеханічними системами в умовах невизначеності математичної моделі будь-якого об'єкту й електромеханічні системи автоматичного керування з безконтактними виконавчими пристроями. Під керуванням завідувача кафедрою ТЕ ведеться методично спрямована комплексна робота з відкриття на кафедрі спеціальності за освітньою програмою «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси».

На початку 1990-х рр. кафедру ТЗЕ НУ «Львівська політехніка» очолював професор, д.т.н. В.С. Перхач – лауреат Державної премії України, відомий учений в галузі математичного моделювання енергетичних процесів [310, с. 44–47]. Одним із найголовніших методично-організаційних наслідків діяльності В.С. Перхача у 1990-ті рр. стали його роботи із відродження і розвитку української науково-технічної термінології та

відповідного технічного мовного стилю. Вченим було запропоновано та сформульовано засади відродження та розвитку української науково-технічної мови, спеціальної термінології, обґрунтовано і розроблено пропозиції щодо удосконалення правописних норм української мови [35, с.11–13].

У 1990 р. за участю викладачів кафедри ТЗЕ та викладачів кафедр електроенергетичного та електромеханічного факультетів було видано «Короткий російсько-український електротехнічний словник» під загальною редакцією В.С. Перхача [128]. У 1995 р. світ побачив «Англо-український електротехнічний словник» під загальною редакцією В.Й. Чабана, у якому було описано та проаналізовано близько 11000 термінів [2], а в 1997 р. – «Російсько-український науково-технічний словник», під редакцією В.С. Перхача та Б. Кінаша, в якому вже було описано та проаналізовано близько 30000 технічних термінів та сполучень [291].

У вересні 1995 р. на базі кафедри ТЗЕ було започатковано Міжнародну науково-технічну конференцію «Математичне моделювання в електротехніці й електроенергетиці», що стала постійною та активізувала наукову співпрацю з Міжнародним інститутом інженерів електриків ІЕЕЕ. [186; 310, с. 54–55].

З 1996 р. кафедру очолив професор. П.Г. Стахів, спеціаліст у галузі теорії електронних кіл [311]. Під його керівництвом основними пріоритетними напрямками досліджень викладачів та науковців кафедри в рамках наукової школи «Математичне моделювання динамічних процесів складних електричних кіл та електротехнічних систем» стали:

- застосування методів макромодельовання та діакоптики до розрахунку складних електротехнічних систем;
- розроблення методів паралельних алгоритмів розрахунку динамічних процесів неоднорідних електротехнічних систем;

- створення методів, алгоритмів і програм для математичного та комп'ютерного моделювання динамічних процесів в електроенергетичних системах;
- розроблення комп'ютерних методів аналізу електромагнітних процесів у рухомих середовищах;
- математичне моделювання електроенергетичних систем та їх елементів з метою прогнозування їх часових характеристик;
- дослідження моделей параметричної чутливості в теорії електромагнітного поля.

З 2014 р. на кафедрі ТЗЕ розпочала свою роботу науково-дослідна лабораторія «Моделювання процесів в електричних колах та електротехнічних системах» [186]. У рамках роботи лабораторії науковці кафедри проводили консультації та навчальні семінари з використанням програмного забезпечення для створення моделей елементів електротехнічних систем та електромеханічних перетворювачів. Також вони ведуть комплексну підготовку науковців та фахівців, орієнтованих на роботу з прикладним програмним забезпеченням у галузі електротехніки та електромеханіки.

Узагальнення історичної й наукової літератури, залучення архівних матеріалів ДАЛО, дозволило створити структурно-логічну схему роботи кафедри ТЗЕ НУ «ЛП» за організаційним, методичним та науковим спрямуваннями діяльності (рис. 4.4.) [54; 127; 177; 192; 195; 201; 208; 209; 256–259; 308; 310; 334; 356; 386; 389; 390]. Вагому науково-дослідну роботу проводили учені кафедри у напрямі математичного моделювання динамічних процесів складних електричних кіл та електротехнічних систем.

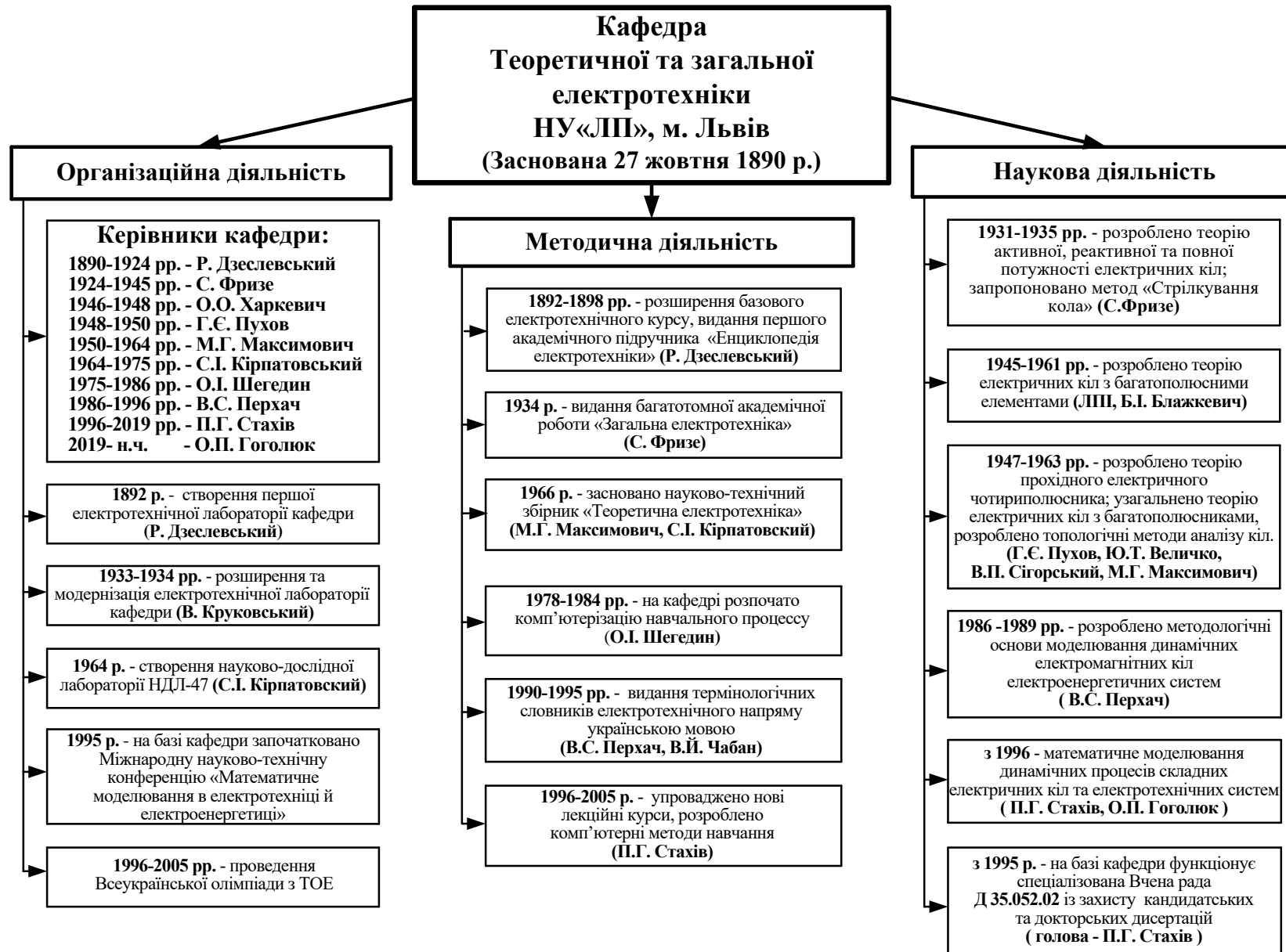


Рис. 4.4. Розвиток теоретичної електротехніки в НУ «ЛП»

У перші роки незалежності України кафедра ТОЕ «ХП» під керівництвом В.П. Самсонова проводила дослідження і розробку систем автоматичного керування та діагностики різних технічних об'єктів, що були започатковані ще професором В.Л. Беніним і знайшли продовження у наукових працях професора кафедри А.М. Борисенка та його учнів [24; 25, с. 3–8].

Також у ці роки професор кафедри В.М. Боев проводив роботу з вивчення та аналізу квазістаціонарних магнітних полів в неоднорідних середовищах з використанням розривних функцій. Цей аналіз був тісно пов'язаний з широким класом задач прикладного характеру, через те, що більшість електротехнічних пристроїв можна розглядати як неоднорідне або кусочно-однорідне середовище. Зріст одиничної потужності устанавленого електрообладнання й пов'язане з цим збільшення питомих електромагнітних навантажень потребували удосконалення існуючих і розробку нових методів аналізу й розрахунку електромагнітних полів. На даному сучасному етапі розвитку теоретичної електротехніки вже не достатньо було вміти розраховувати основне магнітне поле, яке забезпечує працездатність даного електротехнічного пристрою: існувала важлива потреба в розрахунку полів розсіювання, різноманітність яких обумовлена конструктивними особливостями різних електротехнічних пристроїв [20, с. 3–9].

Електромагнітне поле різних електротехнічних пристроїв має свої особливості розподілу, обумовлені конфігурацією магнітної системи, розташуванням і характером джерел поля. Прагнення врахувати більшість різноманітних факторів, що суттєво впливають на формування електромагнітного поля, обумовлювало необхідність вибору найбільш раціонального підходу до побудови математичних моделей електротехнічних пристроїв на основі використання останніх досягнень науки й адекватного вибору спрощуючих припущень. Одним з таких підходів може бути використання теорії розривних і узагальнених функцій, що є одним з найбільш суттєвих досягнень математики двадцятого сторіччя. Важливим досягненням в області аналізу й розрахунку електромагнітних полів було використання ефективних чисельних методів, пов'язаних з появою швидкодіючих електронно-обчислювальних машин.

З жовтня 2010 р. по січень 2017 р. кафедру очолював професор д.т.н. О.Л. Резинкін. Під його плідним керівництвом розпочалася поступове відновлення науково-дослідної роботи кафедри та матеріально-технічне відродження Високовольтної зали НТУ «ХП» [71, арк. 2-4].

Основні напрями роботи кафедри з 2014 р. це – дослідження в галузі електромагнітної сумісності та стійкості технічних об'єктів до дії електромагнітних полів природного й штучного походження, експериментальні й теоретичні дослідження формування ударних електромагнітних хвиль, поширення електромагнітних хвиль в шаруватих сегнето-магнітних композитах, у нелінійних метаматеріалах та інших нелінійних середовищах [5, арк. 2–3].

Також у 2014 р. на кафедрі розпочалась науково-дослідна робота за фундаментальною темою: «Розробка фізичних та математичних моделей електрофізичних процесів у термостійких радіопоглинаючих покриттях» (ДР№0114U003724). У процесі виконання роботи здійснено обґрунтування технічних вимог до електрофізичних характеристик поглинаючих композитних покриттів та їх складових. Розроблено математичні та фізичні моделі поглинаючого покриття, узгоджені з теоретичними висновками щодо процесів розповсюдження електромагнітних хвиль у нелінійному середовищі. Створено дослідницький стенд для вимірювання характеристик нелінійних радіопоглинаючих покриттів та визначення ступеню поглинання під час різних частотних впливів.

Практична цінність роботи полягла у визначенні за результатами математичного та фізичного моделювання вимог щодо вибору параметрів радіопоглинаючих покриттів. Проведені експериментальні дослідження електрофізичних процесів поглинання радіохвиль композитними покриттями. Це дозволило визначити параметри та технічні характеристики таких покриттів. Були розроблені математичні та фізичні моделі що мали самостійну практичну цінність щодо використання в навчальному процесі, а також застосуванні в інших галузях науки.

Згодом на базі високовольтної зали були проведені й перші лабораторні випробування в рамках дослідної роботи молодих учених кафедри О.Є. Світличної, О.В. Сосіної (наук. керівник М.М. Резинкіна) та В.І. Ревуцького (наук. керівник О.Л. Резинкін) [71, арк. 5–7].

У березні 2016 р. на кафедрі ТОЕ науковим колективом кафедри розпочато роботу з ініціативної теми «Математичне та фізичне моделювання процесів виникнення корони при роботі електроенергетичних об'єктів» (ДП№0116U000882) [4, арк. 2]. На етапах цієї роботи вченими кафедри під керівництвом О.Л. Резинкіна були розглянуті методи розрахунку електричного поля, зроблено огляд методів чисельного моделювання електричного поля поблизу вершин тонких провідних стрижнів з великим співвідношенням висоти до радіусу, розроблено ескізний проєкт експериментального стенду з фізичного моделювання процесів коронування на вершинах провідних заземлених стрижнів, зроблено літературний огляд методів оцінки величини струму корони за допомогою фізичного та математичного моделювання електромагнітних процесів під час виникнення корони та зроблено огляд методик розрахунку максимальних рівнів напруженості електричного поля поблизу вершин провідних стрижнів з точки зору співвідношення висоти до радіусу [395]. У рамках цієї наукової тематики молодими вченими кафедри були захищені кандидатські дисертації О.Є. Світличною за темою «Вибір параметрів ефективних засобів блискавкозахисту електроенергетичних об'єктів за допомогою моделювання електрофізичних процесів» та О.В. Сосіною за темою «Визначення співвідношень параметрів елементів конструкцій об'єктів систем для зниження коронування» [4, арк.3; 294].

Узагальнення історичної й наукової літератури, залучення архівних матеріалів ДАХО, дозволило створити структурно-логічну схему роботи кафедри ТОЕ НТУ «ХП» за організаційним, методичним та науковим спрямуваннями діяльності (рис. 4.5.) [3–6; 25; 102; 130; 168–171; 177; 210–212; 220–224; 227; 228; 241; 248–250; 260–264; 267; 319–326; 319–326]. Наукова робота учених кафедри була пов'язана з магістральним напрямом ДУ «ІНПМ НАН України».

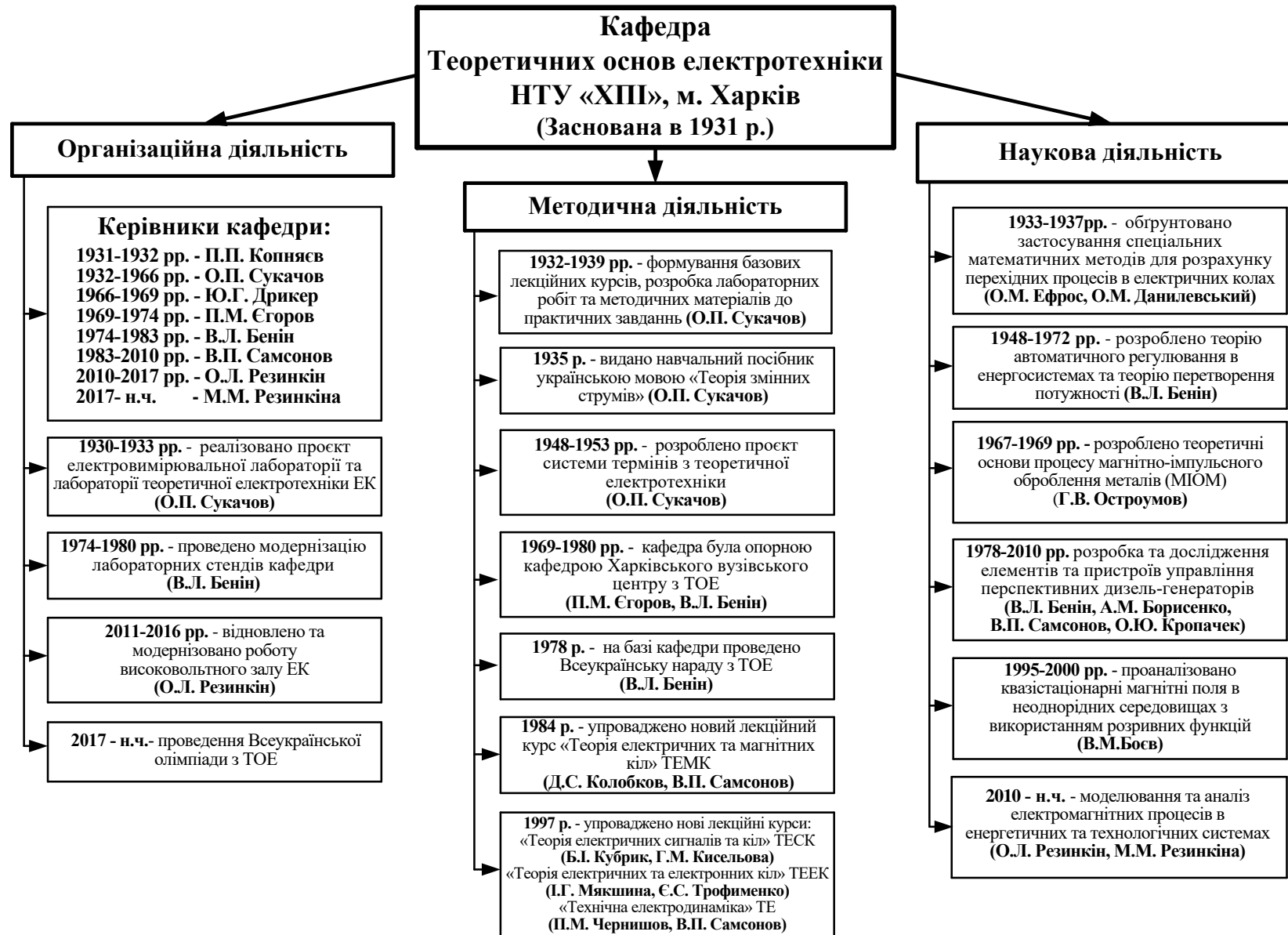


Рис. 4.5. Розвиток теоретичної електротехніки в НТУ «ХП»

У січні 2017 р. на кафедрі ТОЕ НТУ «ХП» було розпочато фундаментальну НДР «Математичні моделі процесів розповсюдження високочастотних електромагнітних хвиль у сегнето-магнітних середовищах» (ДРН_№0117U004892) [6]. Роботу науковців кафедри було спрямовано на вирішення важливої науково-технічної проблеми обґрунтування вибору параметрів перспективних матеріалів, що складаються з сегнетоелектриків та ферромагнетиків. Такий вибір базувався на розробці та використанні математичних і фізичних моделей, що дозволяють проводити дослідження електромагнітних процесів у середовищах з нелінійними електричними параметрами. Вирішення цієї проблеми актуальне для таких галузей науки, як електродинаміка, матеріалознавство, радіофізика, розробка авіаційної та ракетної техніки. У результаті роботи над першим етапом НДР були розвинуті методи моделювання електромагнітних процесів у композитних середовищах з нелінійними параметрами, а також методи фізичного моделювання електромагнітних процесів у композитних середовищах з нелінійними параметрами та вимірювання їх параметрів.

Таблиця 4.2 – Науково-дослідні роботи кафедри ТОЕ НТУ «ХП» упродовж 2014–2017 рр. *

Роки	№ НДР	Назва НДР	Обсяг фінансування тис. грн.
2014 – 2016	ДРН _№ 0114U003724	Розробка фізичних та математичних моделей електрофізичних процесів у термостійких радіопоглинаючих покриттях	392,5
2017 – 2019	ДРН _№ 0117U004892	Математичні моделі процесів розповсюдження високочастотних електромагнітних хвиль у сегнето–магнітних середовищах	367,6

* Таблицю складено автором за матеріалами звітів з науково-технічної діяльності кафедри ТОЕ НТУ «ХП» [5; 6].

3 лютого 2017 р. кафедру ТОЕ НТУ «ХП» очолив професор М.М. Резинкіна, фахівець у галузі математичного моделювання електрофізичних процесів у неоднорідних середовищах з нелінійними електричними параметрами під впливом електромагнітних полів. Під її керівництвом колектив кафедри продовжив науково-дослідні роботи з моделювання електрофізичних процесів в нелінійних середовищах під впливом імпульсних електромагнітних полів, а також електромагнітної сумісності та стійкості технічних та біологічних об'єктів до дії електромагнітних завад [82].

Тривав науковий пошук і на кафедрах електротехнічного профілю ВТНЗ обласних центрів України. Так, учені загальноінженерної кафедри теоретичної електротехніки та електричних вимірювань Вінницького Національного технічного університету займалися дослідженням електромагнітних процесів у нелінійних електричних колах та первинних вимірювальних системах і перетворювачах [118].

Представники кафедри електротехніки Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» займаються створенням та впровадженням електричних приладів, апаратів, систем та комплексів для забезпечення передачі, розподілу та перетворення електричної енергії на підприємствах гірничо-металургійного комплексу [117; 312].

У Національному університеті «Чернігівська політехніка» науково-методичний напрям досліджень із теоретичної електротехніки продовжували викладачі кафедри «Електричних систем і мереж». Тематика кафедри стосується підвищення ефективності систем неруйнівного моніторингу інженерних конструкцій і споруд та ефективності роботи діючих електричних мереж [114].

У Донецькому Національному технічному університеті завідувач кафедри «Електричної інженерії» О.Ю. Колларов разом із своїми аспірантами займалися питаннями оптимального керування автономними установками

енергоживлення на базі відновлювальних та альтернативних джерел енергії [115].

Професорсько-викладацький склад кафедри «Електромеханічна інженерія» Державного університету «Одеська Політехніка» розробляв автоматизовані електромеханічні системи з поліпшеними енергетичними характеристиками для промислових і побутових транспортних засобів і електричних машин, а також досліджують на математичних моделях технологічні особливості їх роботи в усталених та динамічних режимах [116].

Отже, наукові колективи спеціалізованих кафедр з теоретичної електротехніки ВТНЗ України на сучасному етапі існування вступили в новий період, пов'язаний із переорієнтуванням на внутрішні задачі й потреби незалежної держави. Розпочався науковий пошук з інноваційних напрямів досліджень, таких як створення методів, алгоритмів і програм для математичного та комп'ютерного моделювання динамічних процесів у електроенергетичних системах, дослідження в області електромагнітної сумісності й стійкості технічних об'єктів до дії електромагнітних полів природного й штучного походження, розвиток теорії нестационарних електрофізичних процесів і розробка електротехнічного обладнання для реалізації нових електротехнологій у промисловості та енергетиці. Важливими ознаками цього періоду стало збереження професорсько-викладацького складу в умовах обмеженого фінансування та пошук нових наукових напрямів та ідей для професійного спрямування й плідного розвитку.

4.3. Підготовка наукових та інженерних кадрів в галузі теоретичної електротехніки

На історичному етапі 1991 р. – початку XXI ст. система підготовки кадрів вищої кваліфікації залишалася невід'ємною складовою розвитку кадрового потенціалу будь-якої наукової установи чи організації. Підготовка

висококваліфікованих кадрів з теоретичної електротехніки мала велике значення для розвитку цього напрямку в новітній історії незалежної держави.

Однією з найстаріших спеціалізованих Вчених рад із захисту кандидатських і докторських дисертацій за спеціальністю 05.09.05 – «Теоретичні основи електротехніки» була Вчена рада Д 26.187.01 (Д 01.98.02) ІЕД НАН України, створена ще в 1964 р. [218; 366, с.25; 73, арк.3].

Дані про захист докторських та кандидатських дисертацій було опрацьовано на основі звітів з науково-дослідної роботи ІЕД НАН України у період з 1991 по 2017 рр. [73–95]. Результати представлені на рис. 4.6 та 4.7. Доведено, що найбільша кількість захистів відбулася у 1991-1996 рр., що пояснюється залишковими процесами наукової тематики колишнього РС.

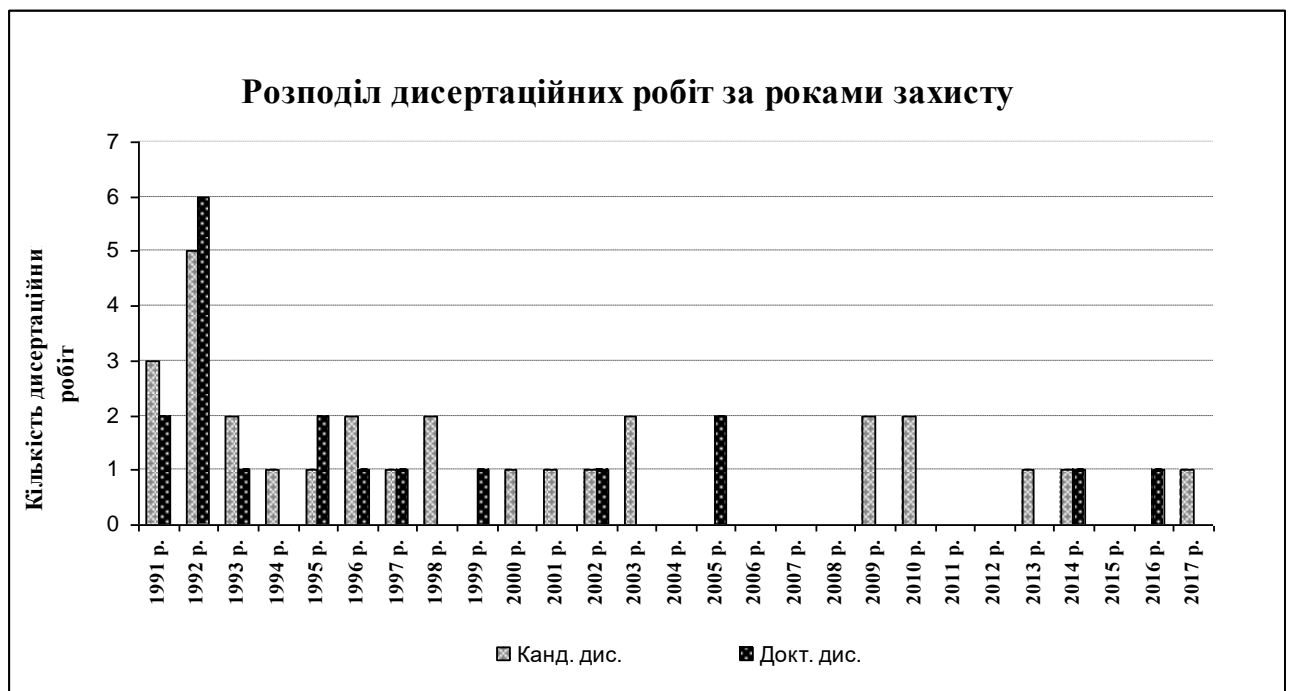


Рисунок 4.6. – Розподіл дисертаційних робіт за роками захисту

При порівняльному аналізі науково-дослідної тематики авторефератів дисертаційних робіт, захищених науковцями та співробітниками інституту, у Спецраді Д 26.187.01 було використано статистичний метод дослідження та доведено, що провідною тематикою авторефератів кандидатських та

докторських дисертацій були питання теорії нелінійних електричних кіл та теорії електромагнітного поля.

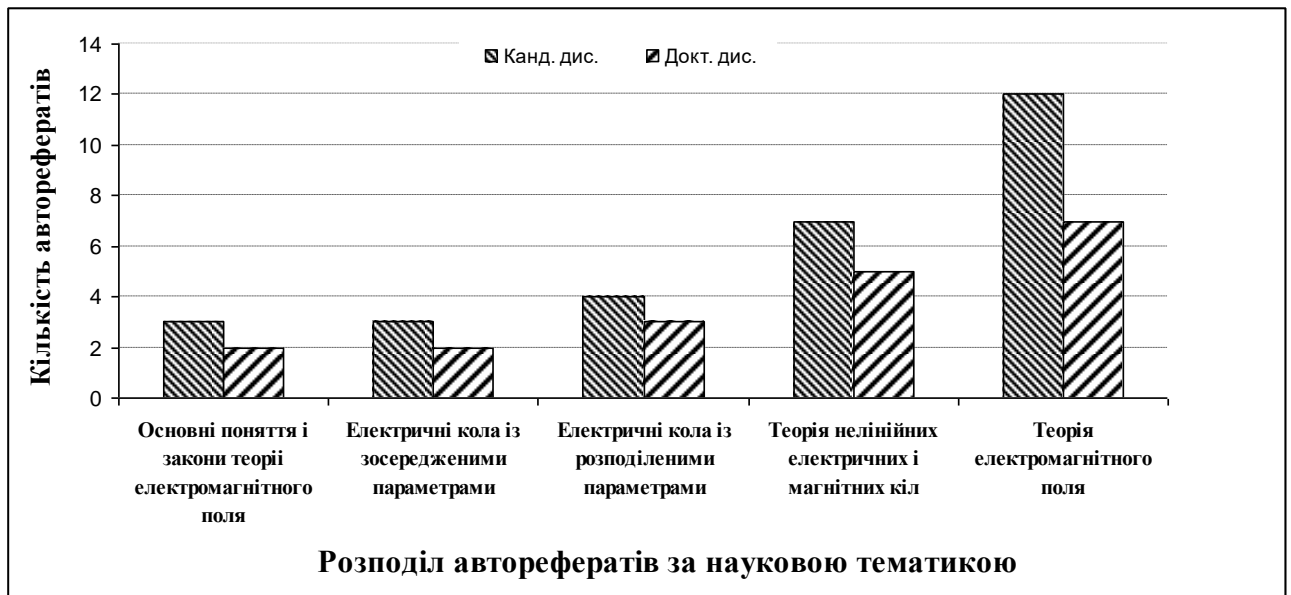


Рисунок 4.7. – Розподіл дисертаційних робіт за науковою тематикою

За час незалежності України на кафедрі ТЗЕ інтенсивно здійснюється підготовка наукових кадрів вищої кваліфікації, чому сприяло активне функціонування створеної спеціалізованої Вченої ради Д 35.052.02 із захисту докторських та кандидатських дисертацій з електротехнічних дисциплін, яку з 1995 р. очолив професор кафедри П.Г. Стахів [107].

На кафедрі ТЕ НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» спеціалізована Вчена рада із захисту кандидатських і докторських дисертацій К 26.002.06 розпочала свою діяльність у 2003 р. під керівництвом О.С. Яндульського [109].

Велике значення для формування інженерної еліти країни мала й навчальна підготовка студентів електротехнічних спеціальностей. Наприкінці 1990-х рр. важливим методичним доробком науковців кафедр теоретичної електротехніки стала модернізація існуючих та створення нових лекційних курсів. Дисципліна ТОЕ – це одна з основних спеціальних

дисциплін для студентів електротехнічного профілю. Класичний курс ТОЕ складався з трьох базових розділів, що дозволяли повною мірою підготувати студента до розуміння основних електричних явищ, законів їх протікання, методів їх дослідження та розрахунку.

Упродовж багатьох років, відповідно до вимог у підготовці інженерів і фахівців на різних етапах розвитку наукового й промислового комплексу української держави, цей курс зазнавав суттєвих змін і перетворень. Обов'язковим при вивченні ТОЕ завжди було розуміння, що є лінійні й нелінійні кола, розуміння принципу суперпозиції й принципу транспозиції, знання часових і частотних характеристик кіл, володіння методом комплексних амплітуд, володіння часовим, частотним і операторним методами аналізу кіл, отримання первинних знань про синтез кіл, резонансні явища тощо [339, с. 181].

Так, у НТУ «ХП» базова електротехнічна підготовка бакалаврів на кафедрі ТОЕ розпочиналась з другого курсу й була орієнтована на засвоєння студентами загальнотеоретичних положень, прикладних методів розрахунку й аналізу електричних та магнітних кіл, а також електромагнітних полів. Вивчення ТОЕ вимагало від студента глибокого знання фізики електричних явищ, що, в свою чергу, суттєво розширювало й поглиблювало розуміння фізичної сутності явищ, що використовуються у електротехніці. Тільки завдяки цьому майбутній кваліфікований інженер міг керувати цими явищами, передбачати спрямування їх протікання й направляти їх так, як йому необхідно для вирішення будь-якої прикладної задачі. Перша модернізація курсу в середині 1980-х рр. була пов'язана із зменшенням годин на вивчення дисципліни ТОЕ та диференціацією інформаційної спрямованості за спеціальностями приладобудівного профілю. Курс ТЕМК дозволив на базі єдиного методичного підходу до аналізу проходження сигналів крізь електричне коло, що ґрунтується на використанні спектральних методів часового, частотного та операційного аналізу, поєднати викладання основних положень як теоретичної електротехніки, так

і важливих для приладобудівних спеціальностей основ теорії автоматичного управління та регулювання.

У 1993 р. В.П. Самсонов розпочав методичну апробацію нового курсу, призначеного для електротехнічної підготовки бакалаврів за спеціальностями, що пов'язані із системами керування, комунікації та обробки інформації обчислювальними та вимірювальним комплексами. У 1997 р. для студентів, що навчаються за фахом «Інженерна електрофізика», викладачі кафедри ТОЕ ХПІ Г.М. Козлова та І.Г. Мякшина розробили спеціалізований курс ТОЕ із поглибленим вивченням фізичних основ електротехніки та методів аналізу й моделювання процесів у електричних та магнітних колах. Викладачами Г.М. Кисельовою та Б.І. Кубриком було модифіковано курс ТЕМК у курс «Теорія електричних сигналів і кіл» (ТЕСК) для студентів спеціальності «Інформаційно-вимірювальна техніка». розроблено курс, а В.П. Самсонов та П.М. Чернишов розробили новий курс «Технічна електродинаміка» для студентів біомедичного профілю [71, арк.3–4; 25, с. 6–7].

У НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» викладачами кафедри були розвинуті нові курси для студентів енергетичного профілю «Математичні задачі енергетики» та «Передача енергії постійним струмом високої напруги» [68].

Науковці кафедри ТЗЕ НУ«ЛП» розробили спеціалізовані курси «Методи дослідження електромеханічних перетворювачів, фізичний і математичний експеримент» та «Радіотехніка та електроніка» [107].

У зв'язку з ростом і бурхливим розвитком інформаційних технологій, на профільних кафедрах технічних вузів точиться дискусія про необхідність модернізації базового електротехнічного курсу для студентів з комп'ютерним напрямом навчання. Викладачами кафедр розглядається необхідність введення в нього розділів, що стосуються комп'ютерного моделювання електричних кіл, яке передбачає знання студентом основ алгоритмізації, програмування та інших сучасних комп'ютерних дисциплін. Це дозволить студенту, що засвоїв курс ТОЕ, виконувати самостійну розробку

моделюючих програм, використовуючи спеціальні базові знання за основною спеціальністю для вирішення прикладних завдань електротехніки на сучасному етапі розвитку цього напрямку.

Велике значення завжди мала й методична робота викладачів кафедр політехнічних ВНЗ у підготовці та проведенні першого й другого етапів Всеукраїнської олімпіади з ТОЕ, що була відновлена Міністерством освіти України у 1997 р. на базі НУ «Львівська політехніка» [310, с. 50]. Наукові колективи усіх кафедр з теоретичної електротехніки щороку проводили змагання зі свого основного предмету, підвищуючи рівень підготовки студентів і готуючи спеціальні олімпіадні завдання й методичні розробки.

Таблиця 4.3 – Проведення II етапу Всеукраїнської олімпіади з ТОЕ в Україні за роками та інститутами*

	Роки проведення	ВНЗ, місто проведення
1.	1997–2005 рр.	НУ «Львівська політехніка», м. Львів
2.	2006–2008 рр.	НТУ «ДП», м. Донецьк
3.	2009–2015 рр.	НТУУ «КПІ ім.І. Сікорського», м. Київ
4	2016– н.ч.	НТУ «ХП», м. Харків

* Таблицю складено автором за матеріалами про підготовку студентів кафедри ТОЕ НТУ «ХП» до участі у II етапі Всеукраїнської олімпіади з ТОЕ [72, арк. 26].

Таким чином, система підготовки кадрів вищої кваліфікації на сучасному історичному етапі залишається невід’ємною складовою розвитку кадрового потенціалу наукової установи. Продовжується діяльність спеціалізованих вчених рад із захисту докторських і кандидатських дисертацій за напрямом «Теоретичні основи електротехніки» як у провідному науковому інституті ІЕД НАН України так і у ВНЗ НУ«ЛП», НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського». Триває плідна методична робота з удосконалення спеціальних лекційних курсів електротехнічного

напряму для забезпечення можливості окремого викладання різних частин курсу ТОЕ за різною спеціалізованою спрямованістю сучасних освітніх програм.

Висновки до четвертого розділу

Таким чином, на сучасному історичному етапі, незважаючи на деякі труднощі першого десятиріччя незалежності України, в профільних інститутах НАН було запропоновано низку заходів щодо відновлення та збереження науково-технічного та інтелектуального потенціалу електротехнічної школи із розвитку нових напрямів для практичних потреб України.

Так, в ІЕД НАН України розроблені математичні моделі аналізу частотних характеристик трифазних систем з несиметричною структурою, запропоновані нові схематичні рішення силових багатофазних фільтрів (В.Г. Кузнецов), розроблена універсальна інженерна методика точного розрахунку й аналізу перехідних і усталених електромагнітних процесів та енергетичних характеристик багатофункціональних імпульсних перетворювачів змінної напруги в електричних колах першого й другого порядку (К.А. Липківський), було розроблено новий підхід до аналізу електромагнітних процесів в трифазних чотирипровідних системах з нелінійними навантаженнями та було визначено доцільні області застосування різних моделей мереж низької напруги з нелінійними навантаженнями (А.К. Шидловський), проведені теоретичні та експериментальні дослідження електромагнітних процесів у послідовному RLC-контурі, доповненому реверсивним вентиляним комутатором в колі з реактивних елементів, було запропоновано ряд нових пристроїв для підвищення якості електричної енергії в автоматичних та промислових системах електропостачання (В.С. Федій), досліджені особливості силової дії змінного та імпульсного електромагнітного полів на метал, що знаходиться в рідкому стані, чи на стадії кристалізації, були сформульовані вимоги до особливостей побудови напівпровідникових перетворювачів та систем

електроживлення (А.А. Щерба). Розпочалася багаторічна співпраця із міжнародною спільнотою.

Починаючи з 2001 р. у рамках пріоритетних напрямів розвитку української науки й техніки, задекларованих декількома важливими законами держави, розпочалася багаторічна цільова підтримка фундаментальної наукової тематики. Розвивалися інноваційні напрями сучасних досліджень, зокрема розрахунок миттєвих та інтегральних значень струмів, напруг і енергетичних показників імпульсних перетворювачів напруги, теорія аналізу нелінійних електричних кіл з тепловими втратами, аналіз кіл синусоїдального струму з навантаженнями, що нелінійно залежать від електричних параметрів та температури (ІЕД НАН України); метод зменшення магнітного поля високовольтних ліній електропередач (ДУ «ІТПМ НАН України») дослідження складних процесів, що протікають у енергетичних системах і розроблення спеціальних методів побудови проблемно-спрямованих моделюючих систем («ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України»).

У ВТНЗ набули подальшого розвитку нові інноваційні напрями теоретичних досліджень, як-от, створення методів, алгоритмів і програм для математичного та комп'ютерного моделювання динамічних процесів у електроенергетичних системах (кафедра ТЗЕ НУ «ЛП»), дослідження в галузі електромагнітної сумісності й стійкості технічних об'єктів до дії електромагнітних полів природного і штучного походження (кафедра ТОЕ НТУ «ХП»), розвиток теорії нестационарних електрофізичних процесів і розробка електротехнічного обладнання для реалізації сучасних електротехнологічних проєктів у промисловості та енергетиці (кафедра ТЕ НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського»).

Продовжувалася діяльність спеціалізованих Вчених рад із захисту докторських і кандидатських дисертацій за напрямом «Теоретичні основи електротехніки» у ІЕД НАН України й у ВТНЗ НУ«ЛП», НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського». Важливими ознаками цього періоду стало збереження

професорсько-викладацького складу в умовах обмеженого фінансування та пошук нових наукових напрямів та ідей для професійного спрямування й плідного розвитку. Викладачами удосконалюються спеціальні лекційні курси для забезпечення можливості викладання окремих розділів курсу ТОЕ за різною спеціалізованою спрямованістю сучасних освітніх програм. Відновлюється кадровий потенціал викладачів та науковців кафедр з теоретичної електротехніки та розкриваються перспективні напрями підготовки студентів.

ВИСНОВКИ

1. Здійснено аналіз історіографії становлення та розвитку теоретичної електротехніки в Україні, який засвідчив про відсутність праць, що комплексно висвітлюють процес становлення та розвитку теоретичної електротехніки як фундаментальної технічної науки та навчальної дисципліни у 1930-х рр. ХХ ст. – на початку ХХІ ст. Історіографію означеної проблеми було поділено на два хронологічні періоди: радянської доби (1930–1991 рр.) та сучасний період (після 1991 р.). Базуючись на проблемно-тематичному принципі, масив наукової літератури кожного періоду було розподілено на групи, що різняться за своїм змістовним наповненням. Дослідження сукупності наукової літератури дало змогу стверджувати, що у більшій частині це наукові дослідження, що фрагментарно розкривають формування та послідовне становлення окремих осередків з розвитку теоретичної електротехніки в регіональних науково-дослідних центрах. Науковці та дослідники акцентували увагу на початкових етапах становлення та розвитку електротехніки, особливостях формування наукових осередків у певних навчальних закладах та академічних установах, а також на особистій організаційно-методичній діяльності окремих учених-новаторів. Подальший розвиток історіографії було представлено тематичними науковими публікаціями, спеціальними монографіями, ювілейними працями провідних вчених та інститутів, у яких розвиток теоретичної електротехніки частково ставав об'єктом аналізу дослідників.

Вивчення та опрацювання різноманітних джерел дало змогу сформувати джерельну базу, яку було класифіковано на основні джерельних груп. Це архівні матеріали, монографії та фахові праці із різних питань теоретичної електротехніки, матеріали музеїв та інтерв'ю. Автором було опрацьовано 134 архівних справи 25 описів 16 фондів 9 архівних установ України. До наукового обігу автором уперше залучено матеріали науково-технічного архіву ІЕД НАН України за 1991–2014 рр. Методологічною основою дисертаційної роботи стали принципи об'єктивності, історизму, соціального та всебічного підходу, що допомогло

дослідити та виокремити основні риси процесу розвитку теоретичної електротехніки.

2. З'ясовано, що плідні дослідження фізиків стали науковим фундаментом для поступового розвитку електротехнічної наукової діяльності та передумовою створення фізичних основ теоретичної електротехніки. Дослідження А. Ампера, С. Стубелевича, А. Вольта, Г.С. Ома, Г. Кірхгофа та ін. стали основою для становлення теорії електричних кіл. Багатогранний теоретичний матеріал досліджень М. Фарадея, Дж.К. Максвела, практичних напрацювань І. Пулюя, Г. Герца, М. Тесли та ін. сформувавши теорію електромагнітного поля. Прикладні математичні методи вчених-математиків Ж.М. Дюамеля, Г.Л. Гельмгольца, Л.Ш. Тевенена, О. Хевісайда, Ч. Штейнмеця та ін. сприяли систематизації та ідеалізації окремих електротехнічних задач. Поштовхом для впровадження електротехнічної освіти, а також започаткування наукових шкіл з теоретичної електротехніки в Україні було, *по-перше*, відкриття мережі ВТНЗ: Харківського практичного технологічного інституту, Київського політехнічного інституту, Катеринославського вищого гірничого училища, Одеського політехнічного інституту, Донецького гірничого технікуму. Важливе значення для розвитку спеціалізованої технічної освіти в Західній Україні мала реорганізація Реальної торговельної академії в Цісарсько-королівську технічну академію у м. Львові, що стала першим етапом створення одного з найстаріших технічних закладів Європи – Львівської політехніки. *По-друге*, наукова, організаційна та методична діяльність у цих новостворених закладах вчених-електротехніків: О.К. Погорелка, П.П. Копняєва, М.А. Артем'єва, О.О. Скоморохова, Л.Й. Кордиша, О.К. Котельникова, Г.Є. Євреїнова, Л.І. Мандельштама, М.Д. Папалексі, Б.Ф. Цомакіона, Р. Дзеслевського, К. Олеарського, С. Фризе, В. Круковського, Г. Сокольницького та ін., видання ними перших навчальних посібників та монографій, відкриття спеціалізованих електротехнічних лабораторій, а згодом і перших спеціалізованих електротехнічних факультетів.

Узагальнення основних відомостей та одержаної науково-технічної інформації розкрито в удосконаленій періодизації історичного розвитку теоретичної

електротехніки, з урахуванням початкового етапу накопичення знань, що мав важливе значення для формування прикладного апарату теоретичної електротехніки. Розвиток теоретичної електротехніки в Україні доцільно поділити на три основні етапи:

I етап (1930–1949 рр.) – становлення теоретичної електротехніки як самостійної наукової та навчальної дисципліни, він характеризується відкриттям мережі спеціалізованих кафедр з теоретичної електротехніки, створенням спеціалізованої літератури, розробленням та формуванням лекційних курсів та лабораторного практикуму з ТОЕ, формуванням термінологічного апарату дисципліни та виокремленням основних наукових напрямів;

II етап (1950–1990 рр.) – створення спеціальних електротехнічних знань, базового теоретичного підґрунтя розвитку електротехнічної промисловості, він характеризується послідовним плідним розвитком теоретичної електротехніки, диференціацією і формуванням нових наукових напрямів дослідження з теоретичної електротехніки;

III етап (1991–початок XXI ст.) – це сучасний етап розвитку теоретичної електротехніки в умовах інноваційного розвитку України, він характеризується становленням української наукової школи з теоретичної електротехніки в академічних установах та ВТНЗ, формуванням нових шляхів розвитку досліджень на тлі соціально-політичних та економічних подій, трансформаційними змінами навчальної дисципліни ТОЕ.

3. Доведено, що впродовж 1950–1980 рр. у електротехнічних наукових осередках УРСР проходила диференціація й поглиблення наукових напрямів досліджень з теоретичної електротехніки. Стали нагальними науково-технічні проблеми проектування та виготовлення унікальних систем електроенергетичного та електротехнічного обладнання, а також дослідження електромагнітних та електромеханічних процесів у складних системах та пристроях. Саме в цей час наукові школи з теоретичної електротехніки розпочали загальні пошуки, пов'язані з розробкою різних аналітичних та експериментальних методів аналізу та синтезу пристроїв та систем. Значне ускладнення при розрахунках електричних кіл

поставило питання розвитку формальних методів опису цих кіл, а також розвиток практичних методів математичного моделювання електротехнічних процесів у цих колах. Аналогічно з'явилися питання і у галузі теорії кіл та електромагнітного поля у зв'язку із розвитком приладобудування, автоматики та телемеханіки, електричного приводу та нового напрямку із виробництва аналогових та цифрових елементів автоматики як складової частини при подальшому створенні обчислювальної техніки.

Так, виокремлення та становлення основних положень загальної теорії чотирьохполюсника стало науковим надбанням таких українських учених у галузі теоретичної електротехніки, як Е.В. Зелях, Г.Є. Пухов, Ю.Т. Величко, Б.І. Блажкевич та В.П. Сігорський. Також у цей час на базі спеціалізованих інститутів АН УРСР розвивались теоретичні основи й методи підвищення надійності роботи електроенергетичних систем із застосуванням нових принципів релейного захисту та автоматичного керування (І.М. Сирота), теорія та принципи побудови високонадійних регульованих пристроїв для симетрування режимів роботи багатофазних систем при несиметричних навантаженнях (О.М. Мілях), проведені дослідження в галузі теорії моделювання, обчислювальної техніки та теорії управління, розвинута теорія квазіаналогового моделювання, проведені комплексні дослідження придатності зворотних операторів для рішення завдань синтезу управляючих пристроїв (Г.Є. Пухов), розвинута теорія багатофазних кіл з незворотними властивостями, а також теорія фазоперетворювальних кіл, прикладним впровадженням якої стало створення багатофазних фільтрів симетричних складових та різноманітних перетворювачів числа фаз (А.К. Шидловський), розпочалися роботи з вивчення та розрахунку електромагнітного поля у провідних масивах і середовищах (І.М. Постніков), досліджувалися несиметричні складові асинхронних двигунів за допомогою методу симетричних складових (А.І. Адаменко, О.В. Войтех). Створення НДС і НДЛ на спеціалізованих кафедрах ЛПП та КПП сприяло розвитку наукових шкіл Т.П. Губенка та І.М. Чиженка.

4. Систематизовано наукові здобутки дослідних колективів із різних проблем теоретичної електротехніки а також відомості про організаційну й наукову діяльність учених М.А. Артем'єва, В.Л. Беніна, Б.І. Блажкевича, О.Б. Брона, Ю.Т. Величка, О.М. Данилевського, Р. Дзеслевського, О.М. Ефроса, Е.В. Зеляха, С.І. Кірпатовського, Л.Й. Кордиша, В. Круковського, М.Г. Максимовича, О.М. Міляха, А.Д. Нестеренка, В.С. Перхача І.М. Постнікова, Г.Є. Пухова, В.П. Сігорського, О.О. Скоморохова О.П. Сукачова, О.В. Тозоні, С. Фризе, В.М. Хруцова, Б.Ф. Цомакіона, І.М. Чиженка та А.К. Шидловського. Створено структурно-логічні схеми діяльності кафедр ТОЕ у провідних ВТНЗ України за організаційним, методичним та науковим спрямуванням їхньої роботи.

Установлено характерні риси та особливості формування й вивчення фундаментальної дисципліни ТОЕ в навчальному процесі спеціалізованих ВТНЗ у 1960–1970-ті рр. Це і недостатня кількість годин для викладання великого теоретичного матеріалу, невикористання машинної техніки на всіх етапах вивчення курсу, слабкий зв'язок із професійним напрямом студента при вивченні ним подальших спеціалізованих курсів. Розкрито основні проблемні питання щодо необхідності модернізації базового електротехнічного курсу для студентів з комп'ютерним напрямом навчання вже на початку ХХІ ст., розглянуто необхідність уведення в нього розділів, що стосуються комп'ютерного моделювання електричних кіл, що передбачає знання студентом основ алгоритмізації, програмування, та інших сучасних комп'ютерних дисциплін. Детально проаналізовано процес суттєвих змін і перетворень класичного курсу ТОЕ у ВТНЗ, виходячи з вимог у підготовці інженерів і фахівців на різних етапах розвитку наукового й промислового комплексу країни. Доведено, що зменшення лекційних годин та годин практичної підготовки, яке спостерігається на сучасному історичному етапі, у зв'язку із постійною трансформацією навчальних планів та РНП може негативно вплинути на якість підготовки інженера з базової електротехнічної дисципліни.

5. Обґрунтовано результативність пошукової діяльності в галузі теоретичної електротехніки в ІЕД НАН України у період 1991 р. – початок ХХІ ст. В Інституті були розроблені математичні моделі аналізу частотних характеристик трифазних

систем з несиметричною структурою, запропоновані нові схематичні рішення силових багатофазних фільтрів (В.Г. Кузнецов), розроблена універсальна інженерна методика точного розрахунку і аналізу перехідних і усталених електромагнітних процесів та енергетичних характеристик багатофункціональних імпульсних перетворювачів змінної напруги в електричних колах першого і другого порядку (К.А. Липківський), було розроблено новий підхід до аналізу електромагнітних процесів в трифазних чотирипровідних системах з нелінійними навантаженнями та було визначено доцільні області застосування різних моделей мереж низької напруги з нелінійними навантаженнями (А.К. Шидловський), проведені теоретичні та експериментальні дослідження електромагнітних процесів у послідовному RLC-контурі, доповненому реверсивним вентиляним комутатором в колі з реактивних елементів, було запропоновано ряд нових пристроїв для підвищення якості електричної енергії в автоматичних та промислових системах електропостачання (В.С. Федій), досліджено особливості силової дії змінного та імпульсного електромагнітного полів на метал, що знаходиться в рідкому стані або на стадії кристалізації, були сформульовані вимоги до особливостей побудови напівпровідникових перетворювачів та систем електроживлення (А.А. Щерба), розвинуто теорію аналізу нелінійних електричних кіл з тепловими втратами (Н.А. Шидловська) тощо.

Охарактеризовано здобутки вчених ІЕД НАН України з теоретичної електротехніки, що викладені у монографіях, які висвітлювали важливі результати розвитку цього напрямку в академічному пласті досліджень. Проаналізовано діаграму розподілу кількості виданих монографій за роками видання та виявлено найбільш плідний період – з 1999 по 2009 рр.

6. Розкрито процес становлення системи підготовки наукових кадрів з теоретичної електротехніки, який розпочався у 1965 р. зі створення спеціалізованої Вченої ради із захисту кандидатських дисертацій електротехнічного профілю в ІЕД АН УРСР. Доведено, що на історичному етапі 1991 р. – початок ХХІ ст. система підготовки кадрів вищої кваліфікації залишилася невід'ємною складовою розвитку кадрового потенціалу. Проведено порівняльний аналіз науково-дослідної

тематики авторефератів дисертаційних робіт, захищених науковцями у спеціалізованій Вченій раді Д 26.187.01 (Д 01.98.02) ІЕД НАН України із захисту кандидатських і докторських дисертацій зі спеціальності «05.09.05 – Теоретична електротехніка» впродовж 1991–2017 рр. Проаналізовано, що найбільша кількість захистів відбулася у 1991–1996 рр. і це пояснюється залишковими процесами наукової тематики колишнього СРСР, а з 2003 р. спостерігається значний спад активності дослідників у галузі теоретичної електротехніки. Також дана оцінка роботи спеціалізованої Вченої ради Д 35.052.02 у НУ «ЛП», під керівництвом П.Г. Стахіва, та спеціалізованої Вченої ради К 26.002.06 НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» під керівництвом О.С. Яндульського.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрамова Л. И., Бенин В. Л., Кизилов В. У. и др. Датчик производной частоты электроприставки регулятора скорости турбины К-300. *Вестник ХПИ*. 1965. № 3 (51) С. 47–50.
2. Англо-український електротехнічний словник / під ред. В. Й. Чабана. Львів: Вид-во Державного університету «Львівська політехніка», 1995. 255 с.
3. Аннотированный отчет о работе кафедры за 1971/1972 у.г // ДАХО Ф. Р-1682. Оп. 13. Спр. 3875. 7 арк.
4. Анотований звіт з ініціативної науково-дослідної роботи ДРН№0116U000882 кафедри ТОЕ НТУ «ХПІ» за 2015 р. // Поточне діловодство кафедри ТОЕ НТУ «ХПІ». 12 арк.
5. Анотований звіт по перехідній фундаментальній науково-дослідній роботі ДРН№0114U003724 кафедри ТОЕ НТУ «ХПІ» за 2014 р. // Поточне діловодство кафедри ТОЕ НТУ «ХПІ». 103 арк.
6. Анотований звіт по перехідній фундаментальній науково-дослідній роботі ДРН№0117U004892 кафедри ТОЕ НТУ «ХПІ» за 2017 р. // Поточне діловодство кафедри ТОЕ НТУ «ХПІ». 110 арк.
7. Атабеков Г.И. Основы теории цепей. Москва: Энергия, 1969. 425 с.
8. Ахиезер Н. И. Харьковское математическое общество. *Записки математического отделения физико-математического факультета ХГУ им. А.М. Горького и Харьковского математического общества*. Харьков, 1956. Том. XXIV. С. 31–39.
9. Белькинд Л. Д. Чарлз Протеус Штейнмец (1867–1923). Научно-биографическая серия. Москва, 1965. 124 с.
10. Белькинд Л. Д., Каменева В. А. Из истории электротехники. Павел Петрович Копняев. *Электричество*. 1967. №9. С. 83.

11. Бенин В. Л. К вопросу о максимальной отдаче купроксного ватметра. *Сборник трудов института Электротехники АН УССР*. Киев, 1951. №6. С. 43–57.
12. Бенин В. Л., Богомоллов В. В. Регулятор скорости гидравлической турбины малой мощности. *Сборник трудов института Электротехники АН УССР*. Киев, 1950. №5. С. 12–29.
13. Бенин В. Л., Кизилов В. У. Расчет оптимальных параметров ферродинамического преобразователя. *Электричество*. 1964. № 5. С. 73–76.
14. Бернал Дж. Д. Наука в истории общества. Москва: Изд-во иностр. лит-ры, 1956. 735 с.
15. Бессонов Л. А. О необходимых мероприятиях для улучшения подготовки студентов по теоретическим основам электротехники. *Электричество*. 1963, № 8. С. 83–85.
16. Блажкевич Б. И. Общий метод определения параметров составных многополюсников (подсхем). *Автоматический контроль и измерительная техника*. 1961, Вып. 5. С. 7–12.
17. Блажкевич Б. І. Основні методи аналізу лінійних електричних кіл. Київ: Видавництво АН УРСР, 1961. 280 с.
18. Богомоллов В. А., Бенин В. Л., Кулик В. П. Устройство для автоматического регулирования и распределения мощности между агрегатами электростанции. А.с. №81227 від 29.01.1949 г. // Поточне діловодство патентного відділу Інституту електротехніки АН УРСР.
19. Богомоллов М. А., Гейер В. Г., Кулик В. П. Донецкий технический институт 1921–1961 гг. Сталино: Донбасс, 1961. 127 с.
20. Боев В. М. Расчет трехмерного магнитного поля с использованием разрывных функций. *Техническая электродинамика*. Київ, 1997. № 2. С. 3–9.
21. Боев В. М., Грибская Е. А., Лавриненко О. В. “Электротоническое состояние” и закон электромагнитной индукции Фарадея. *Електротехніка і електромеханіка*. 2004, №4. С. 5–8.

22. Болотовский П. П. Оливер Хевисайд (1850–1925) Москва: Наука, 1985. 260 с.
23. Боляновський А. В. Розстріли польських професорів у Львові у липні 1941 р.: історичні факти, юридичні звинувачення, політичні інсинуації *Україна-Польща: історична спадщина і суспільна свідомість*. 2010–2011. Вип. 3–4. С. 107–146.
24. Борисенко А. М., Лавриненко О. В., Обод П. С. Современные системы и средства контроля технического состояния дизельных двигателей. *Вісник НТУ «ХПИ»*. 2008. № 56. С. 26–33.
25. Борисенко А. Н., Резинкин О. Л., Самсонов В. П., Тверитникова Е. Е. Кафедра теоретических основ электротехники. 80 лет в ХПИ. *Вісник НТУ «ХПИ»*. Харків, 2011. № 57. С. 3–8.
26. Бочарова М. Д. Из истории электротехники. Алессандро Вольты к 130-летию со дня смерти. *Електричество*. 1957. №3. С. 73–76.
27. Брон О. Б. Вопросы преподавания курса «Теоретические основы электротехники». *Електричество*. 1964. №9. С. 88–89.
28. Вейтков Ф. Л. Летопись электричества. Москва: Госэнергоиздат, 1946. 320 с.
29. Великин Я. И., Гельмонт З. Я., Зелях Э. В. Пьезоэлектрические фильтры. Москва: Связь, 1966. 396 с.
30. Величко Ю. Т. Теорія прохідних чотириполіусників. Київ: Гостехиздат УССР, 1958. 410 с.
31. Веников В. А., Князевский Б. А., Соколов В. И. Вклад Советской высшей электроэнергетической школы в научные исследования по электротехнике и электроэнергетике за 50 лет. *Энергетика*. 1967. №11. С.1–15.
32. Вернадский В. И. Труды по всеобщей истории науки. Москва: Наука, 1988. 336 с.
33. Веселовский О. Н. Из истории электротехники. Майкл Фарадей (К 100-летию со дня смерти). *Електричество*. 1967. №9. С. 81–83.

34. Відомі вчені Державного університету «Львівська політехніка» (1844–1994): біогр. довід. / М. І. Буцко. Львів. : Вид-во ДУ «Львівська політехніка», 1994. 254 с.
35. Володимир Степанович Перхач / Держ. Ун-т «Львівська політехніка» уклад.: І.О. Білоус, О.М. Мізерник. Львів: Сполом, 1999. 64 с.
36. Волохов С. А. Электромагнитная обработка труб на магистральных трубопроводах для высококачественной сварки. *Технічна електродинаміка. Тематичний випуск «Проблеми сучасної електротехніки»*. 2002. Ч.2. С. 92–95.
37. Воробкевич А. Ю., Рокіцький О. М., Шендеровський В. А. Початок фізичних і електротехнічних досліджень у Львівській політехніці. *Актуальні питання історії техніки: матеріали 2-ї Всеукр. наук. конф.*. Київ: ЕКМО, 2003. С. 17–21.
38. Воробкевич А. Ю., Рокіцький О. М., Шендеровський В. А. Математичне моделювання процесів у електричних колах при несинусоїдальних електрорушійних силах і струмах у працях І.Пулюя та його сучасників. *Технічна електродинаміка*. К. : Інститут електродинаміки НАНУ, 2000. №6. С. 3–6.
39. Воронов Р. А., Пухов Г. Е. Общие уравнения четырехполюсника. *Электричество*. 1950. №1. С. 83. С.25–31.
40. Вчені Академії наук вищої школи України (1992-2005): довідково-біографічне вид./ АНВШУ; уклад. В. П. Литвин та ін. Харків: НТУ «ХП», 2005. 15 с.
41. Выписки из протоколов заседаний Президиума Укрнауки, план и другие материалы об организации и научно-исследовательской работе кафедры электротехники КПИ // ДАК Ф. Р-308 Оп. 1. Спр. 617. 8 арк.
42. Галай В. М., Сільверстов А. М., Шефер О. В. Ноніусна адаптивна високоточна система стабілізації стохастичних технологічних процесів. *Системні дослідження та інформаційні технології*. 2003. №1. С. 135–142.

43. Годовой отчет о выполнении научно-исследовательских, опытных, проектных и конструкторских работ Института электродинамики АН УССР за 1968 г. // Архів ІА НБУ ім. В.І. Вернадського. Ф. 263. Оп. 1. Спр. 703. 3 арк.

44. Годовой отчет о выполнении плана НИР Института электротехники АН УССР за 1948 г. // Архів ІА НБУ ім. В.І. Вернадського. Ф. 263. Оп. 1. Спр. 15. 8 арк.

45. Годовой отчет о выполнении плана НИР Института электротехники АН УССР и заключение к отчету за 1950 г. // Архів ІА НБУ ім. В.І. Вернадського. Ф. 263. Оп. 1. Спр. 46. 33 арк.

46. Годовой отчет о выполнении плана НИР Института электротехники АН УССР и заключение к отчету за 1952 г. // Архів ІА НБУ ім. В.І. Вернадського. Ф. 263. Оп. 1. Спр. 89. 68 арк.

47. Годовой отчет о выполнении тематического плана научно-исследовательской работы Института электротехники АН УССР за 1959 г. // Архів ІА НБУ ім. В.І. Вернадського. Ф. 263. Оп. 1. Спр. 276. 80 арк.

48. Годовой отчет о выполнении тематического плана научно-исследовательской работы Института Электродинамики АН УССР за 1968 г. // Архів ІА НБУ ім. В.І. Вернадського. Ф. 263. Оп. 1. Спр. 686. 168 арк.

49. Годовой отчет о выполнении тематического плана научно-исследовательской работы Института за 1963 г. // Архів ІА НБУ ім. В.І. Вернадського. Ф. 263. Оп. 1. Спр. 440. 81 арк.

50. Годовой отчет о работе кафедры ТОЭ ОПИ за 1973/1974 у.г. // ДАОО. Фонд Р-126. Опис. 1. Спр. 1152. 3 арк.

51. Годовой отчет о работе электромеханического факультета ОПИ за 1963/1964 у.г. // ДАОО. Фонд Р-126. Опис. 8. Спр. 86. 11 арк.

52. Годовой отчет о работе электромеханического факультета ОПИ за 1969/1970 у.г. // ДАОО. Фонд Р-126. Опис. 8. Спр. 562. 9 арк.

53. Дело об оборудовании лабораторий и кабинетов ОПИ 1928-1929 гг. // ДАОО. Фонд Р-126. Опис. 1. Спр. 490. 302 арк.

54. Дело об открытии лаборатории точных электротехнических измерений под руководством профессора Круковского В. // ДАЛО. Фонд 27. Опис. 3. Том.2 Спр. 1853. 30 арк.

55. Демирчян К. С. , Нетушил А. В. Развитие теоретических основ электротехники за 60 лет Советской власти. *Электричество*. 1977. №12. С. 3–11.

56. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук Бенина В.Л. по теме «Выпрямительно-дрессельная система автоматического регулирования активной мощности генераторов» // Архів ІА НБУ ім. В.І. Вернадського. Ф. 263. Оп. 2. Спр. 48. 195 арк.

57. Добров Г. М. Наука о науке. Введение в общее науковедение. Москва: Наука, 1970. 320 с.

58. Довжук І. В. Розвиток вищої освіти в Україні наприкінці ХІХ – на початку ХХ ст. *Проблеми політичної історії України*. Збірник наукових праць ДНУ. Дніпро: «Грані», 2018. Вип. 13. С. 92–105.

59. Документи про роботу О.М. Міляха у Президії АН УРСР та відділеннях технічних і фізико-математичних наук (довідки про перевірки роботи інститутів, доповіді та ін.) // Архів ІА НБУ ім. В.І. Вернадського. Ф. 124. Оп. 1. Спр. 77. 201 арк.

60. Документи про створення обчислювальних машин нового типу (неалгоритмічні цифрові та розрядно-аналогові машини) Г.Є. Пухова за 1972–1975 рр. // Архів ІА НБУ ім. В.І. Вернадського. Ф. 152. Оп.1 Спр.85. 10 арк.

61. ДСТУ 2843–94 Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення. Держстандарт України. 1995. 69с.

62. Елютин В. П. Советская высшая электротехническая школа. *Электричество*. 1967. №12. С. 1–5.

63. Емец Ю.П. Краевые задачи электродинамики асинхронно проводящих сред. Киев: Наукова думка, 1987. 255с.

64. Енциклопедія Львова / За редакцією А. Козицького та І. Підкови. Львів : Литопис, 2007. Т.1. 656 с.
65. Закон України про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки 2623-III від 11.07.2001. (?) + URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2623-14/ed20010711#Text> (дата звернення: 01.02.2021).
66. Зашкільняк Л. О. Вступ до методології історії. Львів: ЛОНМІО, 1996. 96 с.
67. Зашкільняк Л. О. Методологія історії від давнини до сучасності. Львів: Львівський Державний університет ім. Ів. Франка, 1999. 226 с.
68. Звіт з науково-дослідної роботи кафедри ТЕ НТУУ «КПШ» ім. І. Сікорського за 2012 р. URL : https://toe.fea.kpi.ua/scientific_report-2012.html (дата звернення: 01.02.2021).
69. Звіт з науково-дослідної роботи кафедри ТЕ НТУУ «КПШ» ім. І. Сікорського за 2013 р. URL : https://toe.fea.kpi.ua/scientific_report-2013.html (дата звернення: 01.02.2021).
70. Звіт з науково-дослідної роботи кафедри ТЕ НТУУ «КПШ» ім. І. Сікорського за 2014 р. URL : https://toe.fea.kpi.ua/scientific_report-2014.html (дата звернення: 01.02.2021).
71. Звіт з науково-дослідної роботи кафедри ТОЕ НТУ «ХПШ» за 2015 р. // Поточне діловодство кафедри ТОЕ НТУ «ХПШ». 21 арк.
72. Звіт з науково-дослідної роботи кафедри ТОЕ НТУ «ХПШ» за 2017 р. // Поточне діловодство кафедри ТОЕ НТУ «ХПШ». 28 арк.
73. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки АН України у 1991 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф 263. Оп. 1 Спр. 709. 74 арк.
74. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки АН України у 1992 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 741. 55 арк.
75. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки АН України у 1993 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 770. 42 арк.
76. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки АН України у 1994 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 794. 42 арк.

77. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки НАН України у 1995 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 815. 40 арк.
78. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки НАН України у 1996 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 837. 45 арк.
79. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки НАН України у 1997 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 854. 53 арк.
80. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки НАН України у 1998 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 875. 39 арк.
81. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки НАН України у 1999 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 896. 47 арк.
82. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки НАН України у 2000 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 920. 54 арк.
83. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки НАН України у 2001 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 941. 56 арк.
84. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки НАН України у 2002 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 963. 63 арк.
85. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки НАН України у 2003 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 990. 60 арк.
86. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки НАН України у 2004 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 1018. 74 арк.
87. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки НАН України у 2005 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 1043. 94 арк.
88. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки НАН України у 2006 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 1065. 84 арк.
89. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки НАН України у 2007 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 1089. 123 арк.
90. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки НАН України у 2008 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 1114. 146 арк.
91. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки НАН України у 2009 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 1140. 157 арк.

92. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки НАН України у 2010 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 1161. 193 арк.
93. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки НАН України у 2011 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 1184. 196 арк.
94. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки НАН України у 2012 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 1208. 200 арк.
95. Звіт про діяльність Інституту електродинаміки НАН України у 2013 р. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 1236. 157 арк.
96. Звіти про роботу науково-дослідних кафедр та їх аспірантів за 1928/1929 та плани на 1929/1930 рр. // ЦДАВО України. Ф. Р-166. Оп.9. Спр. 382. Арк. 54.
97. Зелях Э. В. Основы общей теории линейных электрических схем. Москва: АН СССР, 1951. 334 с.
98. Зелях Э. В. О знаках характеристических параметров симметричных четырехполюсников. *Электричество*. 1960. №6.
99. Ионкин П. А. Об улучшении электротехнического образования в высших электротехнических учебных заведениях. *Электричество*. 1964. №1. С 81–83.
100. Исследование методов снижения магнитных полей комплектующего электрооборудования: Отчет о НИР (промежуточн.) / ОМ ИЭД НАНУ. ПИДБ.560070.053-95; № ГР 0195U010017. Харьков, 1995 // Поточне діловодство ОМ ИЭД НАНУ. 128 арк.
101. Исследование способа компенсации влияния дополнительных резонансов в заграждающих пьезоэлектрических фильтрах // ДАОО Ф. Р-1991. Оп. 5. Спр. 174. 221 арк.
102. Исторический обзор работы электротехнического факультета Харьковского политехнического института за 1930–1960 гг. // ДАХО. Ф. Р-1682. Оп. 8, Т.3 Спр. 3498. 12 арк.
103. История электротехники / под ред. И. А. Глебова. Москва: изд. МЭИ, 1999. 524 с.

104. История энергетической техники СССР. Т.2. Электротехника: в 3-х т. / под. ред. Л.Д. Белькинда. Москва. Ленинград: ГОСЭНЕРГОИЗДАТ, 1957. 728 с.
105. Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України. Історія [Електронний ресурс] URL: <https://ipme.kiev.ua/istoriya> (дата звернення: 01.02.2021).
106. Інтерактивний Львів: Владзімеж Круковський, (1887–1941). Режим доступу: <https://www.lia.lvivcenter.org/uk/persons/krukowski-wlodzimierz> (дата звернення: 01.02.2021).
107. Історична довідка кафедри ТЗЕ. Режим доступу <http://science.lpnu.ua/uk/letsh-2017/istorychna-dovidka> (дата звернення: 01.02.2021).
108. Історія Інституту електродинаміки НАН України. Інститут електродинаміки НАН України. Історія [Електронний ресурс] URL: <https://ied.org.ua/files/history-ied.pdf> (дата звернення: 01.02.2021).
109. Історія кафедри теоретичної електротехніки НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» [Електронний ресурс] URL: https://toe.fea.kpi.ua/history_detailed.html (дата звернення: 01.02.2021).
110. Історія Національної академії наук України 1918–1998 / Ред. Ю. О. Храмов. Київ: Фенікс, 2000. 527 с.
111. Калакура Я. С. Історичне джерелознавство / за заг. ред. Я.С. Калакури. Київ: Либідь, 2002. 488 с.
112. Калакура Я. С. Класифікація джерел із всесвітньої історії як дослідницький метод. *Україна-Європа-Світ. Серія: Історія, міжнародні відносини*. 2015. Вип. 15. С. 185–197.
113. Калантаров П. Л., Нейман Л. Р., Определение понятий, относящихся к области электромагнитных явлений. *Электричество*. 1949. №2. С. 16–20.

114. Кафедра електричні системи і мережі Національного університету «Чернігівська політехніка». URL: <http://eim.stu.cn.ua/> (дата звернення: 01.02.2021).

115. Кафедра електричної інженерії Донецького національного технічного університету URL: <http://elin.donntu.edu.ua/index.html> (дата звернення: 01.02.2021).

116. Кафедра електромеханічної інженерії Одеського національного політехнічного інституту. URL: <https://opu.ua/ru/kaf-ei> (дата звернення: 01.02.2021).

117. Кафедра електротехніки Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» URL: <https://vde.nmu.org.ua/ua/> (дата звернення: 01.02.2021).

118. Кафедра теоретичної електротехніки та електричних вимірювань Вінницького Національного технічного університету. URL: <http://teev.vntu.edu.ua/index.html> (дата звернення: 01.02.2021).

119. Київський політехнічний інститут. Нарис історії. / ред. Г.Ф. Беляков, Є.С. Василенко, М.Ф. Вілков та ін. Київ: Наукова думка, 1995. 320 с.

120. Кирик В. В., Халіков В. А. Комп'ютерні технології моделювання та дослідження електротехнічних систем. Київ: видав. Академії муніципального управління МОН України, 2009. 213 с.

121. Кирпатовский С. И. Обоснование теории полной мощности многофазной цепи. Известия высших учебных заведений. Энергетика. 1959. №2. С.30–41.

122. Кляцкин И. Г. Из истории электротехники. Генрих Герц к 100-летию со дня рождения. *Электричество*. 1957. №3. С. 70–73.

123. Кожушко Б. В. Фізика в найстарішому технічному закладі України (1844–1920). *Питання історії науки і техніки*. Київ, 2013. №3. С. 20–28.

124. Кожушко Б. В., Шендеровський В. А. Початковий етап викладання предмету електротехніки у Львівській політехнічній школі. *Збірник праць НТШ*. Т.7. Львів. 2012. С. 32–36.
125. Колесник І. І. Українська культура та історіографія: історія ментальностей. *Український історичний журнал*. 2002. №1. С. 26–37.
126. Колтачихіна О. Ю. Нові сторінки з життя фізика-теоретика Леона Йосиповича Кордиша. *Наука та наукознавство*. 2006, №4. С.61–70.
127. Копии дипломов докторов технических наук 1924 г. // ДАЛО. Фонд 27. Опис. 3. Том.1 Спр. 327. Арк. 7.
128. Короткий українсько-російський словник / під ред. В. С. Перхача. Львів : Львівський політехнічний інститут, 1990. 124 с.
129. Кравчук Л. В. Шендеровський В. А., Коростяна Н. П. Відкриття Стефана Стубелевича в галузі електродинаміки. *Вісник НТУ «ХПІ»*. 2009. № 48(17). С. 65–72.
130. Краткая справка по истории ХЭТИ за 1930-1946гг. // ДАХО. Ф. Р-5404. Оп. 2. Спр. 59. 14 арк.
131. Краткий обзор, отчеты и другие материалы о деятельности института за 1925/29 у.г. О деятельности общеинститутских электротехнических и физико-математических предметных комиссий // ДАК. Ф. Р-308. Оп. 1. Спр. 399. 52 арк.
132. Краткий отчет об итогах научной и научно-организационной деятельности Института электродинамики АН УССР за 1965 г. ДСП // Архів ІА НБУ ім. В.І. Вернадського. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 527. 58 арк.
133. Кудрявцев П. С. История физики (в 3-х томах). Том 2. От Менделеева до открытия кванта. Москва: Учпедиздат, 1956. 488 с.
134. Кузнецов Б. Г. Из истории электротехники. Два века русской электротехнической мысли. *Электричество*. 1937. №11. С. 45–56.
135. Кузнецов Б. Г. История энергетической техники. Москва–Ленинград: ОНТИ, 1937. 312 с.

136. Кузнецов Б. Г. Очерки по истории электротехники. Москва–Ленинград: ОНТИ, 1936. 101 с.
137. Кузнецов Б. И., Никитина Т. Б., Татарченко М. О., Хоменко В. В. Многокритериальный синтез анизотропийных регуляторов многомассовых электромеханических систем. *Технічна електродинаміка*. Київ, 2014. С. 105–107.
138. Кузнецов В. Г., Куренный Э. Г., Лютый А. П. Электромагнитная совместимость. Несимметрия и несинусоидальность напряжения. Донецк. «Норд-пресс», 2005. 250 с.
139. Кузнецов В. Г., Тугай Ю. И., Баженов В. А. Оптимизация режимов электрических сетей. ІЕД. Київ: Наукова думка, 1992. 145 с.
140. Кузнецов В. Г., Григор'єв О. С., Данилюк В. Б. Зниження несиметрії та несинусоїдальності напруг в електричних мережах. Київ: Наукова думка, 1992. 240 с.
141. Кун Т. Структура научных революций. Москва: Прогресс, 1977. 300 с.
142. Куровський Т., Таранов С. Теорія лінійних та нелінійних систем. Зелена Гура: Видавництво Технічного університету, 2003. 142 с.
143. Кушлакова Н. М. Науково-технічні товариства промислових регіонів України (1870–1917): монографія./ від. ред. В.С. Савчук. Павлоград: Арт Синтез-Т, 2016. 588 с.
144. Лавріненко О. В. Внесок О.П. Сукачова у формування термінологічного апарату теоретичної електротехніки. *Актуальні проблеми автоматики та приладобудування: матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції*, 6–7 грудня 2018 р., Харків, 2018. С. 234–235.
145. Лавріненко О. В. Вчений у галузі електротехніки – професор В.Л. Бенін (до 100-річчя зі дня народження) Історія науки і техніки: *Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій*. 2018. Том 8. Вип. 2 (13). С. 328–339.

146. Лавріненко О. В. Діяльність науково – педагогічних шкіл з теоретичної електротехніки в системі вищої професійної технічної освіти України 1991 – 2017 рр. *Двадцять четверта всеукраїнська наукова конференція молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів за темою: «Наука як феномен національної культури» мат. конф.*, 19 квітня 2019 р., Київ, 2019. С. 115–118.

147. Лавріненко О. В. Напрями розвитку теоретичної електротехніки в Україні у 60-ті рр. ХХ ст. *«Гілея: науковий вісник»: збірник наукових праць*. 2020. Вип. 153 (№2). С. 86–90.

148. Лавріненко О. В. Наукова електротехнічна школа Львівського політехнічного інституту наприкінці ХІХ ст. – початку ХХ ст. *Virtus: Scientific Journal*. 2019. № 38 (November). Р. 172–176.

149. Лавріненко О. В. Передумови виникнення та періодизація розвитку теоретичної електротехніки в Україні (1930 р. – початок ХХІ ст.) *Міжвідомчий тематичний збірник «Історія науки і біографістика» – електронне наукове фахове видання*. 2019. №4. С. 191–209. URL: <http://inb.dnsgb.com.ua/2019-4/12.pdf> (дата звернення: 01.02.2021).

150. Лавріненко О. В. Розвиток теоретичних основ електротехніки в контексті підготовки інженерів в НТУ«ХПІ». *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей ХХVІІ міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2019*, 15–17 травня 2019 р., Харків, 2019. С. 31.

151. Лавріненко О. В. Розвиток теоретичної електротехніки в інституті Електродинаміки НАН України (1991–2017 рр.) *«Гілея: науковий вісник»: збірник наукових праць*. 2019. Випуск 144 (№5) Ч.1. Історичні науки. С. 63–69.

152. Лавріненко О. В. Розвиток української наукової школи з теоретичної електротехніки в ДУ «Інституті технічних проблем магнетизму НАН України». *Чотирнадцяті наукові читання, присвячені діяльності*

Олександра Парфенійовича Бородин (1848–1898): мат. доповідей, 17 листопада 2018 р., Київ, 2018. С. 48–52.

153. Лавріненко О. В. Формування теоретичної електротехніки як фундаментальної наукової та навчальної дисципліни в Україні на початку ХХ ст. *Матеріали 18-ї Всеукраїнської наукової конференції «Актуальні питання історії науки і техніки»*, 26–28 вересня 2019 р., Краматорськ, 2019. С. 168–173.

154. Лавріненко О. В. Характеристика джерельної бази розвитку теоретичної електротехніки в Україні. *Питання історії науки і техніки*. 2019. №3–4(53–54). С. 38–44.

155. Лавріненко О. В. Харківська електролабораторія як окремий науковий осередок в структурі інституту електротехніки АН УРСР/ *Одинадцяті наукові читання, присвячені діяльності Олександра Парфенійовича Бородин (1848–1898): мат. доповідей*, 14 жовтня 2015 р., Київ, 2015. С. 18–21.

156. Лавріненко О. В. А.Д. Нестеренко – видатний вчений у галузі приладобудування та електровимірювальної техніки. *Актуальні проблеми автоматики та приладобудування: матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції*, 3–4 грудня 2020 р., Харків, 2020. С. 126–127.

157. Лавріненко О. В. Інноваційні дослідження професора В.Л. Беніна в галузі теоретичної електротехніки (до 100-річчя зі дня народження) / *Матеріали 17-ї Всеукраїнської наукової конференції «Актуальні питання історії науки і техніки» Центр пам'яткознавства НАН України і УТОПІК; Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*, 27–29 вересня 2018 р., Київ, 2018. С. 135–138.

158. Лебедев В. И. Электричество, магнетизм, электротехника в её историческом развитии. Москва–Ленинград: ОНТИ, 1937. 176 с.

159. Липковский К. А. Трансформаторно-ключевые исполнительные структуры преобразователей переменного напряжения. Киев: Наукова думка, 1983. 216 с.
160. Литвинко А. С. «Микола Миколайович Боголюбов та статистична фізика в Україні». Київ: Академперіодика, 2015. 304 с.
161. Ляховицкий Ю. М. Попранная мезуза. «Книга Дробицкого Яра» : свидетельства, факты, документы о нацистском геноциде еврейского населения Харькова в период оккупации. 1941– 1942. Вып. 1. Харьков. : Основа, 1991. 192 с.
162. Львівська політехніка в публікаціях (1844–2013) / Нац. ун-т «Львівська Політехніка», Наук.- техн. бібл.; уклад.: І. О. Белоус, Г. К. Белявська, М. В. Загачевська, Н. В. Козел. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2014. 692 с.
163. Львівщина та львів'яни / За редакцією О. Дейно. Львів. : Віка, 2004. 521 с.
164. Магнетизм космических аппаратов / В. Ю. Розов та ін. *Технічна електродинаміка. Тематичний випуск «Проблеми сучасної електротехніки»*. 2010. Ч.2 . С. 144–147.
165. Макаренко М. П., Сенько В. І., Юрченко М. М. Моделювання мережних перетворювачів електроенергії модуляційного типу. Київ: ІЕД НАН України, 2002. 139 с.
166. Максимович Н. Г. Линейные цепи и их преобразование. Гостехиздат, 1961. 264 с.
167. Максимович Н. Г., Батрагин Ю. Е. Сборник программированных задач по теоретическим основам электротехники. Издательство Львовского университета, 1967. 572 с.
168. Матеріали методическої роботи опорної кафедри Харківського Вузовського узла 1971/1972 гг. // ДАХО. Ф. Р-1682. Оп. 13. Спр. 3877. 40 арк. (163)

169. Материалы методической работы опорной кафедры Харьковского Вузовского узла 1968/1969 гг. // ДАХО. Ф. Р-1682. Оп. 13. Спр. 2585. 10 арк.

170. Материалы по выполнению важнейшей научно-исследовательской работы преподавателями Харьковского политехнического института и подготовка научных кадров за 1950-1957 гг. (справки, докладные) // ДАХО. Ф. Р-1682. Оп. 8. Т. 1. Спр. 248. 133 арк.

171. Материалы по образованию опорной кафедры по общетехническим дисциплинам в г. Харькове на базе кафедры ТОЭ ХПИ за 1968 г. // ДАХО. Ф. Р-1682. Оп. 13. Спр. 2584. 8 арк.

172. Матеріали міжнародного симпозіуму: проблеми електроенергетики, електротехніки та електромеханіки SIEMA–2014. Харків: НТУ «ХПІ», 2014. 124 с.

173. Меерович Э. А. и др. Развитие электротехники и энергетики в Советских социалистических республиках. *Электричество*. №12. С. 1–22.

174. Милях А. Н. Лаборатории Харьковского электротехнического института. *Электричество*. 1937. №16. С. 29–34.

175. Милях А. Н. Основы теории электродинамических систем с тремя степенями свободы. Киев: Изд-во АН УССР, 1956. 184 с.

176. Милях А. Н., Кубышин Б. Е., Волков И. В. Индуктивно-емкостные преобразователи источников напряжения в источники тока. Киев : Наукова думка, 1964. 304 с.

177. Милях А. Н., Чиженко И. М., Шидловский А. К. Развитие электротехнической науки на Украине. *Техническая электродинамика*. 1980 №6. С. 13–24.

178. Милях А. Н., Шидловський А. К. Кузнецов В. Г. Схемы симметрирования однофазных нагрузок в трехфазных цепях. Киев: Наукова думка, 1973. 217 с.

179. Милях А. Н., Шидловський А. К. Принцип взаимности и обратимости явлений в электротехнике. Киев: Наукова думка, 1967. 316 с.

180. Милях А.Н., Волков И.В. Системы неизменного тока на основе индуктивно-емкостных преобразователей. Киев : Наукова думка, 1974. 216 с.
181. Милях А. М., Кирпатовский С. И. Из истории становления и развития теоретических основ электротехники на Украине. *Теоретическая электротехника: сб. научн. тр.* Львов: Издательство Львовского Университета, Вып.№3. 1967. С. 3–15.
182. Миткевич В.Ф. Работы Фарадея и современное развитие приложений электрической энергии. Москва–Ленинград: ГТТИ, 1932. 20 с.
183. Наместнік С. Г. Особливі режими в послідовному RLC-контурі з реверсивним комутатором: дис. ... канд. техн. наук: 05.09.05. / Інститут електродинаміки НАН України. Київ, 2002. 183 с.
184. Насильство над цивільним населенням України. Документи спецслужб. 1941-1944 / уклад.: В. Васильєв, Н. Кашеварова, О. Лисенко та ін. Київ: Видавець В. Захаренко, 2018. 752 с.
185. Наукові школи на кафедрі теоретичної електротехніки НТУ «КПІ» URL: https://toe.fea.kpi.ua/scientific_schools.html (дата звернення: 01.02.2021).
186. Науково-дослідна лабораторія кафедри ТЗЕ НУ «ЛПІ» URL: <https://lpnu.ua/ndl-47> (дата звернення: 01.02.2021).
187. Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». Історія розвитку. 1885-2010 / за ред. В. І. Ніколаєнка Харків: НТУ «ХПІ», 2010. 408 с.
188. Нестеренко А. Д. Введение в теоретическую электротехнику. Київ: Наукова думка, 1969. 351 с.
189. Новый алгоритм широтно-импульсной модуляции выходного напряжения трехфазного автоматного инвертора с нейтральной точкой / Сенько В.И. и др. *Технічна електродинаміка*. 1994. №1 С.13–17.
190. Особова справа А. Д. Нестеренка // Архів ІА НБУ ім. В.І. Вернадського. Ф. 131. Оп. 2. Спр. 6. 93 арк.

191. Особова справа В. Л. Беніна // Архів НТУ«ХП». Ф. Р-1682. Спр. 106656. 96 арк.
192. Особова справа Г. Сокольницького // ДАЛО. Фонд 27. Опис. 4. Спр. 600. 29 арк.
193. Особова справа Г. Е. Пухова // Архів НУ «Львівська політехніка» Ф. Р-120. Опис. 1-1. Спр. 409. 70 арк.
194. Особова справа Г. Є. Пухова // Архів Президії НАН України. Ф. 251. Оп. 632. Спр. 21. 108 арк.
195. Особова справа К. Олеарського // ДАЛО. Фонд 27. Опис. 4. Спр. 992. 5 арк.
196. Особова справа О. М. Ефроса // Архів НТУ«ХП». Ф. Р-4203. Спр. 1052. 31 арк.
197. Особова справа О. М. Міляха // Архів Президії НАН України. Ф. 251. Оп. 632. Спр. 40.
198. Особова справа О.П. Сукачева // Архів НТУ«ХП». Ф. Р-1682 Спр. 53264. 7 арк.
199. Особова справа О.П. Сукачева // Архів НТУ«ХП». Ф. Р-5404. Спр. 2506. 37 арк.
200. Особова справа С. І. Кирпатовського // Архів НУ«Львівська політехніка». Ф. Р-120. Опис. 1-1. Спр. 106. 197 арк.
201. Особова справа С. Фризе // ДАЛО. Фонд 27. Опис. 4. Спр. 669. 7 арк.
202. Особова справа студента О.М. Данилевського // Архів НТУ«ХП». Ф. Р-5404. Спр. 3445. 7 арк.
203. Особова справа студента О.М. Ефроса // Архів НТУ«ХП». Ф. Р-5404. Спр. 5942. 7 арк.
204. Остроумов Г. В. Расчет наведенного тока в металлической трубе, находящейся в поле коаксиального цилиндрического индуктора *Электричество*. 1968. №7. С. 85–87.

205. Отчет о научной деятельности Института Электродинамики АН СССР за 1970 г. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 850. 250 арк.

206. Отчет о научной деятельности Института Электродинамики АН СССР за 1975 г. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 137. 345 арк.

207. Отчет о научной деятельности Института Электродинамики АН СССР за 1986 г. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1 Спр. 83. 183 арк.

208. Отчет о научной работе кафедры ТиОЭ ЛПИ за 1965 г. // ДАЛО. Ф. Р-120. Оп. 25. Спр. 44. 10 арк.

209. Отчет о научно-исследовательской работе кафедры ТиОЭ ЛПИ за 1955 г. // ДАЛО. Ф. Р-120. Оп. 26. Спр. 92. 5 арк.

210. Отчет о научно-исследовательской работе кафедры ТОЭ ХПИ за 1965 г. // ДАХО. Ф. Р-1682. Оп. 13. Спр. 1442. 3 арк.

211. Отчет о научно-исследовательской работе кафедры ТОЭ ХПИ за 1967 г. // ДАХО. Ф. Р-1682. Оп. 13. Спр. 1773. 3 арк.

212. Отчет о научно-исследовательской работе кафедры ТОЭ ХПИ за 1968 г. // ДАХО. Ф. Р-1682. Оп. 13. Спр. 2583. 3 арк.

213. Отчет о научно-исследовательской работе КПИ 1958 г. // ДАК Ф. Р-308. Оп. 10. Спр. 214. 97 арк.

214. Отчет о научно-исследовательской работе КПИ 1960 г. // ДАК Ф. Р-308. Оп. 10. Спр. 250. 115 арк.

215. Отчет о научно-исследовательской работе КПИ 1964 г. // ДАК Ф. Р-308. Оп. 10. Спр. 317. 119 арк.

216. Отчет о научно-исследовательской работе лабораторий кафедры теоретических основ электротехники КПИ за 1966 г. // ДАК. Ф. Р-308. Оп. 20. Спр. 11. 16 арк.

217. Отчет о научно-исследовательской работе лаборатории компенсационных преобразователей 1969 г. // ДАК. Ф. Р-308. Оп. 20. Спр. 84. 11 арк.

218. Отчет о работе аспирантуры Института электродинамики АН УССР за 1988 г. // НТА ІЕД НАН України. Ф. 263. Оп. 1. Спр. 1129. 5 арк.
219. Отчет о работе кафедры ТОЭ КПИ за 1969-1973 гг. // ДАК. Ф. Р-308. Оп. 20. Спр. 152. 15 арк.
220. Отчет о работе кафедры ТОЭ ХПИ за 1969/1970 уч.г // ДАХО Ф. Р-1682. Оп. 13. Спр. 3015. 5 арк.
221. Отчет о работе кафедры ТОЭ ХПИ за 1977–1978 уч.г // ДАХО Ф. Р-1682. Оп. 15. Спр. 43. 19 арк.
222. Отчет о работе кафедры ТОЭ ХЭТИ 1947/1948 гг. // ДАХО Ф. Р-5404. Оп. 2. Спр. 84. 3 арк.
223. Отчет о работе ХЭТИ 1943/1944 гг. // ДАХО. Ф. Р-5404. Оп. 2. Спр. 27. 21 арк.
224. Отчет о работе электротехнического факультета за 1950/1951 г. // ДАХО Ф. Р-1682. Оп. 8. Спр. 190. 38 арк.
225. Отчет Харьковского политехнического института по научно-исследовательской работе за 1980 г. // ЦДАВО України Ф. 4621. Оп. 13. Спр. 5507. 482 арк.
226. Педагог, ученый-физик Борис Федорович Цомакион. К 140-летию со дня рождения. URL :<http://gosudarstvennyi-arkh/users/informatsiya-opamyatnykh-sobytyakh/761> (дата звернення: 01.02.2021).
227. Переписка об итогах работы ХЭТИ и сведения о профессорско-преподавательском составе 1949 г. // ДАХО Ф. Р-5404. Оп. 2. Спр. 129. 42 арк.
228. Перспективные планы НИР ХПИ на 1971-1975 гг. // ДАХО Ф. Р-1682. Оп. 13. Спр. 4161. 42 арк.
229. Перхач В. С., Горячко В. І. Математичне моделювання усталених режимів синхронної машини. Електроенергетичні та електромеханічні системи. *Вісник Держ. Ун–т «Львів. політехніка»*. 1997. № 334. С. 81 – 85.
230. План важнейших НИР КПИ за 1953 гг. // ДАК. Ф. Р-308. Оп. 1. Спр. 91. 43 арк.

231. План и отчет о НИР кафедры ТОЭ КПИ за 1966 гг. // ДАК. Ф. Р-308. Оп. 20. Спр. 10. 17 арк.
232. План и отчет о НИР кафедры ТОЭ КПИ за 1968 гг. // ДАК. Ф. Р-308. Оп. 20. Спр. 57. 16 арк.
233. План и отчет о НИР кафедры ТОЭ КПИ за 1970 гг. // ДАК. Ф. Р-308. Оп. 20. Спр. 100. 14 арк.
234. План и отчет о НИР лаборатории компенсационных преобразователей КПИ за 1971 гг. // ДАК. Ф. Р-308. Оп. 20. Спр. 123. 10 арк.
235. План НИР ХГУ им. А.М. Горького на 1941 г. // ДАХО Ф. Р-2792. Оп. 19. Спр. 10. 37 арк.
236. План прийому аспірантів у вищій учбовій закладі МВО УРСР за 1956 р. // ЦДАВО України. Ф. Р-4621. Оп. 7. Спр. 81. 9 арк.
237. Подольцев А. Д., Кучерявая И. Н. Мультифизическое моделирование в электротехнике. Київ: Ін-т електродинаміки НАН України, 2015. 305 с.
238. Подольцев А. Д., Кучерявая И. Н. Элементы теории и численного расчета электромагнитных процессов в проводящих средах. Киев, 1999. 363 с.
239. Подольцев О. Д., Кучерява І. М. Багатомасштабне моделювання в енергетиці. Київ: ІЕД НАН України, 2011. 255 с.
240. Поливанов К. М. Георг Симон Ом: К столетию со дня смерти. *Электричество*. 1954. № 7. С. 70–76.
241. Поливанов К. М. Система единиц мер в электротехнике. *Электричество*. 1938. №6. С. 21–26.
242. Попова Т. Н. Дисциплинарный образ науки: подходы и понятия. Одесса: Бондаренко А.М., 2019. 392 с.
243. Постников И. М. Обобщенная теория и переходные процессы электрических машин. Киев: Техника, 1966. 436с.
244. Постников И. М. Проектирование электрических машин. Киев: Гостехиздат, 1952. 736 с.

245. Построение расчетной модели поля в зазоре линейного асинхронного двигателя / О. В. Тозони и др. *Электричество*. 1985. № 10. С.5–9.

246. Приложение к техническому проекту по восстановлению высоковольтного зала ХЭТИ 1944 г. // ДАХО. Ф. Р-5404. Оп. 2. Спр. 38. 4 арк.

247. Протоколы №1–10 заседаний Ученого совета Института электродинамики АН УССР с приложениями к ним за 1963 г. // Архів ІА НБУ ім. В.І. Вернадського. Ф. 263. Оп. 1. Спр. 437. 186 арк.

248. Протоколы №1-12 заседаний Ученого Совета 25.09.1939-28.06.1940 гг. ХЭТИ // ДАХО. Ф. Р-5404. Оп. 2. Спр. 13. 190 арк.

249. Протоколы №1-19 заседаний Ученого Совета ХЭТИ 03.10.1938-05.07.1939 гг. // ДАХО. Ф. Р-5404. Оп. 2. Спр. 9. 315 арк.

250. Протоколы №1-8 заседаний Ученого Совета ХЭТИ 03.11.1935-29.06.1936 гг. // ДАХО. Ф. Р-5404. Оп. 2. Спр. 5. 28 арк.

251. Протоколы №1-8 заседаний Ученого Совета ХЭТИ 11.09.1940-05.03.1941 г. // ДАХО. Ф. Р-5404. Оп. 2. Спр. 18. 162 арк.

252. Протоколы №1-8 заседаний Ученого Совета ХЭТИ 29.08.1934-20.06.1935 гг. // ДАХО. Ф. Р-5404. Оп. 2. Спр. 3. 63 арк.

253. Протоколы №1-8 заседаний Ученого Совета ХЭТИ 29.09.1936-19.05.1937 гг. // ДАХО. Ф. Р-5404. Оп. 2. Спр. 7. 96 арк.

254. Протоколы №1-9 заседаний Учебного комитета ХЭТИ 1933/1934 у.г. // ДАХО Ф. Р-5404. Оп. 2. Спр. 2. 52 арк.

255. Протоколы №9-14 заседаний Ученого Совета ХЭТИ 02.04.1941-25.06.1941 г. // ДАХО. Ф. Р-5404. Оп. 2. Спр. 22. 190 арк.

256. Протоколы заседаний кафедры ТиОЭ ЛПИ 25.09.1964-15.06.1965 // ДАЛО. Ф. Р-120. .Оп. 25. Спр. 29. 50 арк.

257. Протоколы заседаний кафедры ТиОЭ ЛПИ 28.03.1947-28.06.1947 // ДАЛО. Ф. Р-120. Оп. 26. Спр. 5. 5 арк.

258. Протоколы заседаний кафедры ТиОЭ ЛПИ 31.08.1949-18.05.1950 // ДАЛО. Ф. Р-120. .Оп. 26. Спр. 40. 20 арк.
259. Протоколы заседаний кафедры ТиОЭ ЛПИ за 1975/1976 уч. г. // ДАЛО. Ф. Р-120. Оп. 25. Спр. 163. 45 арк.
260. Протоколы заседаний кафедры ТОЭ ХПИ 1963/1964 у.г. // ДАХО Ф. Р-1682. Оп. 13. Спр. 840. 15 арк.
261. Протоколы заседаний кафедры ТОЭ ХПИ 1966/1967 у.г. // ДАХО Ф. Р-1682. Оп. 13. Спр. 1772. 25 арк.
262. Протоколы заседаний кафедры ТОЭ ХПИ 1969/1970 у.г. // ДАХО Ф. Р-1682. Оп. 13. Спр. 3014. 25 арк.
263. Протоколы заседаний кафедры ТОЭ ХЭТИ 1947/1949 гг. // ДАХО Ф. Р-5404. Оп. 2. Спр. 107. 38 арк.
264. Протоколы заседаний кафедры ТОЭ ХЭТИ 1948-1948 гг. // ДАХО Ф. Р-5404. Оп. 2. Спр. 83. 42 арк.
265. Протоколы заседаний совета Индустриального института 1934 г. // ДАОО. Фонд Р-126. Опис. 2. Спр. 12. 30 арк.
266. Протоколы заседаний Ученого Совета Института электродинамики АН УССР за 1967 г. // Архів ІА НБУ ім. В.І. Вернадського. Ф. 263. Оп. 1. Спр. 616. 169 арк.
267. Протоколы совещаний заведующих кафедр ХЭТИ за 1947-1949гг. // ДАХО. Ф. Р-5404. Оп. 2. Спр. 79. 64 арк.
268. Прудеус І. Н., Шишка О. В. Історія радіотехнічної освіти і науки у Львівській Політехніці (1952–2012). Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2015. 214 с.
269. Пухов Г. Е. Теория метода подсхем. *Электричество*. 1952. №8. С. 65–73.
270. Пухов Г. Е., Евдокимов В. Ф. Синьков М.В. Разрядно-аналоговые вычислительные системы. Москва: Сов. Радио. 256 с.
271. Пухов Г. Е. Методы анализа и синтеза квазианалоговых электронных цепей. Київ: Наукова думка, 1967. 568 с.

272. Пухов Г. Е., Жук Д. К. Синтез многосвязных систем управления по методу обратных операторов. Киев: Наукова думка, 1966. 219 с.
273. Пучко О. А. З історії підготовки інженерно-технічних кадрів на Україні в перше десятиріччя Радянської влади. *Український історичний журнал*. Київ, 1978. №9. С.90–92.
274. Пятилетний план НИР КПИ за 1946-1950 гг. // ДАК. Ф. Р-308. Оп. 1. Спр. 10. 56 арк. (268)
275. Радовский М. И. Из истории электротехники. Дюфэ – основатель дуалистической теории электричества. *Электричество*. 1938. №4. С. 74–79.
276. Радовский М. И. Из истории электротехники. К 150-летию со дня рождения Ома. *Электричество*. 1939. №12. С. 59–61.
277. Радовский М. И. Из истории электротехники. Начальный этап учения об электричестве. *Электричество*. 1938. №3. С. 59–64.
278. Радовский М. И. Исследования Эпинуса в области электромагнетизма (1724–1802). *Электричество*. 1940. №9. С. 51–53.
279. Развитие электротехники в Советском Союзе за 30 лет. Теоретические основы электротехники. *Электричество*. 1947. №11. С. 11–15, 93–98.
280. Развитие электротехники и энергетики в Советских социалистических республиках / Э. А. Меерович и др. *Электричество*. 1982. №12. С. 1–22.
281. Расчепкин А. Р., Кондратенко И. П. Методологические основы анализа электромагнитных процессов в линейных индукционных машинах. Киев: Ін-т електродинаміки НАН України, 2017. 355 с.
282. Рашеев Л.Н. Профессор Александр Александрович Скоморохов (к 25-летию научно-учебной деятельности). *Вісті Київського політехнічного інституту*. 1928. Кн.1. С. 131–135.
283. Резинкина М. М., Гринченко В. С., Лобжанидзе Л. Э. Численное исследование магнитного поля разноразмерных объектов *Технічна*

електродинаміка. Тематичний випуск «Проблеми сучасної електротехніки». 2010. Ч.2. С. 189–192.

284. Резинкіна М. М., Резинкін О. Л., Данилюк А. Р., Ревуцький В. І., Гученко А. Н. Фізичне моделювання електрофізичних процесів при пробі довгих повітряних проміжків. *Технічна електродинаміка*. 2017. № 1. С. 29–34.

285. Репина Л. П. История через личность: историческая биография сегодня. Москва: Квадрига, 2010. 720 с.

286. Розов В. Ю., Гетьман А. В., Петров С. В., Ерисов А. В., Меланченко А. Г., Хорошилов В. С., Шмидт И. Р. Магнетизм космических аппаратов. *Технічна електродинаміка. Тематичний випуск «Проблеми сучасної електротехніки»*. 2010. Ч.2. С. 144–147.

287. Розов В. Ю. Інститут технічних проблем магнетизму НАН України. Історія та сьогодення. Інститут технічних проблем магнетизму НАН України. Харків, 2018. 20 с.

288. Розов В. Ю. К 40-летию научно-технического центра магнетизма технических объектов НАН Украины. История, достижения, перспективы. *Технічна електродинаміка*. 2010. №3. С. 74–80.

289. Розов В. Ю., Гетьман А. В. Структура контурных динамических систем для практического гармонического анализа магнитного поля технических объектов. *Технічна електродинаміка. Тематичний випуск «Проблеми сучасної електротехніки»*. 2008. Ч. 3. С. 97–100.

290. Рокіцький О.М. Іван Пулюй у світовій науці і техніці: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. іст. наук : спец.07.00.07 «Історія науки і техніки». Київ. 2002. 21 с.

291. Російсько-український науково-технічний словник / під ред. В.С. Перхача та Б. М. Кінаша, Львів : ЛОКД, 1997. 456 с.

292. Савчук В.С., Сях А.В. Георгій Євгенович Євреїнов – знакова постать гірничої науки. *Наддніпряньська Україна: історичні процеси, події, постаті*. Дніпропетровськ: Видавництво ДНУ. 2012. Вип 10. С.193–204.

293. Сведения о подготовке к защите докторских и кандидатских диссертаций сотрудников Института электротехники АН УССР за 1950г. // Архів ІА НБУ ім. Вернадського. Ф.263. Оп. 1. Спр.56. 5 арк.

294. Світлична О. Є. Вибір параметрів ефективних засобів блискавкозахисту електроенергетичних об'єктів за допомогою моделювання електрофізичних процесів: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.14.02. / Націон. техн. ун-т «Харків. політехн. ін.-т». Харків, 2016. 20 с.

295. Сенько В. І., Михайленко В. В., Юрченко М. М., Юрченко О. М., Чуняк Ю. М. Аналіз електромагнітних процесів у колах з напівпровідниковими перетворювачами з сімнадцятизонним регулюванням вихідної напруги. *Технічна електродинаміка*. Київ, 2016. № 5. С. 23–25.

296. Сигорский В. П. Общая теория четырехполюсника. Киев: Изд-во АН УССР, 1955. 315с.

297. Сигорский В. П. Методы анализа электрических схем с многополюсными элементами. Киев: Изд-во АН УССР, 1958. 402с.

298. Симоненко О. Д. Электротехническая наука в первой половине XX века: монография. Москва: Наука, 1988. 144 с.

299. Сисоян Г. А. Построение курса «Теоретические основы электротехники». *Электричество*. 1964. №5. С. 74–76.

300. Сідорчук Т. Г. Підготовка наукових та науково-педагогічних кадрів через аспірантуру в Україні (1920-ті – 1970-і роки): Автор. Дисертації канд. іст. наук: 07.00.01. / Запоріжський держ. університет., Запоріжжя, 1998. 20 с.

301. Сільвестров А. М. , Скринник О. М. , Спінул Л. Ю. Оцінювання статичної нелінійної складової динамічної системи . *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2016. Вип. 4. С. 41–43.

302. Слободян Л. Р., Трофимова Н. В. До історії кафедри теоретичних основ електротехніки КПІ. *Питання історії науки і техніки*. Київ, 2011 №2. С. 43–47.

303. Слободян Н. Р., Трофимова Н. В., Чибеліс В. І. Становлення та розвиток теоретичної електротехніки в вищих навчальних закладах України. *Питання історії науки і техніки*. 2014. №1. С. 2–11.

304. Спасский Б. И. История физики. Ч.1 и Ч2. / Учебное пособие для вузов. Москва: Высшая школа, 1977. 320 с.

305. Спінул Л. Ю., Галушко В. В., Гришко О. С. До 100-річчя факультету електроенергетики та автоматики: Артем'єв М.А.– засновник електротехнічної школи у Київській політехніці. *Міжнародний науково-технічний журнал «Сучасні проблеми електроенергетики та автоматики»*, Київ, 2018. С. 630–634.

306. Спогади професора кафедри ТОЕ НТУ «ХП» А. М.Борисенка // Фонд кафедри ТОЕ НТУ «ХП». 7арк.

307. Справка от 30.05.1945 г. о деятельности ХЭТИ за 1930-1945гг. // ДАХО. Ф. Р-5404. Оп. 2. Спр. 42. 12 арк.

308. Статистические данные о развитии Политехники, о студентах по факультетам, о выданных дипломах, диаграммы роста кафедр 1930-1937 гг. // ДАЛО. Ф. 27. Оп. 3. Спр. 1161. 79 арк.

309. Статистические отчеты о выпуске молодых специалистов ХЭТИ 1930-1940 гг. // ДАХО. Ф. Р-5404. Оп. 2. Спр. 16. 3 арк.

310. Стахів П. Г. Витоки та розвиток електротехнічної освіти і науки у Львівській Політехніці (1891–2016) Л.: Вид-во Львівської політехніки, 2017. 214 с.

311. Стахів П. Г., Козак Ю. Я., Гоголюк О. П. Підвищення ефективності алгоритмів побудови макромоделей об'єктів електроенергетичних систем. *Технічна електродинаміка*. 2014. № 5. С. 29–31.

312. Створення, становлення та розвиток кафедри електроенергетики НТУ «Дніпровська політехніка». URL: <https://se.nmu.org.ua/ua/kafedra/istoriya/stvorenya/> (дата звернення: 01.02.2021).

313. Степанович Є. П. З історії вищої спеціальної освіти на Україні. *Український історичний журнал*. Київ, 1982. № 1. С. 72–79.
314. Стогній Б. С. На шляхах автоматизації електричних систем. *Технічна електродинаміка*. 2007. №3. С. 41–50.
315. Страхов С. В. Современное состояние и перспективы развития курса «Теоретические основы электротехники». *Электричество*. 1964. №4. С. 86–87.
316. Стретт М. Д. О. Функции Ляме, Матъе и родственные им в физике и технике / пер. с нем. А. М. Эфрос. Киев–Харьков: ОНТИ, 1935. 242 с.
317. Сукачев А. П. Определение понятий, относящихся к области электромагнитных явлений и электрических и магнитных цепей. *Труды Харьковского политехнического института*. 1954. Т. 3. С. 79–140.
318. Сукачев А. П. Теоретические основы электротехники. Ч.1. Физические основы электротехники. Харьков: ХГУ, 1959. 460 с.
319. Тверитникова О. Є. Вчений у галузі електротехніки – член-кореспондент АН УРСР О.М. Мілях (до 110-річчя зі дня народження). *Українська біографістика: зб. Наук. праць*. Київ. : Нац. б-ка України ім. В.І. Вернадського, 2016. Вип.13. С. 158–172.
320. Тверитникова О. Є. Зародження і розвиток науково-технічної школи електротехніки професора П.П. Копняєва (1885–1950 рр.). Харків: *Вісник НТУ «ХПИ»*, 2010. 212 с.
321. Тверитникова О.Є. Удосконалення системи підготовки і атестації наукових та науково-педагогічних кадрів вищої кваліфікації для електротехнічної галузі України (1965–1980рр.) *Питання історії науки і техніки*. Київ: Центр пам'яткознавства НАН України і УТОПІК, 2015. №1. С. 15–21.
322. Тверитникова О. Є. Науковий доробок і громадська діяльність професора О. К. Погорєлка *Наука та наукознавство*. Київ: вид-во ППВФ «Фенікс», 2006. № 2. С. 99–104.

323. Тверитникова О. Є. Науково-педагогічна діяльність П. П. Копняєва. Історичний екскурс.). *Вісник НТУ «ХПІ»*. Харків: НТУ «ХПІ», 2005. № 7. С.159–162.

324. Тверитникова О. Є. Організація досліджень в галузі електротехніки в Харківському технологічному інституті наприкінці ХІХ – початок ХХ ст. *Дослідження з історії техніки*: зб. наук. пр. Київ: ІВЦ Вид-во «Політехніка», 2005. Вип. 7. С. 17–23.

325. Тверитникова О. Є. Основні етапи становлення і розвитку теоретичних основ електротехніки в Україні (перша половина ХХ ст.). *Вісник НТУ «ХПІ»*. 2008, № 8. С. 25–29.

326. Тверитникова О. Є. Електротехнічна галузь України другої половини ХХ ст.: напрями розвитку і здобутки: монографія. Харків: ТОВ «Тім Пабліш Груп». 500 с.

327. Тематический план важнейших НИР КПИ за 1954 г. // ДАК. Ф. Р-308. Оп. 1. Спр. 109. 80 арк.

328. Терминология теоретической электротехники. Сборники рекомендуемых терминов. Выпуск 46. Комитет технической терминологии АН СССР. 1958. 50 с.

329. Технический отчет по теме «Исследование и разработка регулятора мощности электрических машин». Харьковская электролаборатория. Институт электротехники АН УРСР 1948 г. // Архів ІА НБУ ім. В.І. Вернадського. Ф. 263. Оп. 2. Спр. 18. 149 арк.

330. Технический отчет по теме «Комбинированное регулирование мощности и частоты». Харьковская электролаборатория. Институт электротехники АН УРСР 1950 г. // Архів ІА НБУ ім. В.І. Вернадського. Ф. 263. Оп. 2. Спр. 82. 79 арк.

331. Технический отчет по теме «Программный регулятор температуры для изготовления струнобетонных балок и плит». Харьковская электролаборатория. Институт электротехники АН УРСР 1952г. // Архів ІА НБУ ім. В.І. Вернадського. Ф. 263. Оп. 2. Спр. 143. 56 арк.

332. Технический отчет по теме «Разработка и исследование систем автоматического регулирования и управления гидростанцией». Харьковская электролаборатория. Институт электротехники АН УРСР 1951г. // Архів ІА НБУ ім. В.І. Вернадського. Ф. 263. Оп. 2. Спр. 109. 63 арк.

333. Технический отчет по теме «Разработка технического проекта автоматики регулирования Каховской гидроэлектростанции». Харьковская электролаборатория. Институт электротехники АН УРСР 1952 г. // Архів ІА НБУ ім. В.І. Вернадського. Ф. 263. Оп. 2. Спр. 139. 21 арк.

334. Технический отчет по теме «Регулятор скорости гидротурбин малой мощности». Харьковская электролаборатория. Институт электротехники АН УРСР 1949 г. // Архів ІА НБУ ім. В.І. Вернадського. Ф. 263. Оп. 2. Спр. 41. 107 арк.

335. Технический отчет по теме «Электромеханический регулятор скорости прерывчато-пропорционального действия для гидротурбин малой мощности». Харьковская электролаборатория. Институт электротехники АН УРСР 1950 г. // Архів ІА НБУ ім. В.І. Вернадського. Ф. 263. Оп. 2. Спр. 86. 36 арк.

336. Титко А. И., Васьковский Ю. Н. Научные основы, методы и средства диагностики асинхронных двигателей. Київ: Ін-т електродинаміки НАН України, 2015. 300 с.

337. Тозони О. В. Математические модели для расчета электрических и магнитных полей . Киев : Наукова думка,1964. 304 с.

338. Тозони О. В., Мамедшахов М. Э., Применение метода зеркальных изображений к расчету поля в ограниченном плоском зазоре магнитных систем. *Электричество*. 1986. № 9.

339. Толмачов С.Т., Бондаревський С.Л., Ільченко О.В. Досвід викладання дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» у Криворізькому національному університеті». *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2015. Випуск 2/(91). С. 181–186.

340. Учебные программы электротехнического факультета КПИ (1926–1927гг.) // ДАК. Ф. Р-308. Оп. 1. Спр. 634. 398 арк.
341. Учебные программы электротехнического факультета КПИ (1927–1928гг.) // ДАК. Ф. Р-308. Оп. 1. Спр. 635. 198 арк.
342. Хвольсон О. Д. Физика наших дней. Новые понятия современной физики в общедоступном изложении. Москва–Ленинград: ГТТИ, 1932. 353 с.
343. Холтон Дж. Тематический анализ науки. Москва: Прогресс, 1981. 383 с.
344. Хорошева С.А. Наукова школа Г.Є Пухова в галузі математичного моделювання. *Наука та наукознавство*. 2007. № 4. Додаток. С.189–202.
345. Храмов Ю. А. Биография физики: Хронологический справочник. Киев: Техника, 1983. 342 с.
346. Храмов Ю. А. История формирования и развития физических школ на Украине. Київ: МП «Феникс», 1991. 216с.
347. Храмов Ю. А., Звонкова Г. Л., Луговський О. Г. Формування в 30-х рр. ХХ ст. в Україні фундаментальних наук та їх застосувань. *Наука та наукознавство*. 2019. № 2 (104). С.130–155.
348. Храмов Ю. О. Періодизація в історії фундаментальних наук. *Наука та наукознавство* 2018. № 3 (101). С.92–104.
349. Храмов Ю. О. Фізика. Історія фундаментальних ідей, теорій та відкриттів: монографія. Київ: МП «Феникс», 2012. 816с.
350. Храмов Ю. А. Новый подход к построению истории фундаментальной науки. *Наука та наукознавство*. 2017. № 2 (95). С.112–125.
351. Хренов К. К. Вклад украинских ученых в развитие советской науки и техники. *Известия АН СССР*. 1954. № 1. С.3–13.

352. Хрущов В. М. Об определении уравнительных токов в контурах с электромагнитными связями. *Сборник научно-технических статей ХЭТИ*. Харьков, 1941. №6. С. 12–14.
353. Хрущов В. М. Главная задача высшей школы. *Электричество*. 1941. №1. С. 6–7.
354. Хрущов В. М. Харьковский электротехнический институт. *Электричество*. 1941. №5. С. 25–31.
355. Цымбал Е. И., Никулин В. В. Одесский политехнический институт: краткий исторический очерк. Киев: Издательство Киевского университета, 1968. 223 с.
356. Чабан В. Богдан Блажкевич – видатний учений-електротехнік. *Технічні вісті*. 2011. №1(33), 2(34). С. 125–126.
357. Чеботарев Н. Г. Основные направления в работе института математики и механики Харьковского государственного университета. *Успехи математических наук*. 1937. №3. С. 252–253.
358. Чиженко И. М. Справочник по преобразовательной технике. Киев: Техника, 1978. 447 с.
359. Чиженко А. И. Обменные энергетические процессы в цепях вентильных полупроводниковых преобразователей. Киев: Наукова думка, 2004. 226с.
360. Чиженко И. М. Вопросы теории компенсированных преобразователей тока. *Известия Киевского политехнического института*. Киев: Из-во Киевского университета, 1957. т. XXII.
361. Шварц Л. Математические методы для физических наук. Москва: Наука, 1965. 412 с.
362. Шендеровський В. А. Нехай не гасне світ науки / за редакцією Е. Бабчук. Київ: Рада, 2003. 416 с.
363. Шендеровський В. А., Кравчук Л. В. З історії розвитку науки про електромагнетизм. *Вісник НТУ «ХПИ»*. 2008. № 53(25). С. 169–181.

364. Шидловский А. К., Мостовяк И. В., Новский В. А. Симметрирование режимов трехфазных систем с нелинейными однофазными нагрузками. *Электричество*, 1991. №2. С. 1–5.
365. Шидловська Н. А. Аналіз нелінійних електричних кіл методом малого параметру. ІЕД НАН України. Київ: Євроіндекс, 1999. 192 с.
366. Шидловська Н. А. Дослідження з теоретичної електротехніки у відділах Інституту електродинаміки НАН України. *Технічна електродинаміка*. 2007. №4. С. 20–25.
367. Шидловська Н. А. Нелінійні кола з тепловими втратами. Київ: Наукова думка, 2002. 160 с.
368. Шидловський А. К., Новський В. О., Жаркін А. Ф. Стабілізація параметрів електричної енергії в трифазних системах напівпровідниковими коригуючими пристроями. Київ: Інститут електродинаміки НАН України, 2013. 378 с.
369. Шидловський А. К., Перхач В. С., Скрипник А. І. Енергетичні системи з електропередачами та вставками постійного струму. Київ: Наукова думка, 1992. 286 с.
370. Шидловський А. К. Гортаючи сторінки історії. *Технічна електродинаміка*. 2007. №3. С. 3–10.
371. Шидловський А. К. Інститут електродинаміки НАН України. Історія здобутки, перспективи. *Технічна електродинаміка*. 1997. №1. С. 3–11.
372. Шидловський А. К., Липківський К. О. Розвиток досліджень по перетворенню та стабілізації параметрів електромагнітної енергії в Інституті електродинаміки НАН України. *Технічна електродинаміка*. 2007. №3. С. 11–26.
373. Шидловський А. К., Федий В. С. Частотно-регулируемые источники реактивной мощности. Київ: Наукова думка, 1980. 304 с.
374. Шидловський А. К., Щерба А. А., Золотарев В. М., Перетятко Ю. В. Анализ микронеоднородности электрического поля как фактора повышения интенсивности пороговых электрофизических процессов в полимерной изоляции

высоковольтных кабелей и самонесущих изолированных проводов. *Технічна електродинаміка*. 2008. №4 С.3–12.

375. Шнейберг Я. А. Научный подвиг М.Фарадея. *Электричество*. 1991. №8. С. 67–69.

376. Шостьин Н. А. Из истории науки. Джемс Клерк Максвелл. *Электричество*. 1940. №5. С. 54–59.

377. Штатное расписание по НИР ХЭТИ 1941 г. // ДАХО. Ф. Р-5404. Оп. 2. Спр. 24. 2арк.

378. Штатное расписание ХЭТИ 1939 г. // ДАХО. Ф. Р-5404. Оп. 2. Спр. 14. 1арк.

379. Щерба А. А., Подольцев А. Д., Кучерявая И. Н. Исследование электроэрозионных явлений при протекании импульсного тока между токопроводящими гранулами с учетом микроплазменного контактного промежутка. *Техническая электродинамика*. 2002. №4. С. 3–6.

380. Щерба А. А., Резинкин О. Л., Резинкина М. М. Электрофизические процессы в диэлектрических и магнитных средах. Київ: Наукова думка, 2016. 192 с.

381. Щерба А. А., Резинкина М. М. Электромагнитные поля и их воздействие на объекты. Київ: Наукова думка, 2009. 190 с.

382. Щерба А. А., Резинкина М. М. Моделирование и анализ электрических полей энергетических объектов. Київ: Наукова думка, 2007. 248 с.

383. Щерба А. А., Щерба М. А. Моделирование и анализ электрического поля в диэлектрической среде, возмущенного проводящими микровключениями разных размеров и конфигураций. *Технічна електродинаміка*. Київ, 2010. № 6. С. 3–9.

384. Эфрос А. М., Данилевский А. М. Операционные исчисления и контурные интегралы. Харьков: Гос. Науч.-тех. издат. Украины, 1937. 383с.

385. Юдин Э. Г. Методология науки. Системность. Деятельность. Москва: Эдиториал УРСС, 1997. 444 с.

386. 100 лет со дня рождения Георгия Евгеньевича Пухова (1916–2016). *Электронное моделирование*. Т.38. №4, с. 3–8.
387. Cavendish H. *The Electrical Researches of the Honourable Henry Cavendish, F. R. S written between 1771 and 1781 / Ed. by J. Clerk Maxwell*. Cambridge: University Press, 1879. 454 p.
388. Internetowy Polski słownik biograficzny: Sokolnicki Gabriel Michał Romuald– Режим доступа : <https://www.ipsb.nina.gov.pl/a/biografia/gabriel-michal-romuald-sokolnicki> (дата звернення: 01.02.2021).
389. Kolakowski T. E. Profesor dr. inż. Stanisław Fryze (1885-1964). Pionier elektrotechniki. Nauczyciel i wychowawca wielu pokoleń polskiej młodzieży akademickiej. Monografia . Katowice. 2009, 199 p.
390. Kolakowski T. E. Profesor Roman Dzieślewski (1863–1924). *Energetyka*. 2013. № 2, P. 87–90.
391. Lavrinenko O. The historiography of formation and development of theoretical electrical engineering in Ukraine (XX – early XXI century). *Knowledge, Education, Law, Management*. 2020. № 8(36), vol. 1. P. 89–96.
392. Maxwell J. C. *A Treatise on Electricity and Magnetism*. Oxford: Clarendon Press, 1873, Volume I. 499 p.
393. Nahin P. J. *Oliver Heaviside: The Life, Work, and Times of an Electrical Genius of the Victorian Age*. London: John Hopkins University Press, 2002. 320 p.
394. Priestley J. *The History and Present State of Electricity, with Original Experiments*. London: Dodsley, Johnson & Davenport, and Cadell, 1767. 736 p.
395. Rezinkina M., Rezinkin O., D'Alessandro F., Danyliuk A., Guchenko A., Lytvynenko S. Experimental and modelling study of the dependence of corona discharge on electrode geometry and ambient electric field. *Journal of Electrostatics*. V. 87, 2017. P. 79–85.
396. Steinmetz Ch. P. *Theory and calculation of alternating current phenomena*. New York, 1900. 527 p.
397. Tverytnykova O. Ye., Sklyar V. M., Gutnyk M. V., Lavrinenko O. V. International cooperation of the Ukrainian academy institutes in the field of

electrical engineering: trends of development and the modern state (the second half of the 20th century – the beginning of the 21th century) // Proceedings of the International Symposium “National Academies of Science: Modern Status, Problems, Prospects of Development and Priorities of Cooperation in IAAS Freamework” (June, 6–7, 2019 p., Kyiv). – Kyiv: PH “Nash Format”, 2019. – P. 212–220.

398. Tverytnykova E., Gutnyk M., Salata H. Professors of the Kharkiv Technological Institute: unknown pages of biograph. *History of science and Technology*. Vol. 10, Iss. 2, 2020 P. 383–389.

ДОДАТКИ

Додаток А

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ О.В. ЛАВРІНЕНКО ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях України

1. Лавріненко О. В. Вчений у галузі електротехніки – професор В.Л. Бенін (до 100-річчя зі дня народження) Історія науки і техніки: *Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій*. 2018. Том 8. Вип. 2 (13). С. 328–339.

2. Лавріненко О. В. Розвиток теоретичної електротехніки в інституті Електродинаміки НАН України (1991–2017 рр.) *«Гілея: науковий вісник»: збірник наукових праць*. 2019. Випуск 144 (№5) Ч.1. Історичні науки. С. 63–69.

3. Лавріненко О. В. Характеристика джерельної бази розвитку теоретичної електротехніки в Україні. *Питання історії науки і техніки*. 2019. №3–4(53–54). С. 38–44.

4. Лавріненко О. В. Передумови виникнення та періодизація розвитку теоретичної електротехніки в Україні (1930 р. – початок ХХІ ст.) *Міжвідомчий тематичний збірник «Історія науки і біографістика» – електронне наукове фахове видання*. 2019. №4. С. 191–209. URL: <http://inb.dnsgb.com.ua/2019-4/12.pdf> (дата звернення 01.02.2021).

5. Лавріненко О. В. Напрями розвитку теоретичної електротехніки в Україні у 60-ті рр. ХХ ст. *«Гілея: науковий вісник»: збірник наукових праць*. 2020. Вип. 153 (№2). С. 86–90.

Стаття у зарубіжному науковому виданні

6. Lavrinenko O. The historiography of formation and development of theoretical electrical engineering in Ukraine (XX – early XXI century). *Knowledge, Education, Law, Management*. 2020. № 8(36), vol. 1. P. 89–96.

Опубліковані праці апробаційного характеру

7. Лавріненко О. В. Харківська електролабораторія як окремий науковий осередок в структурі інституту електротехніки АН УРСР/ *Одинадцяті наукові читання, присвячені діяльності Олександра Парфенійовича Бородин (1848–1898): мат. доповідей*, 14 жовтня 2015 р., Київ, 2015. С. 18–21

8. Лавріненко О. В. Інноваційні дослідження професора В.Л. Беніна в галузі теоретичної електротехніки (до 100-річчя зі дня народження) / *Матеріали 17-ї Всеукраїнської наукової конференції «Актуальні питання історії науки і техніки» Центр пам'яткознавства НАН України і УТОПІК; Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*, 27–29 вересня 2018 р., Київ, 2018. С. 135–138.

9. Лавріненко О. В. Розвиток української наукової школи з теоретичної електротехніки в ДУ «Інституті технічних проблем магнетизму НАН України». *Чотирнадцяті наукові читання, присвячені діяльності Олександра Парфенійовича Бородин (1848–1898): мат. доповідей*, 17 листопада 2018 р., Київ, 2018. С. 48–52.

10. Лавріненко О. В. Внесок О.П. Сукачова у формування термінологічного апарату теоретичної електротехніки. *Актуальні проблеми автоматики та приладобудування: матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції*, 6–7 грудня 2018 р., Харків, 2018. С. 234–235.

11. Лавріненко О. В. Діяльність науково-педагогічних шкіл з теоретичної електротехніки в системі вищої професійної технічної освіти України 1991 – 2017 рр. *Двадцять четверта всеукраїнська наукова конференція молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів за темою: «Наука як феномен національної культури» мат. конф.*, 19 квітня 2019 р., Київ, 2019. С. 115–118.

12. Лавріненко О. В. Розвиток теоретичних основ електротехніки в контексті підготовки інженерів в НТУ «ХПІ». *Інформаційні технології: наука,*

техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2019, 15–17 травня 2019 р., Харків, 2019. С. 31.

13. Tverytnykova O. Ye., Sklyar V. M., Gutnyk M. V., Lavrinenko O. V. International cooperation of academic institutes of Ukraine in the field of electrical engineering: trends of development and the modern state (the second half of the XX century – the beginning of the XXI century). *Матеріали міжнародного симпозиуму «Національні академії наук: сучасний стан, проблеми, перспективи розвитку і пріоритети співпраці в рамках МААН», 6–7 червня 2019 р., Київ, 2019. С. 212–220.* (авторка особисто висвітлила розвиток міжнародної співпраці в Інституті електродинаміки НАН України).

14. Лавріненко О. В. Формування теоретичної електротехніки як фундаментальної наукової та навчальної дисципліни в Україні на початку ХХ ст. *Матеріали 18-ї Всеукраїнської наукової конференції «Актуальні питання історії науки і техніки», 26–28 вересня 2019 р., Краматорськ, 2019. С. 168–173.*

15. Лавріненко О. В. А.Д. Нестеренко – видатний вчений у галузі приладобудування та електровимірювальної техніки. *Актуальні проблеми автоматики та приладобудування: матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції, 3–4 грудня 2020 р., Харків, 2020. С. 126–127.*

Публікації, що додатково відображають результати дисертації

16. Боев В. М., Грибская Е. А., Лавріненко О. В. «Электротоническое состояние» и закон электромагнитной индукции Фарадея. *Електротехніка і електромеханіка.* 2004, № 4. С. 5–8. (авторкою розкрито вплив відомого англійського вченого та подальший розвиток електромагнітної теорії).

17. Лавріненко О. В. Наукова електротехнічна школа Львівського політехнічного інституту наприкінці ХІХ ст. – початку ХХ ст. *Virtus: Scientific Journal.* 2019. № 38 (November). P. 172–176.

Додаток Б

**Учені НТУ «Харківський політехнічний інститут»,
які зробили значний внесок у розвиток теоретичної електротехніки**



**О.К. Погорелко
(1848 - 1912)**



**П.П. Копняєв
(1867 – 1932)**



**В.М. Хрушов
(1882 – 1941)**



**О.Б. Брон
(1896 – 1988)**



**О.М. Мілях
(1906 – 1985)**



**О.М. Ефрос
(1908 - 1941)**



**О.П. Сукачов
(1904 – 1966)**



**В.Л. Бенін
(1917 - 1983)**

Додаток В

**Учені НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,
які зробили значний внесок у розвиток теоретичної електротехніки**



**М.А. Артем'єв
(1870 – 1948)**



**О.О. Скоморохов
(1874 – 1946)**



**Л.Й. Кордиш
(1874 – 1932)**



**І.Д. Горбачевський
(1885 – 1941)**



**А.Д. Нестеренко
(1899 – 1975)**



**І.М. Чиженко
(1916 – 2004)**



**В.П. Сігорський
(1922 – 2007)**



**В.С. Руденко
(1927 –...)**

Додаток Г

Учені НУ «Львівська політехніка»,
які зробили значний внесок у розвиток теоретичної електротехніки



Р. Дзеслевський
(1863 – 1924)



Г. Сокольницький
(1877 – 1975)



С. Фризе
(1885 – 1964)



В. Круковський
(1887 – 1941)



О.О. Харкевич
(1904 – 1965)



Б.І. Блажкевич
(1912 – 1986)



М.Г. Максимович
(1914 – 1981)



Г.Є Пухов
(1916 – 1998)



Ю.Т. Величко
(1903 – 1975)



С.І. Кірпатовський
(1913 – 2009)



О.І. Шегедин
(1933 – 2007)



В.С. Перхач
(1929 – 2005)

Додаток Е

Музей історії Національного університету «Львівська Політехніка»

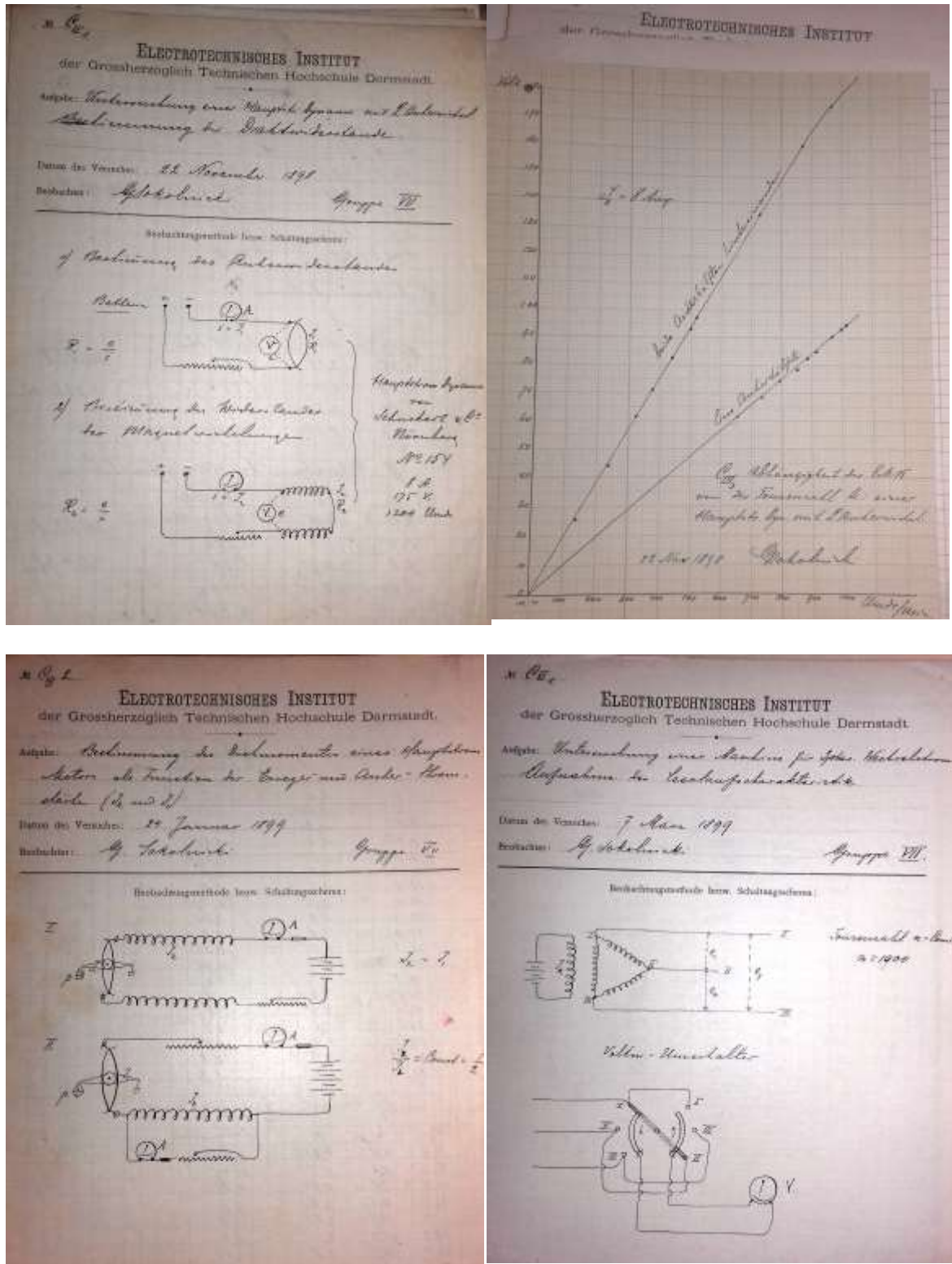


Рисунок Е.1 – Фрагменти лабораторного практикуму з електротехніки Г. Сокольницького, який він проходив у політехнічному університеті м. Дармштадт, Німеччина у 1898–1899 рр.



Амперметр
(Фізичні майстерні Геттінгена)



Демонстраційна лампа для вивчення
електричного розряду в газі



Магазин опорів О. Wolff (Берлін)



Електростатичний електрометр

Рисунок Е.2 – Прилади електротехнічної лабораторії ЛП 1933–1939 рр.

Додаток Ж

Загальна характеристика життя й наукового доробку Олександра Михайловича Ефроса (07.11.1908 – ...1941)

Біографічні дані:

- 1908 р., 7 листопада – народився у м. Льєж, Бельгія;
- 1923 р. – закінчив семирічну школу у м. Харків;
- 1924–1926 рр. – працював помічником монтера на Харківському електро-механічному заводі;
- 1926–1930 рр. – навчався у ХЕТІ на електротехнічному факультеті, отримав спеціальність інженера-електрика;
- 1928–1930 рр. відвідував семінари відомих математиків ХДУ, академіка С.Н. Берштейна та професора В.Л. Гончарова;
- 1932–1934 рр. – навчався в аспірантурі науково-дослідного Інституту математики та механіки ХДУ, викладав теорію змінних струмів та нестационарних процесів студентам фізико-механічного факультету, викладав математику у Харківському авіаційному інституті;
- 1932–1937 рр. – працював керівником групи теоретичних досліджень Центральних лабораторій Харківського електро-турбогенераторного заводу;
- 1935 р. – захистив дисертаційну роботу «Деякі задачі теорії скін-ефекту» в НДІ математики та механіки ХДУ;
- 1936 р. – було присвоєне вчене звання кандидат математичних наук;
- з 1937 р. – викладав аспірантам ХЕТІ спеціальні курси, у тому числі «Теоретичні основи електротехніки»;
- 1937 р. – спільно із доцентом ХЕТІ О.М. Данилевським видав монографію «Операційне числення та контурні інтеграли»;
- 1938–1939 рр. – викладав курс вищої математики студентам ХХТІ;
- З 1939 р. – працював доцентом кафедри математики ХЕТІ;
- 1940 р. – захистив докторську дисертацію, отримав вчене звання доктор

фізико-математичних наук;

1941 р., 15 січня – на засіданні вченої ради ХЕТІ ученого було обрано професором кафедри ТОЕ;

1941 р. – розпочав роботу над другою монографією;

1941 р., грудень – зазнав жорстоких знущань та був убитий німцями разом зі своєю матір'ю О.М. Ефрос у Харківському гетто Тракторний завод

Основні напрями наукової діяльності:

О.М. Ефрос був провідним спеціалістом у галузі математичної фізики та теоретичної електротехніки, також займався питаннями нестационарних режимів роботи електричних машин та перехідних процесів в електромеханічних системах. Перекладав з німецької спеціалізовані математичні праці.

Наукові праці:

Ученим опубліковано понад 20 праць з питань спеціальних розділів математики та теоретичної електротехніки. У 1937 р. спільно з О.М. Данилевським опублікував монографію «Операційне числення та контурні інтеграли». Робота мала величезне значення для розрахунку перехідних процесів в складних електротехнічних системах.

Додаток 3
Свідчення про загибель вчених ЛПІ та ХЕТІ
у роки Другої світової війни



Рисунок 3.1 – Пам'ятна дошка в студентському парку м. Львова на місті розстрілу польської інтелігенції 4 липня 1941 р.

ЕФРОС Геня Соломонівна,
 вул. Нетеченська. Розстріляна у Дро-
 бицькому яру.

ЕФРОС Олександр Михайлович,
 1907, вул. Чорноглазівська (Маршала
 Бажанова). Професор, доктор фізико-
 математичних наук. Зазнав жорстоких
 знущань гестапівців, які щодня прихо-
 дили до нього на квартиру, били, при-
 нижували. Розстріляний фашистами
 разом із матір'ю у 1941 у Дробницько-
 му яру.

ЕФРОС Ольга Миронівна, 1881,
 вул. Чорноглазівська (Маршала Бажа-
 нова), 96, кв. 6. Розстріляна у Дро-
 бицькому яру.

ЕХТЕР Софія Абрамівна, Сал-
 тівське містечко (кол.), 4-а, кв. 4.
 Розстріляна окупантами у груд. 1941
 у Дробницькому яру.

ЕХТЕР Фіра Семенівна, Салтівське
 містечко (кол.), 4-а, кв. 4. Розстріляна
 у Дробницькому яру.

ДАНИЛЕВИЧ Катерина Іванівна,
 1873, вул. Дзержинського (Мироно-
 сицька), 76, кв. 5. Померла 16.02.1942
 від виснаження на ґрунті голодування.

ДАНИЛЕВИЧ Яків, 1935, вул. При-
 мірівська, 18, кв. 3. Розстріляний фа-
 шистами у 1941 у Дробницькому яру.

ДАНИЛЕВСЬКА Євгенія Мико-
 лаївна, 1870. Померла 21.03.1942 від
 вади серця.

ДАНИЛЕВСЬКИЙ Василь Данило-
 вич, 1870, вул. Челюскінців, 16. Помер
 11.08.1942 від занепаду серцевої
 діяльності.

ДАНИЛЕВСЬКИЙ Олександр Ми-
 хайлович, 1906, вул. Костомаров-
 ська, 2, кв. 4. Доцент, викладач мате-
 матики університету. Помер від хворо-
 би нирок, що загострилася загальним
 виснаженням організму.

Рисунок 3.2 – фото сторінок історико-меморіального багатотомного видання «Книга скорботи України. Харківська область», (Матеріали Харківського музею Голокосту)

ДОВІДКИ ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС



ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор

Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»

Сокол Є. І.

2019 р.

ДОВІДКА

про впровадження в НТУ «ХПІ»
результатів кандидатської дисертаційної роботи
здобувача кафедри українознавства, культурології та історії науки
Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»
Лавріненко Ольги Валеріївни

В навчальному процесі Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» використовуються результати кандидатської дисертаційної роботи Лавріненко О.В., присвяченої вивченню питання становлення та розвитку теоретичної електротехніки як науки та навчальної дисципліни на теренах України у 30 роки ХХ ст. – початку ХХІ ст.

1. При викладанні дисципліни «Історія науки і техніки» загальним обсягом 60 год. (2 кредити) використано відомості щодо розвитку електротехнічної науки впродовж ХVІІІ–ХХ ст., періодизацію еволюції знань про електрику та магнетизм, становлення і розвитку електротехнічної науки і освіти в Україні та світі.

2. При викладанні спецкурсу «Історія «НТУ «ХПІ»» загальним обсягом 60 год. (2 кредити) використано відомості щодо формування та становлення наукового напрямку з теоретичної електротехніки в Харківському політехнічному інституті, запроваджено в навчальний процес матеріали наукових біографій талановитих харківських учених-електротехніків.

Завідувач кафедри
«Українознавства, культурології та історії науки»
д.і.н. професор

Скляр В. М.



ДОВІДКА

про впровадження в НТУ «ХПІ»
 результатів кандидатської дисертаційної роботи
 асистента кафедри «Теоретичні основи електротехніки»
 Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»
 Лавріненко Ольги Валеріївни

Комісія у складі:

1. Резинкіна М. М., завідувач кафедри теоретичних основ електротехніки НТУ «ХПІ», д.т.н, професор.
2. Борисенко А. М., професор кафедри теоретичних основ електротехніки НТУ «ХПІ», д.т.н, професор.
3. Кубрик Б. І., доцент кафедри теоретичних основ електротехніки НТУ «ХПІ», к.т.н., доцент

Склала цю довідку про те, що в навчальному процесі Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» використовуються результати кандидатської дисертаційної роботи Лавріненко О.В., присвяченої вивченню питання становлення та розвитку теоретичної електротехніки як науки та навчальної дисципліни на теренах України у 30-ті роки ХХ ст. – початок ХХІ ст.

При викладанні дисципліни «Теоретичні основи електротехніки», Ч.І, загальним обсягом 180 год. (6 кредитів) для студентів спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» використані матеріали щодо історичних етапів створення наукового фундаменту для розвитку та формування спеціалізованих кафедр з теоретичної електротехніки у ВТНЗ України.

У вступних лекціях до курсу «Теорія поля» загальним обсягом 120 год. (4 кредити) для студентів спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» використано періодизацію історичних знань щодо розвитку та становлення електромагнітної теорії, відомості про сучасні математичні методи розрахунку електромагнітних полів у наукових осередках з теоретичної електротехніки в Україні.

Члени комісії: _____ Резинкіна М. М.
 _____ Борисенко А. М.
 _____ Кубрик Б. І.