

В. Б. КЛЕПІКОВ

**ДО 90-РІЧЧЯ КАФЕДРИ «АВТОМАТИЗОВАНІ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ»
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Зроблено історичний огляд процесу зародження викладання електротехніки та підготовки перших інженерів-електриків у заснованому в 1885 році першому вищому технічному закладі України «Харківський технологічний інститут». Відображено роль професора Копняєва П.П. як засновника української електротехнічної школи. Розглянуті етапи становлення та розвитку підготовки фахівців і наукових досліджень в галузі електромеханічних систем автоматизації і електричного приводу на кафедрі «Автоматизовані електромеханічні системи» за часи її існування та її роль у вирішенні проблеми економії енергетичних ресурсів в Україні. Вказані серед найбільш суттєвих наукових результатів: створення нового наукового напрямку з динаміки електромеханічних систем з від'ємним в'язким тертям; виявлення явища підсилення пружних коливань нелінійністю тертя; використання, першими в СНД, методів нейронних мереж і генетичних алгоритмів для керування електроприводами; розвиток методів синтезу електромеханічних систем з наглядачами стану; визначення ролі модернізації електроприводів у вирішенні проблеми економії енергетичних ресурсів в Україні. Вказані впровадження науково-технічних розробок кафедри на підприємствах країни. Відмічена ініціативна роль кафедри у започаткуванні першої і організації 24-х Міжнародних наукових конференцій з проблем автоматизованого електроприводу. Надані результати роботи з підготовки кадрів вищої кваліфікації; міжнародного співробітництва; учбово-методичної роботи, розвитку матеріально – технічної бази, участі у міжнародних проектах «TEMPUS-ICO-Op» і «TEMPUS-MPAM». Вказані існуючі проблеми діяльності кафедри.

Ключові слова: професор Копняєв П.П., Харківський технологічний інститут, електротехнічна школа в Україні, кафедра «Автоматизовані електромеханічні системи», динаміка електромеханічних систем з від'ємним в'язким тертям.

В. Б. КЛЕПІКОВ

**К 90-ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»
НАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»**

Сделан исторический обзор процесса зарождения преподавания электротехники и подготовки первых инженеров-электриков в основанном в 1885 году первом высшем техническом учебном заведении Украины «Харьковский технологический институт». Отобразена роль профессора Копняева П.П. как основателя украинской электротехнической школы. Рассмотрены этапы становления и развития подготовки специалистов и научных исследований в области электромеханических систем автоматизации и электрического привода на кафедре «Автоматизированные электромеханические системы» за время ее существования и ее роль в решении актуальных для народного хозяйства страны проблем. Указаны среди наиболее существенных научных результатов: создание нового научного направления по динамике электромеханических систем с отрицательным вязким трением; обнаружение явления усиления упругих колебаний нелинейного трения; использования, первыми в СНГ, методов нейронных сетей и генетических алгоритмов для управления электроприводами; развитие методов синтеза электромеханических систем с наблюдателями состояния; определение роли модернизации электроприводов в решении проблемы экономии энергетических ресурсов в Украине. Указаны внедрения научно-технических разработок кафедры на предприятиях страны. Отмечена инициативная роль кафедры в проведении первой и организации 24-х Международных научных конференций по проблемам автоматизированного электропривода. Представлены результаты работы по подготовке кадров высшей квалификации; международного сотрудничества; учебно-методической работы, развития материально – технической базы, участия в международных проектах «TEMPUS-ICO-Op» и «TEMPUS-MPAM». Указаны существующие проблемы деятельности кафедры.

Ключевые слова: профессор Копняев П.П., Харьковский технологический институт, электротехническая школа в Украине, кафедра «Автоматизированные электромеханические системы», динамика электромеханических систем с отрицательным вязким трением.

V. B. KLEPIKOV

**TO 90-TH ANNIVERSARY OF THE
AUTOMATED ELECTROMECHANICAL SYSTEMS DEPARTMENT
OF NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY
«KHARKIV POLYTECHNICAL INSTITUTE»**

A historical review of the electrical engineering teaching origin process and first electrical engineers education in the first higher technical institution of Ukraine «Kharkiv Institute of Technology» founded in 1885, was accomplished. The role of Professor Kopniayev P.P. as the founder of the Ukrainian electrical engineering school was reflected. The stages of formation and development of specialists and scientific researches training in the field of electromechanical systems of automation and electric drive at the department of «Automated electromechanical systems» for the time of its existence and its role in solving actual problems for the national economy are considered. The following are the most significant scientific results: creation of a new scientific direction «Dynamics of electromechanical systems with negative viscous friction»; the detection of the elastic oscillations strengthening phenomenon by friction nonlinearity; first use in the CIS neural network and genetic algorithms methods for electric drives control; electromechanical systems synthesis methods development with state observers; determining the electric drives modernization role in solving the problem of energy saving in Ukraine. The implementation of scientific and technical results of the department at the enterprises of the country are indicated. The initiative role of department in initiation of the 1-st and organization of 24 International scientific conferences on the problems of automated electric drive was noted. The results of work on the higher qualification staff training; international cooperation; educational and methodological work, development of facilities and resources, participation in international projects «TEMPUS-ISO-Op» and «TEMPUS-MPAM» are given. Existing problems of activity of the department are indicated.

Key words: Key words: Professor Kopniayev P.P., Kharkiv Institute of Technology, Electrotechnical School in Ukraine, Department of «Automated electromechanical systems», Dynamics of electromechanical systems with negative viscous friction.

Перший в Україні того часу вищий технічний заклад освіти «Харківський технологічний інститут», було відкрито у 1885 році, тобто 135 років тому. Він є ровесником відомого Стенфордського університету, який в ті ж часи було засновано в Каліфорнії у Сполучених Штатах Америки [1].

Біля витоків зародження електротехнічної школи Харківського технологічного інституту (ХТІ) стояли професори **Олексій Костянтинович Погорелко** та **Микола Петрович Клобуков**. Слід також відмітити, що саме у часи роботи в ХТІ (1887 – 1893 р.р.) видатний вчений **Олександр Михайлович Ляпунов** створив труди з теорії стійкості руху [2, 3], що у подальшому стало основою створення, зокрема, автоматизованих систем електроприводу. Ця стаття має частково оглядовий характер. Деякі історичні факти освітлені раніше у роботах [2, 3, 4, 5]. В даній роботі більшою мірою описані раніше не розглянуті у вищевказаних статтях періоди діяльності кафедр.

Погорелко О.К. до 1885 року працював у відкритому ще у 1805 році Харківському університеті, спеціалізувався в галузі теоретичної фізики і деякий час у 1878 році під керівництвом професора Гельмгольца Г. у Німеччині досліджував явище деформації тіл під впливом електричних сил. Погорелко О.К. значне місце в курсі фізики відводив розділам з електротехніки, запропонував нові дисципліни і проведення практичних занять з електротехніки. Він ініціював створення у ХТІ електротехнічної лабораторії, розпочав викладання з теорії динамомашии та електротехніки, написав підручники «Теория электричества» (1899 р.) та «Электромеханика» (1902 р.).

Погорелко О.К. вів активну громадську діяльність, вивчав роботу комунального господарства міста, виконував наукові розробки з проблем самоврядування, благоустрою, трамвайного транспорту, електроосвітлення та інші. За його проектом у 1897 році була створена міська електростанція. У 1900 році його вибирають Харківським Головою міста, яким він працював 12 років, зберігаючи контакт із вченими ХТІ. Він реалізував багато проектів, в тому числі введення трамваю та відкриття 6-ти трамвайних маршрутів, будівництво водопроводу, міської каналізації, відкриття декількох лікарень та інші. Хоча, як вчений, Погорелко О.К. більшою мірою відомий працями з фізики, його заслуга у становленні електротехніки, як учбової дисципліни та впровадженні досягнень електротехнічної науки того часу у практичні проекти, дуже велика.

З 1892 року лекційні курси загальної електротехніки і теорії електрики починає викладати Микола Петрович Клобуков (1859 – 1900 р.р.). Він народився на Чернігівщині, навчався у Московському вищому технічному училищі, а потім у Мюнхенському технічному університеті, після завершення якого був залишений там для роботи. Читав лекції з електрохімії, проводив практичні заняття, приймав участь у створенні першої в Німеччині електрохімічної лабораторії, вів наукову роботу, публікувався у відомих німецьких журналах і на момент приходу в ХТІ вже був відомим

вченим, мав 46 наукових праць з електрохімії, електрометалургії та електротехніки. Коло його наукових інтересів було широким, він також вивчав питання корозії, створював прилади для демонстрації законів електричних кіл, визначення магнітної проникності, передачі електричних вимірювальних даних на відстань.

У 1894 році, до відомих експериментів Попова О.С. і Марконі Г. з передачі радіосигналу, на засіданні Харківського відділення технічного товариства він зробив доповідь «Современное состояние вопроса о телеграфировании без помощи проводов» привертаючи увагу вчених до даної проблеми. В 1893 – 1895 р.р. він видає літографічним способом перші в Україні підручники з електротехніки, в яких перша частина була присвячена теоретичним питанням, а друга – генераторам струму, принципам роботи електродвигунів і застосування електричних машин.

В 1898 році вченим комітетом Харківського технологічного інституту з ініціативи Погорелко О.К. та Клобукова М.П. були розроблені пропозиції з організації кафедри електротехніки і електротехнічного відділення, поширення викладання електротехніки, введення лабораторного практикуму і дипломного проектування, посилення матеріальної бази електротехнічного відділення. В учбовий план були введені дисципліни: прикладна електротехніка і прикладна електрохімія (для студентів хімічного відділення).

З приходом в ХТІ у 1898 році **Копняєва Павла Петровича** Клобуков М.П. передає йому викладання курсів з електротехніки, зосередившись на електрохімії, і стає засновником електрохімічної школи.

Копняєв П.П. навчався у Петербурзькому технологічному інституті і у 1896 році одержав з відзнакою диплом інженера-механіка. Але його дуже вабила електротехніка і він поступає на третій курс Дармштадського політехнічного інституту в Німеччині, де під керівництвом професора Кітлера Е. виконує декілька самостійних проектів електричних машин в лабораторіях електротехнічного факультету.

На початковому етапі становлення електротехнічної школи в Україні того часу (Львів входив у склад Австро-Угорщини, а Київський політехнічний був створений на 13 років пізніше ХТІ) Копняєв П.П. відіграв важливішу роль в постановці учбового процесу, розвитку наукових досліджень, впровадженні в практику досягнень електротехніки, а також відбору талановитих учнів і співробітників, які стали у майбутньому відомими вченими електротехніками.

З початком роботи Копняєва П.П. в ХТІ збільшується до 3-х годин на тиждень викладання електротехніки, під електротехнічні лабораторії виділяються нові приміщення, які оснащуються сучасним обладнанням, створюється електростанція інституту. Незначна кількість учбових посібників того часу з електротехніки не задовольняла швидко зростаючих потреб. Деякі з них мали довідковий характер, містили несистематизовані, а іноді нечіткі та суперечливі дані. Інші наповнювались змістом далеким від електротехніки.

Копняєв П.П. завдяки широкій науковій ерудиції та методичному таланту був єдиним в Україні лектором, який персонально читав лекції з восьми електротехнічних дисциплін: електротехніки, електричних машин, електричних приладів, електричних вимірювань, техніки високих напруг і електричної тяги. Літографічним способом він видає курси «Електротехніка» (1900 р.), «Лекції з електротехніки» (1902 р.), «Лекції по електричним вимірюванням» (1903 р.), «Розрахунок електричних мереж» (1904 р.) [5, 11].

З 1899 р. Павло Петрович розпочинає дипломне проектування і підготовку 5-ти перших в Україні інженерів електротехнічного профілю, а у 1904 р. їх число досягає 25 осіб. У 1904 р. Копняєв П.П. видає фундаментальний труд «Электрические машины постоянного тока» (472 сторінок, 382 рисунка), побудований на класичних, ясних принципах, в якому ретельно і гармонічно розроблені питання теорії, проектування, дослідження, чітко виділені загальні властивості електродвигунів різних типів. Довгий час ця книга була головним підручником для студентів електротехнічного профілю всієї країни, завдяки чому була перевидана у 1926 році. У 1912 р. були видані його книги «Основы электричества и магнетизма» та «Электрические установки».

Копняєва П.П., як вченого, характеризують такі риси: науковий талант, широка ерудиція, вміння чітко викладати думки і передбачати розвиток науки. Йому належить авторство виведення загальних рівнянь для електродвигунів різних типів, створення аналітичних методів розрахунку магнітного поля в зазорі, методики розрахунку електричної тяги, пропозиції по створенню абсолютної системи одиниць, піонерські праці по аналоговому електричному моделюванню. Результати теоретичних досліджень він доводив до інженерних співвідношень, приділяючи увагу вирішенню практичних задач. Він розраховував форму полюсних наконечників для генераторів, які виготовляв Харківський електромеханічний завод. За його проектом було побудовано мариупольський трамвай і реконструювано харківський трамвай.

Передбачаючи еру широкомасштабної електрифікації, Копняєв П.П. виступає ініціатором поширення електротехнічної освіти. Він розробив перші ескізи електротехнічного корпусу ХТІ і в 1903 р., 1907 р., 1912 р., 1914 р. подавав у вищі інстанції проект створення електротехнічного факультету, а починаючи з 1900 р., готував інженерів електриків на механічному факультеті, деканом якого він був. В 1910 - 1911 р.р. створив електротехнічні лабораторії, які обслуговували потреби енергетики країни.

У 1919 р. його обирають ректором Харківського технологічного інституту і він домагається відкриття у 1921 році електротехнічного факультету, на який приймається 50 студентів першокурсників, і стає його першим деканом (1921 - 1930 р.р.). Він проводив велику організаційну роботу зі створення кафедр, залучаючи провідних електротехніків: **Хрущова В.М.** – у подальшому академіка, засновника у Харкові інституту енергетики, який після переведення у 1944 р. до Ки-

єва став флагманом електротехнічної науки України – інститутом електродинаміки Національної академії наук; професорів **Потебню О.О.** – видного вченого в галузі електричної тяги і **Матвєєва А.Л.** – в галузі електричних станцій та інш.

Копняєв П.П. приділяв багато уваги відбору і підготовці молодих талановитих вчених і викладачів, які у подальшому стали відомими вченими, педагогами, фахівцями: Кияниця В.М., Бергер А.Я., Вашура Б.Ф., Аронов Р.Л., Рогачов І.С., Брон О.Б., Тищенко М.А., Мілях А.Л., доценти Фертик С.М., Суєтін О.П., Ступель Ф.А., Борисенко М.І., легендарний головний інженер «Тяжпромелектропроекту» Копитов М.В. та багато інших. Значною мірою завдяки всезростаючому випуску інженерних електротехнічних кадрів, починаючи з 1900 року Харків став центром електротехнічної промисловості України.

Копняєв П.П. був багатогранною видатною особистістю. В статті, присвяченій 150 річчю з дня його народження [11], наведені його риси і заслуги як талановитого вченого і практика, педагога і організатора вищої освіти, людини з високою громадянською відповідальністю, принциповістю, мужністю і непідкупністю переконань, який виховав плеяду учнів, що стали видатними фахівцями, вченими, керівниками нових наукових шкіл та напрямків. Побудований за його технічним проектом електрокорпус і в наш час став спроможним, крім відкритих у 1930 році, вміщувати й створені у подальшому нові кафедри електротехнічного профілю. Створена Копняєвим П.П. наукова школа зробила значний вплив і на інші електротехнічні школи країни. Детальніше про це наведено в роботах [4-7, 11]. Відмічу лише, що навіть першим завідувачем кафедри з електроприводу МЕІ у 1930 р. став Леві Г.П., який раніше працював доцентом кафедри електрообладнання ХТІ.

Вищевказане пояснює, чому зроблений у 1967 році видатним вченим педагогом професором Львівського політехнічного інституту Губенко Т. П. до 100-річчя з дня народження Копняєва П. П. вираз: «...його дійсно можна вважати творцем української електротехнічної школи» у повній мірі відповідає дійсності [8].

Офіційною датою створення нашої кафедри вважається вересень 1930 року, коли ХТІ внаслідок реорганізації було поділено на три інститути: механіко-машинобудівний (ХММІ), хіміко-технологічний (ХХТІ), електротехнічний (ХЕТІ). У цьому році було завершено будівництво електрокорпусу, а електротехнічний факультет, створений ще у 1921 році, було поділено на два: електроенергетичний і електромашинобудівний. Але слід відмітити, що фактично підготовка фахівців з електроприводу здійснювалась і раніше на кафедрі електрообладнання, назву якої наша кафедра зберегла й при відкритті ХЕТІ.

За роки існування назва кафедри змінювалась:
1930 р. ÷ 1931 р. – кафедра електрообладнання;
1931 р. ÷ 1944 р. – кафедра електроприводу;
1944 р ÷ 1992 р. – кафедра електрифікації промислових підприємств;

З 1992 р. і по теперішній час – кафедра «Автоматизовані електромеханічні системи».

Першим завідувачем кафедри став **Кремень Борис Осипович**, який працював начальником відділу Державного електротехнічного тресту і активно займався питаннями електрифікації підприємств Криворізького та інших промислових регіонів півдня України. Практична робота вабила його більшою мірою, тому він погодився завідувати кафедрою лише тимчасово.

Наступним завідувачем кафедри, який справив багатогранний вплив на її розвиток став **Губенко Тихон Павлович**. У 1927 році він закінчив Київський політехнічний інститут та був залишений в ньому для роботи викладачем. Ще будучи студентом у 1924 році під час практики на ХЕМЗі він зустрівся з П.П. Копняєвим, потім приїздив до нього консультуватися з питань добудови до головного корпусу КПП електротехнічної лабораторії і залишив добрі враження як спеціаліст і людина. У 1930 році Губенко Т.П. було звинувачено у буржуазному націоналізмі і позбавлено можливості працювати в КПП. В 1931 році він переїздить до Харкова (в той час столицю України), працює інженером «Електротресту», одночасно залучається до роботи викладачем нашої кафедри, а в 1932 р. стає її завідувачем. При ньому здійснюється інтенсивне оснащення учбових лабораторій кафедри, постановка нових лабораторних робіт та навчальних курсів, розгортається активна наукова робота, формується науковий напрям з електроприводу. Тихону Павловичу доручається також завідування аспірантурою інституту.

Характерним для роботи кафедри того часу був дуже сильний зв'язок наукової, учбової і практичної діяльності. В ці роки Губенко Т. П. розробляє теорію електроприводів механізмів з циклічним навантаженням, закладає основи теорії електромеханічних систем із змінними параметрами, розробляє і впроваджує методи підвищення ефективності енергопостачання промислових регіонів і підприємств. Викладачі кафедри: Копитов М.В., Аронов Р.Л., Ю. Файнберг Ю.И., Ніколайчук М.Р., Ільїнський В.І. керували проектуванням і налагодженням електрообладнання та систем автоматизації прокатних і доменних цехів Запорізького, Криворізького, Новомосковського металургійних заводів, а також найкрупнішого в Європі заводу «Азовсталь»; Ворошиловградського паровозобудівного заводу, Харківського турбінного та багатьох інших важливих промислових об'єктів перших п'ятирічок. Науковим кредо Губенко Т.П. Було: «Завжди у кожній науково – технічній задачі потрібно намагатися дати нове і просте рішення, яке могло б знайти собі застосування в практичній інженерній діяльності».

Тихон Павлович був шанувальником музики, образотворчого мистецтва, сам малював пейзажі. Його захоплення українською культурою і мовою не одержувало схвалення з боку влади, і в 1938 році він приймає рішення про перехід до Ташкентського політехнічного інституту. Після Ташкентського політехнічного інституту (1938 - 1947 р.р.) він працював завідувачем кафедри у Львівському політехнічному інституті

(1947 - 1971 рр.). Вихована ним школа нараховує 7 докторів і 28 кандидатів наук [9].

З 1938 по 1950 р. завідувачем кафедрою працює **Аронов Рафаїл Львович**, який у 1919 році закінчив фізико-математичний факультет Харківського університету, а в 1924 – електротехнічний факультет ХТІ. З 1925 р. він поєднував роботу в ХТІ з роботою на заводі ХЕМЗ, де за його ініціативою були створені центральні заводські лабораторії. Він очолював розробку, дослідження і впровадження у виробництво всіх типів автоматизованого електроприводу, в тому числі, першого вітчизняного блюмінгу і автоматичної системи загрузки доменної печі для заводу «Запоріжсталь», шлюзових затворів каналу «Москва - Волга», напів-автоматичних шахтних підйомників та інших.

У цей період має місце подальша активізація наукової і методичної роботи. В 1934 році Аронов Р.Л. видає книгу «Электрооборудование промышленных электроприводов», а в 1935 році – «Автоматическое управление электроприводами» – на довгий час єдиний підручник з даної дисципліни. В 1938 році він захищає докторську дисертацію, здійснює наукове керівництво аспірантами. Кандидатські дисертації захищають: Кльомін-Шаронов В.А., Файнберг Ю.М., Горелік А.Л., Агронік С.Г., які стали у подальшому провідними викладачами кафедри.

Слід відмітити, що до 1940 р. кафедра електроприводу була єдиною в Україні профільованою з підготовки за даним напрямком. При цьому потреба в інженерах з електроприводу була вкрай висока. За 10 років з 1930 р. по 1940 р. кафедрою було випущено 586 інженерів, що в 2 - 4 рази перевищувало випуски за іншими електротехнічними спеціальностями.

У воєнні роки багато викладачів та студентів воювали на фронті, а частина була евакуйована ешелонами ХЕМЗ'у в різні міста Уралу, Поволжя, Сибіру, Середньої Азії і працювали на підприємствах Сталінграду, Свердловська, Челябінська, Кемерово, Прокоп'євська, Чебоксар, Уфи. Викладачі і випускники ХЕТІ справили великий вплив на формування в цих містах електротехнічних центрів, в тому числі у створенні в 1942 році в Москві тресту, який став у подальшому провідним в країні з електроприводу інститутом «ВНПЕлектропривод». За свідченням його директора М. Г. Юнькова: «Интеллектуальным ядром проектно – конструкторского бюро треста явились специалисты ХЭМЗа, имеющие большой опыт по созданию и производству электроприводов» [10], більшість з яких були випускниками ХЕТІ.

ХЕТІ поновив свою діяльність у вересні 1943 р. після звільнення Харкова. Приміщення були поруйновані, обладнання відсутнє. Співробітники і викладачі, крім учбового процесу, брали участь у відновленні електрокорпусу, аудиторій і лабораторій. На кафедрі повертаються учасники війни: Кльомін-Шаронов В.О., Гулякін В.Г., Агронік С.Г., Стахов В.П., Горелік А.Л., Маєвський О.О., Розанов Ю.А., Нотов О.Л., Губенаторова В.Г.

З 1950 р. завідувачем кафедри стає **Віктор Олександрович Кльомін-Шаронов**. Завдяки його енергії, ініціативності та наполегливості поновлюється матеріальна база кафедри, лабораторії оснащуються необхідним обладнанням, складається висококваліфікований колектив викладачів. В аспірантуру поступають Зеленов А.Б., Поздесв А.Д., Тупіцин А.І., Долбня В.Т., які стали у подальшому відомими видатними вченими. Прийом на перший курс досягає 200 осіб. На чолі з Маєвським О.О. і Долбнею В.Т. на кафедрі складається колектив з проблем промислової електроніки, що призводить до створення у 1963 році кафедри «Промислова електроніка». Розпочинається співробітництво зі спорідненою кафедрою Магдебурзького технічного інституту. Починає проводитися наукова робота з використання напівпровідникових засобів для управління електроприводами. У 1966 р. придбається ЕВМ «Наірі-С» та створюється розрахунковий центр. Віктор Олександрович вважав виключно важливим для інженера і викладача мати добру практичну підготовку. Виконанню лабораторної роботи передувала збірка схем, захисту дипломної роботи – практика на заводі або у проектній організації, роботі викладачем – стажування у проектно-налагоджувальній організації або на виробництві. Це сприяло успішній роботі випускника і підвищенню авторитету кафедри.

З 1976 року по теперішній час завідувачем кафедри є **Володимир Борисович Клепиков**, її випускник 1961 року, і на момент вибрання – доцент кафедри промислової електроніки, автор цієї статті.

Звичайно, за 43 роки кафедрою пройдено значний шлях. Його головні риси були відображені у роботах, опублікованих в інститутських Вісниках НТУ «ХПІ» серії «Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика», присвячених 75-ти і 85-ти річчям кафедри [4, 6]. Тому в даній статті автор вважає доцільним відмітити, лише на його думку, найбільш значущі події і результати роботи кафедри за основними її напрямками.

Підготовка науково-педагогічних кадрів. Викладачами, співробітниками та аспірантами кафедри було захищено 5 докторських: К. П. Власов (1980 р.), Л. В. Акімов (1989 р.), В. Б. Клепиков (1989 р.), А. І. Гуль (2003 р.), С. Г. Буряковський (2018 р.) та 51 кандидатська дисертація. Цьому сприяло створення у 1990 році при кафедрі спецради із захисту кандидатських, а у 1997 році – докторських дисертацій. Але треба відмітити і роль кафедри з цього напрямку у, так би мовити, загальнодержавному аспекті.

В складний період занепаду економіки і наукових досліджень, песимістичних настроїв її колектив став ініціатором і організатором у 1993 р. першої конференції з електроприводу, яка перетворилась у щорічну традиційну міжнародну конференцію «Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика» (ПАЕП). Конференція стала школою обміну досвідом, апробації і розповсюдження нових наукових ідей і результатів: методів нечіткої логіки, нейронних мереж, генетичних алгоритмів, поліноміальних методів синтезу, наглядачів стану, векторного керування та багато

інших. На ній було висвітлено виключно важливу роль модернізації електропроводів як дуже ефективного засобу економії в Україні енергетичних ресурсів. Серед аспірантів став популярним конкурс докладів молодих вчених, який проводився за підтримкою німецької служби академічних обмінів (ДААД).

Кафедрі належить велика організаційна роль у проведенні 24-ох конференцій у яких приймали участь вчені і фахівці з 30 країн світу. Її учасниками було захищено 62 докторські і більше 160 кандидатських дисертацій, а твори конференції, деякі випуски котрих досягали 600 сторінок, являють собою антологію електроприводу за минулі роки. Як наслідок згуртування учасників конференцій було рішення про створення у 1997 році Української асоціації інженерів електриків (УАІЕ). Визнанням заслуг кафедри стало обрання її завідувача Президентом асоціації, доцента В.М. Шамардіної – відповідальним секретарем і заснування у Харкові центрального органу асоціації.

Значну роль у підготовці кадрів вищої кваліфікації відіграє науковий семінар «Динаміка нелінійних електромеханічних систем», створений за підтримкою інституту електродинаміки НАН України (директор академік Кириленко О. В.). За роки функціонування семінару на його засіданнях було зроблено більше 200 докладів з тематики кандидатських і докторських робіт фахівцями ВУЗів, підприємств і організацій Харкова, Запоріжжя, Донецька Миколаєва, Кременчука, Одеси, Магдебурга та інших місць.

У вересні 2020 року під егідою IEEE буде проведена 25-а конференція, з наданням матеріалів і виступами на англійській мові, що відповідає вимогам на укометричної бази SCOPUS.

Наукова діяльність Важливим результатом слід вважати відкриття нового наукового напрямку внаслідок визнання спецрадою МЕН у 1989 році докторської дисертації автора як «нового розділу теорії електроприводу». За цим напрямком захищено 19 кандидатських дисертацій, а окремі теоретичні положення використані в 3-х докторських. У 1999 р. під час експериментальних досліджень було відкрито явище підсилення пружних коливань нелінійністю тертя, а у 2014 р. вийшла монографія Клепикова В.Б. «Динаміка електромеханічних систем з нелінійним тертям» (408 с.). Зараз за даним напрямком виконуються дослідження і розробки з підвищення безпеки руху в умовах буксування та юзу електромобілю. Ці роботи ведуться згідно держбюджетної теми № 3423 за планами МОН України. В них приймають участь: доц. Пшеничников Д.О., проф. Шамардіна В.М., ст. викл. А. В. Тимошенко, ас. Семіков О.В., аспіранти Сакун Є.В., Воробйов Б.В., Ротару А.В., інж. Касторний П.М.

Кафедрі належить ініціатива розпочатку (1994 р.) досліджень з використання нейронних мереж і генетичних алгоритмів для вирішення задач управління електромеханічними системами. В 1995 р. на Міжнародній науковій конференції у Санкт-Петербурзі з цього напрямку була зроблена перша в СНД доповідь, а у 1998 р. аспірантом кафедри Махотило К.В. була захищена перша в Україні кандидатська дисертація.

Досвід практичного використання цих методів передавався іншим кафедрам, одержав розвиток у дисертаційній роботі ст. викл. Обруча І.В., захищеної в 2019 р., а також у створенні квазінейнорегулятора, вагові коефіцієнт котрого розраховуються аналітичним засобом.

Повернення на кафедру після закінчення роботи проректором д.т.н. проф. Долбні В.Т. надало імпульс використанню у дослідженнях і учбовому процесі топологічних методів. У 2005 р. ним була видана монографія «Топологічні методи аналізу і синтезу електротехнічних та електромеханічних систем» (356 с.) дуже корисна для дослідників, аспірантів і студентів електроприводчиків.

Нестійкість електромеханічних систем з від'ємним тертям спонукала на пошуки методів усунення фрикційних автоколивань в подібних системах. У 90-ті роки розпочинаються активні дослідження з кореневих, поліноміальних методів синтезу систем, в тому числі, з наглядчачами стану, що забезпечують стійкість і задані показники регулювання (Осичев О.В., Акімов Л.В., Котляров В.О.).

Гулем А.І. були виконані значні роботи по запропонованому ним методу мінімаксної оптимізації багатократно інтегруючих систем і захищена у 2003 р. докторська дисертація.

Глибокі дослідження ітераційних багатоканальних електроприводів слідкуючих систем були проведені доц. Худяєвим О.А. у написаній ним докторській дисертації.

Актуальні наукоємні і важливі практичні дослідження з електромагнітної діагностики заземлювальних пристроїв на протязі багатьох років проводить доц. Коліушко Д.Г. При цьому він забезпечує фінансування робіт за рахунок госпдоговорів, систематичні публікації результатів роботи і їх впровадження, що створює можливість завершення у найближчі роки докторської дисертації.

Велику роль по активізації досліджень і розробок з підвищення енергоефективності електроприводів відіграла виконана у 2007 – 2008 рр. науково-дослідна робота за планами НАН України «Розробка енергозберігаючих технологій модернізації електроприводів середньої і малої потужності в Україні». Було встановлено та звернено увагу на наявність мультиплікативного та синергетичного ефектів при модернізації і оптимізації електроприводів, їх надзвичайно велику роль у збереженні енергетичних ресурсів. Проведена робота по узагальненню досвіду ВУЗів та підприємств в цьому напрямку сприяла одержанню у 2016 р. колективом авторів Державної премії у галузі науки і техніки (першої в Україні з електроприводу).

Крім вищевказаних традиційно виконувалися наукові дослідження електроприводів під керівництвом ведучих викладачів за напрямками: верстатів з числовим програмним управлінням (проф. Аніщенко М.В.), підйомних механізмів (проф. Шамардіна В.М.), рельсових транспортних засобів (проф. Кутовий Ю.М.), з моделювання електромеханічних систем (проф. Осичев О.В.), мобільних роботів та електромеханічних

систем із складними фрикційними зв'язками (доц. Котляров В.О.).

У період 2012 – 2019 років захистили кандидатські дисертації 8 викладачів та співробітників кафедри: Котляров В.О., Ткаченко А.О., Моїсєєв О.М., Банєв Є.Ф., Асмолова Л.В., Кунченко Т.Ю., Коротаєв П.О., Обруч І.В.

Наукова діяльність кафедри за останні 5 років знайшла відображення у 7 монографіях, 117 публікаціях, 45 доповідях на міжнародних конференціях.

Впровадження науково-технічних розробок. Зберігаючи традиції наших засновників і вчителів, вчені кафедри намагаються довести наукову роботу до практичного результату або впровадження. Завдяки цьому: для Криворізького металургійного заводу була розроблена система усунення буксування валків прокатного стану, Харківського станкозаводу – здійснено усунення внаслідок фрикційних явищ огранки валків при шліфуванні у 4-х важких вальцешліфувальних станках, виготовлених для Чехословаччини; Харківському авіазаводу передано аеродромне джерело живлення; інституту Радіоастрономії НАН України – електропривод з фрикційною муфтою скануючого пристрою. Для АО «Турбогаз» виготовлено і передано 4-и автономних джерела електроживлення за системою «Турбодетандер – асинхронний генератор – напівпровідниковий перетворювач».

На Харківському приборобудівному заводі імені Шевченка впроваджено у дослідну серію (50 од.) розробленого на кафедрі перетворювача частоти ПЧРТ-3 для енергоефективного електроприводу. Впровадження такого перетворювача на насосному агрегаті станції другого підйому у с. Солоніцевка, не тільки надало значний економічний ефект, а й привело до важливих теоретичних результатів – необхідності введення поняття «електромеханогідравлічна система з розподіленими параметрами» і до висновку, що причиною поривів водопровідних мереж при включенні агрегатів після короткочасної втрати напруги є хвильові процеси у водогінній мережі.

Під керівництвом доцента Коліушко Д.Г. щорічно виконуються господарчі договірні роботи у обсязі 150 – 250 тис грн. по підвищенню безпеки електрообладнання підприємств перевіркою заземлення.

Варто зазначити, що й у учбово-науковій роботі викладачі намагаються досягти практичного результату. Котляровим В.О. і А. Ткаченко А.О. разом із студентами створені мобільні роботи, що демонструються у «дні відкритих дверей» і приваблюють велику увагу школярів.

Для учбових і наукових цілей на базі автомобілю «Ланос» створено у 2015 році перший в Україні електропривод з суперконденсаторною батареєю.

Міжнародне співробітництво. Результати наукових досліджень кафедри неодноразово докладались на міжнародних конференціях в Україні, Росії, Німеччині, Франції, Італії, Угорщині, Польщі і в інших країнах, а у 24-х конференціях «Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика» приймали участь вчені і фахівці з 30-ти країн світу.

Найбільш плідними протягом багатьох років були зв'язки із спорідненою кафедрою Магдебурзького університету ім. Отто фон Геріке. Ще у 70-х роках там навчалися у аспірантурі і захистили дисертацію Геродес Г.А. і Горохов А.Г. (керівник проф. Й. Фігель). Особливо активним було співробітництво за часи завідування кафедрою проф. Ф. Палісом. Він був постійним співголовою конференції ПАЕП і Головою журі конкурсу молодих вчених, який проводився за підтримкою німецької служби академічних обмінів (ДААД), приймав разом з нашою кафедрою активну участь з створення у ХПІ німецького технічного факультету і керував студентами, які щорічно від'їжджали у МУ на включене навчання.

В Магдебурзькому університеті у 1999 році, виконуючи за грантом ДААД експериментальні дослідження на лабораторній установці, автором було виявлено явище підсилення пружних коливань в електромеханічних системах нелінійною тертя. Наукове співробітництво супроводжувалось сумісними публікаціями в Німеччині і Україні і доповідями на міжнародних конференціях.

У 2012 - 2014, 2015 - 2017р.р. кафедра приймала участь у виконанні Європроектів: спільно з ВУЗами Франції, Чехії, Росії, Австрії, Болгарії, Румунії, Іспанії. Активну участь у виконанні проектів приймали професори Клепиков В.Б., Аніщенко М.В., Кутовой Ю.М. доценти Пшеничников Д.О., Ткаченко А.О., ст. викл. Тимошенко А.В., інж. Крохмальов О.А., а в розробці методичних матеріалів з використання лабораторії віддаленого доступу – професори Шамардіна В.М., Осичев О.В., доценти Котляров В.О., Асмолова Л.В.

В останні роки наукові стосунки активно розвиваються з Грузинським технічним університетом (зав. каф., д.т.н., проф. Чунашвілі Б.), спільно з яким проведено міжнародні конференції в Україні та Грузії, а також продовжуються з Технічним університетом Карінтії (Австрія) по вдосконаленню нетрадиційних методів проведення лабораторних робіт.

Учбово-методична робота. За роки свого існування кафедрою за всіма формами навчання підготовлено більше 6000 фахівців з вищою освітою в галузі електромеханічних систем автоматизації і електроприводу. Зміст навчання змінювався відповідно з технічним прогресом – від релейно-контактного електроприводу до сучасних автоматизованих мікропроцесорних електромеханічних систем з використанням сучасних досягнень у напівпровідниковій техніці, електричних машинах, датчиків координат та інтелектуальних методів керування. Згідно з цим процесом вводилися нові курси або нові розділи в учбових планах, створювалися і змінювалися спеціалізації. У 90-ті роки поглиблюється комп'ютерна підготовка студентів, використання комп'ютерної техніки у наукових дослідженнях. На даному етапі кафедра веде підготовку за освітньою програмою «Електропривод, мехатроніка та робототехніка» в рамках 141-ої спеціальності «Енергетика, електротехніка та електромеханіка». Слід вказати, що «електромеханіка» була внесена у назву спе-

ціальності, зокрема, завдяки ініціативі нашої кафедри, УАІЕ та підтримці ректорів університетів Загірняка М.В. (КрНУ), Грабко В.В. (ВНТУ), а також проректора Бешти О.С. (НГУУ), завідувачів кафедр Лозинського О.Ю., Пересади С.М., Садового О.В., і звернення безпосередньо до Міністра МОН України.

Щорічні наукові конференції ПАЕП відіграли значну роль у вдосконаленні роботи кафедр ВУЗів України. Завершальним етапом кожної конференції було проведення засідання науково - методичної комісії з електромеханіки МОН України, довгий час головою якої був автор. Участь у засіданнях приймали ректори ВУЗів Загірняк М.В., Грабко В.В., представники міністерства Касаткіна Н.В., Солоденко А.К., завідувачі кафедр, представники НДІ і промисловості.

Створення Німецького технічного факультету у 2003 р., (декан проф. Шамардіна В.М.) дозволило використати систему включеного навчання з одержанням 2-х дипломів: НТУ «ХПІ» і Магдебурзького університету (щорічно 3-5 студентів).

У методичному забезпеченні учбового процесу – виданні учбових посібників, методичних матеріалів, підготовці нових курсів та розділів активну участь беруть професори: М.В. Аніщенко, В.М. Шамардіна, Ю.М.Кутовой, Я.В. Щербак; доценти: Т.Ю. Кунченко, Л.В.Асмолова, Д.Г. Коліушко, Д.О. Пшеничников, І.О. Тукалов, О.А. Худяєву

За останні 5 років було видано: 12 учбових посібників, 25 методичних матеріалів. В учбовому процесі студентів, магістрів і аспірантів широко використовуються монографії В.Т. Долбні «Топологічний аналіз і синтез електромеханічних систем», В.Б. Клепиков «Динаміка електромеханічних систем з нелінійним тертям, а також О.В. Осичева з моделювання електромеханічних систем.

Незважаючи на відомі труднощі з прийомом студентів на перший курс технічних спеціальностей, кафедра у останні 2 роки виконувала планові показники, повністю укомплектовуючи перший курс у обсязі 37 – 42 осіб тільки з першим пріоритетом, чому значною мірою сприяла наполеглива й відповідальна робота доц. Ткаченко А.О.

В учбовому процесі студентів дуже привабливо практична робота. На кафедрі під керівництвом доц. Котлярова В.О. активно працює студентський науково-технічний центр по створенню мобільних роботів, у якому приймають участь більше 25 студентів.

Протягом багатьох років команда студентів щорічно виїздить на другий тур української олімпіади з електромеханіки на котрих багаторічно студенти займали перші місця в особистому або командному заліках.

Розвиток матеріально технічної бази. У 80-ті роки завдяки підтримці випускників кафедри Жучкова М.І., заступника міністра промисловості СРСР та Дегавцова В.О., головного енергетика заводу «Серп і молот», була здійснена широка модернізація силового лабораторного обладнання і стендів.

Напередодні 75-річчя кафедри завдяки спонсорській допомозі, фірм і організацій: «Тяжпромавтома-

тика» (дир. Кубишкін М.В.), «Тяжпромелектропроект» (Скидан М.Н.), «Елакс» (Кольчик І.І.) НПО «Електроштітовий завод» (Черенов О.М.), НПП «Компел» (Поліванов В.О.) було виконано євроремонт кафедри, а фірмою «Сіменс» за виконання трьох господарських тем передано сучасне обладнання мікропроцесорної лабораторії з 10-ма комп'ютерами та сучасними електроприводами. Фірмою «Констар» було передано 4 лабораторних стенда з мікроконтролерами, фірмою «Компел» стенд із сучасними типами датчиків. Директор Харківської філії «Приватбанку» Терещенко А.І. передав кафедрі автомобіль «Ланос» для переобладнання його в електромобіль і використання в учбових і наукових цілях, на базі якого у 2015 році було створено електропривод з суперконденсаторною батареєю, у яку в гальмівних режимах здійснюється повернення енергії.

Суттєве покращення матеріально-технічної бази учбового процесу надала участь у виконанні 2-х раніше вказаних Європроектів: кафедра одержала сучасне комп'ютерне і лабораторне обладнання на суму близько 50 тис євро, а також мала можливість використати досвід закордонних ВУЗів Франції, Чехії, Болгарії, Росії, Австрії, відкрити спеціалізацію «Мехатроніка та робототехніка» і створити лабораторію віддаленого доступу, в тому числі, із зарубіжними країнами. Одержав розвиток науковий напрямок з електромобільного електроприводу і створено на базі автомобіля «Ланос» перший в Україні електромобіль з суперконденсаторною батареєю для учбових і наукових цілей.

В освоєнні обладнання лабораторії віддаленого доступу активну участь прийняли проф. М.В. Аніщенко, асистент А.В. Тимошенко, О.А. учбовий майстер Крохмальов, а в методичному забезпеченні професори

В.М.Шамардіна, О.В. Осичев, доценти В.О. Котляров, А.О. Ткаченко, Л.В. Асмолова

Завдяки виконанню трьох бюджетних тем за планами МОН України були отримані обладнання і матеріали на суму близько 300 тис. грн., в тому числі літій-залізо-фосфатні акумулятори, які встановлені на електромобілі для проведення експериментальних досліджень за дисертаційними роботами асистентом Семіковим О.В., аспірантами Сакуном Є.В., Воробйовим Б.В., Ротару А.В.

Серед важливих подій у житті нашої кафедри не можна не відмітити велику роботу з вшанування пам'яті Копняєва П.П. як засновника української електротехнічної школи. Ініціатива кафедри була одностайно підтримана членами асоціації УАІЕ. У 2011 році пам'ятний бюст професору Копняєву було встановлено у електротехнічному корпусі НТУ «ХПІ», побудованому завдяки ініціативі Павла Петровича його наполегливості і безпосередній участі у проектуванні та вирішенні непростих питань будівництва.

На даний час кафедра має у своєму складі 3 докторів і 15 кандидатів наук, в тому числі, 7 професорів, 11 доцентів. В аспірантурі навчається 7 аспірантів. За денною формою на ступінь бакалавра та магістра навчається 212 студентів.

Слід вказати й на проблеми з якими зустрічається кафедра у своїй роботі. По-перше, з 4-го курсу багато студентів починає працювати, що призводить до пропусків занять з усіма витікаючими наслідками. По-друге, суттєве скорочення фінансування держбюджетної тематики і вкрай мале господарської, знижує зацікавленість у науковій роботі. Особливо заважає зростання бюрократизації: безперервна зміна спеціальностей, спеціалізацій, учбових планів, форм підготовки



Колектив кафедри «Автоматизовані електромеханічні системи» в ювілейний рік біля пам'ятника професору Копняєву П.П. Зліва направо: **1 ряд:** інж. Долгушева Л.М., зав. лабор. Шаповалова І.О., проф. Аніщенко М.В., заст.зав.каф., проф. Шамардіна В.М., зав.каф., проф. Клепиков В.Б., проф. Долбня В.Т., заст. директора ННІ "ЕЕЕ", доц. Воїнов В.В., проф. Кутовой Ю.М., проф. Щербак Я.В. **2 ряд:** асп. Кириленко Я.О., проф. Осичев О.В., доц. Ткаченко А.О., доц. Худяєв О.А., інж. Єрмакова І.В., інж. Крохмальов О.А., доц. Ковальов В.М., доц. Кунченко Т.Ю., ст. викл. Обруч І.В., майстер вироб. навч. Касторний П.М., інж. Панська Г.В., ст. викл. Тищенко Л.В., доц. Асмолова Л.В., асис. Семіков О.В., ст. викл. Тимошенко А.В. **3 ряд:** доц. Котляров В.О., доц. Коліушко Д.Г., доц. Тукалов І.О., асп. Воробйов Б.В., доц. Пшеничников Д.О.

Вісник Національного технічного університету «ХПІ».

фахівців вищої кваліфікації; реорганізаційні заходи; підлаштування під зарубіжні форми навчання; підвищення обсягу паперових матеріалів, що супроводжують учбовий процес та функціонування кафедри. Все це потребує ретельного розгляду компетентними фахівцями стану підготовки з вищої технічної освіти.

У непростій роботі завідувача кафедри авторами надавали суттєву допомогу заступники: доц. Богдано-ва Б.В., Осичев О.В., Кутовой Ю.М., Шамардіна В.М., на яку в останні роки припадає значний обсяг учбово-організаційної роботи. Вважаю за необхідне також відмітити викладачів та співробітників кафедри, яким доводиться виконувати багатообсяжну організаційно-технічну роботу по забезпеченню функціонування кафедри: ст. викл. Л.В. Тищенко, зав. лаб. І.О. Шаповалова, інженери Г.В. Панська, Л.М. Долгушева, І.В. Єрмакова.

Пам'ятаючи слова президента НАН України Патона Б.Є. виказані у привітанні з нагоди 75-річчя кафедри: «Колектив кафедри в наш непростий час зберігає професіоналізм та вміння долати труднощі», колектив кафедри з оптимізмом дивиться у майбутнє.

Список літератури

1. Stanford University. URL: <https://www.stanford.edu> (дата звернення 23.12.2019).
2. Киркач Н.Ф. Харьковский политехнический институт. 1885-1985. История развития / Под ред. Н.Ф. Киркача. Харьков: Вища школа, 1985. 223 с.
3. Лисачук Г.В., Товажнянський Л.Л., Шептун І.М. Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» / Под общ. ред. Л.Л. Товажнянского. Харьков: НТУ «ХПИ», 2003. 119 с.
4. Клепиков В.Б. Из истории кафедры (к 75-летию кафедры «Автоматизированные электроприводы») НТУ «ХПИ». Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Сер.: Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія і практика. Харків: НТУ «ХПИ», 2005, №45. С. 15 – 19.
5. Тверитникова О.Є. Зародження і розвиток науково-технічної школи електротехніки професора П.П. Копняєва (1885-1950 р.р.): монографія. Харків: НТУ «ХПИ», 2010. 211 с.
6. Клепиков В.Б. Из истории научной школы электропривода Харьковского Политехнического Института. Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Сер.: Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія і практика. Харків: НТУ «ХПИ», 2010, Вип. 28. С. 13-28.
7. Брок О.Б., Бзлькин Л.Д., Штурман Г.И. и др. Павел Петрович Копняев. Электричество. Москва: Госэнергоиздат, 1957, №5. С. 92.
8. Губенко Т.П. Творець нової школи. Політехнік. URL: <http://polytechnic.kpi.kharkov.ua/ViewArticle.aspx?id=3087>. (дата обращения 15.01.2020).
9. Бардачевський А., Губенко В., Деніс Б., Онишко Є. 1896-1996. Тихон Павлович Губенко. Життя і діяльність. Електромеханіка Львів-Славськ: ДУ Львівська політехніка, 1996. С. 9 – 11.
10. Юньков М.Г. ОАО «Электропривод» (ВНИИЭлектропривод) – научно-производственная школа по электроприводу: семинар «80 лет отечественной школы электропривода». Санкт-Петербург: ЛЭТИ, 2002. С. 5 – 7.
11. Клепиков В.Б., Тверитникова О.Є. Професор П.П. Копняев – вчений, громадський діяч, організатор вищої електротехнічної освіти (до 150-річчя з дня народження). Електротехніка і електромеханіка. Харків: НТУ «ХПИ». 2017, №14. С. 11 – 16.

References (transliterated)

1. Stanford University. URL: <https://www.stanford.edu> (accessed 23.12.2019).
2. Kirkach N.F. Har'kovskij politekhnicheskij institut. 1885-1985. Istoriya razvitiya [Kharkov polytechnical institute. 1885-1985. History of development] / red. N.F. Kirkacha. Har'kov: Vishcha shkola, 1985. 223 p.
3. Lisachuk G.V., Tovazhnyanskij L.L., Sheptun I.M. Nacional'nyi tekhnicheskij universitet «Har'kovskij politekhnicheskij institut» [National Technical University «Kharkov Polytechnic Institute»] / red. L.L. Tovazhnyanskogo. Har'kov: NTU «HPI», 2003. 119 p.
4. Klepikov V.B. Iz istorii kafedry (k 75-letiyu kafedry «Avtomatizirovannye elektromekhanicheskie sistemy» NTU «HPI») [From the history of the department (to the 75th anniversary of the department "Automated Electromechanical Systems" NTU "KhPI"). Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «Kharkivskiy politekhnichnyi instytut». Ser.: Problemy avtomatyzovanoho elektroprivoda. Teoriia i praktyka [Bulletin of the National Technical University «KhPI». Series: Problems of automated electrodrives. Theory and practice]. Kharkiv: NTU «KhPI», 2005, №45. pp. 15 – 19.
5. Tverytnykova O.Ye. Zarozhzhennya i rozvytok naukovo-tekhnichnoyi shkoly elektrotekhniki profesora P.P. Kopnyayeva (1885-1950 r.r.): monohrafiia [Origin and development of professor P.P. Kopnyayev the scientific and technical school of electrotechnics (1885-1950): monograph]. Kharkiv, NTU «KhPI», 2010. 211 p.
6. Klepikov V.B. Iz istorii nauchnoj shkoly eletroprivoda Har'kovskogo Politekhnicheskogo Instituta [From the history of electric drive the scientific school of the of the Kharkov Polytechnic Institute]. Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «Kharkivskiy politekhnichnyi instytut». Ser.: Problemy avtomatyzovanoho elektroprivoda. Teoriia i praktyka [Bulletin of the National Technical University «KhPI». Series: Problems of automated electrodrives. Theory and practice]. Kharkiv: NTU «KhPI», 2010, Vyp.28. pp. 13 – 28.
7. Brok O.B., Bzl'kind L.D., SHturman G.I. i dr. Pavel Petrovich Kopnyaev [Pavel Petrovich Kopnyaev]. Elektrichestvo [Electrical Technology Russia]. Moskva: Gosenergoizdat, 1957, №5. p. 92.
8. Hubenko T.P. Tvorets novoi shkoly [Creator of a new school]. Politekhnich [Polytechnic]. URL: <http://polytechnic.kpi.kharkov.ua/ViewArticle.aspx?id=3087>. (accessed 15.01.2020).
9. Bardachevskiy A., Hubenko V., Denis B., Onyshko Ye. 1896-1996. Tykhon Pavlovych Hubenko. Zhyttia i diialnist [1896-1996. Tikhon Pavlovich Gubenko. Life and activity]. Elektromekhanika [Electromechanics]. Lviv-Slavsk: DU Lvivska politekhnika, 1996. pp. 9 – 11.
10. YUn'kov M.G. ОАО «Электропривод» (ВНИИэлектропривод) – научно-производственная школа по электроприводу: семинар «80 лет otechestvennoj shkoly elektroprivoda» [Ltd «Electroprivod» - scientific production school on electric drives: seminar «80 years of the domestic school of electric drive»]. Sankt-Peterburg: LETI, 2002. pp. 5 – 7.
11. Klepikov V.B., Tverytnikova O.Ie. Profesor P.P. Kopniaev – vcheniy, hromadskiy diiach, orhanizator vyshchoi elektrotekhnichnoyi osvity (do 150 richchia z dnia narodzhennia) [Professor P. Kopnyaev - scientist, public figure, organizer of higher electrical engineering education (up to 150 anniversary birthday). Elektrotekhnika i elektromekhanika. [Electrical engineering and electromechanics]. Kharkiv: NTU «KhPI», 2017, №14. pp.11 – 16.

Надійшла 31.01.2020

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Клепиков Володимир Борисович (Клепиков Владимир Борисович, Klepikov Vladimir Borisovich) – доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», завідувач кафедри автоматизованих електромеханічних систем; м. Харків, Україна; e-mail: klepikov@kpi.kharkov.ua