

УДК 621.3:537.311:910.4

Надія Веселова

Досягнення науковців Харківського політехнічного інституту в сфері високовольтної імпульсної техніки (1960–1990 рр.)

Наведено історичний огляд досягнень українських учених та інженерно-технічних співробітників Харківського політехнічного інституту (ХПІ) у високовольтній імпульсній техніці за 1960–1990 рр. Описано технічні досягнення установок високої напруги та винаходів українських науковців. Наведено персональні відомості про українських учених та спеціалістів ХПІ, що створили відомі на території України та колишнього СРСР унікальні високовольтні пристрої. Вказано технічні дані генераторів імпульсних напруг і струмів та інших високовольтних комплексів, які в цей час створили українські науковці. Зосереджено увагу на галузях їх застосування та науковій співпраці між ученими ХПІ та іншими українськими установами й науковими центрами світу. Визначено та узагальнено наукові здобутки українських учених ХПІ в техніці високої напруги.

Ключові слова: історія розвитку, досягнення, техніка високих напруг, генератор, струм, блискавкозахист, лабораторія.

The historic Review of the achievements of the Ukrainian scientists, engineers and technicians of Kharkiv Polytechnic Institute (KhPI) in scientific and technical field of high-voltage pulse technique during the period of the 1960–1990 is done. Technical possibilities of the high voltage installations created by Ukrainian scientists are described. Information about Ukrainian scientists and specialists from KhPI who created well-known in Ukraine and former USSR unique high-voltage devices are also given. Specified technical dates of pulse voltages and currents generators as well as other high-systems created at that time by Ukrainian scientists are shown. The emphasis is also done on the areas of the application of these inventions and on the scientific cooperation of the researchers from HPI with the other Ukrainian and World institutions and research centers. The scientific achievements of Ukrainian scientists of KhPI in high voltage technique are determined and summarized.

Keywords: History of Development, Achievements, High-Voltage Technique, Generator, Current, Lightning-Protection, Laboratory.

Стан розвитку високовольтної імпульсної техніки та швидке поширення високовольтних ліній електропередач в Україні потребували постійного дослідного вивчення діелектриків за різних зовнішніх умов, а також складних процесів, що відбуваються під дією високих напруг. Завдання, які стояли перед українськими науковцями, було б неможливо виконати без створення імпульсів напруги у десятки та тисячі разів більших від попередніх [16, с. 5].

У науково-дослідній лабораторії механічних випрямлячів Харківського політехнічного інституту ім. В. І. Леніна, яку очолював видатний український учений-високовольтник Саул Маркович Фертик (1901–1968 рр.) (фото 1), досліджували актуальні проблеми, пов'язані з конструюванням, виготовленням та експлуатацією ізоляції електричних машин та апаратів високовольтних ліній електропередавання [5, с. 2–7]. Успішний та стрімкий розвиток високовольтної техніки був відповіддю на величезне зростання кількості електростанцій, підстанцій та ліній електропередавання в Україні [1, с. 7–10].

За завданням Харківського раднаркому для задоволення потреб військово-морського флоту 1961 р. в ХПІ розроблено та передано для серійного виробництва на Харківському електромашинобудівному заводі стартерний механічний випрямляч струму. В печах, що працювали від підстанції з механічними випрямлячами струму, на Дніпропетровському титаново-магнієвому заводі плавляли магній і титан [9, с. 30–32].



Фото 1. Колектив науково-дослідної лабораторії механічних випрямлячів ХПІ, науковий керівник Фертик С. М. (1-й ряд, шостий зліва), 1960 р.

Особлива увага приділялася розробленню та створенню генераторів. Генератор імпульсних напруг (ГІН) на напругу 1,6 МВ для Всесоюзного науково-дослідного інституту електроенергетики (м. Москва, РРФСР) створили працівники лабораторії механічних випрямлячів 1961 р. Керував науковими дослідженнями к. т. н. Фертик С. М., провідними виконавцями завдання стали: старший інженер І. Р. Пекар (розробляв, виготовляв та досліджував генератор), В. В. Конотоп (розробляв конденсатори нового типу для установки), М. І. Грабенко (проектував складну несну конструкцію генератора), Г. С. Максимова (розробляла та розраховувала електричну схему пристрою). Генератор ГІН–1,6 використовувався для досліджень високовольтних пристроїв підстанцій і ліній електропередавання (вимикачів, трансформаторів, ізоляторів, розрядників та інше), а також для фізичних досліджень розрядів у діелектриках за високих імпульсних напруг [6, арк. 5–17].

Впродовж 1960–1961 рр. співробітники лабораторії механічних випрямлячів разом з працівниками кафедри передавання електричної енергії ХПІ ім. В. І. Леніна вирішили важливе прикладне завдання – розробили систему блискавкозахисту на той час найдовшої в світі (97 км) – тролейбусної мережі між містами Сімферополь і Ялта на півострові Крим. Маршрут трамваю, і відповідно, лінії електропередавання проходили через гори. Відомо, що в таких точках земної поверхні підвищена грозова активність. За рік блискавки влучали в лінію цієї мережі понад 100 разів, що псувало обладнання та загрожувало життю пасажирів. Щоб вивчити природу розряду блискавки та методи блискавкозахисту, працівники лабораторії під керівництвом С. М. Фертика та А. Л. Вайнера створили пересувний генератор на робочу напругу 1 МВ. Співробітники лабораторії визначали, як можна захистити від ударів блискавки тролейбусну лінію шляхом створення системи блискавковідводів. На основі цього прикладного дослідження в ХПІ було створено високовольтну імпульсну техніку для вивчення впливу розрядів блискавки на обшивку літаків, лінії електропередавання, підстанції тощо [12, с. 30–31].

За наказом Міністерства вищих навчальних закладів Української РСР 1964 р. Лабораторію механічних випрямлячів було перейменовано в Науково-дослідну лабораторію техніки високих напруг (НДЛ ТВН). Для потреб співробітників НДЛ

ТВН створено польовий стенд імпульсних напруг, який став основою науково-дослідного вивчення фізичних процесів у довгих електричних розрядах та природної блискавки, а також для інших спеціальних досліджень, захисту електричних установок від перенапруг, споруд – від ураження блискавкою [7, с. 5].

Слід відзначити тісну співпрацю між НДЛ ТВН та іншими видатними науково-дослідними установами з високовольтної техніки, зокрема з Харківським фізико-технічним інститутом. Для досліджень з прискорювальної техніки вчені лабораторії ТВН розробили, виготовили та передали в експлуатацію батарею ємнісних накопичувачів на 625 кДж. За таку розробку колектив НДЛ ТВН преміювало Міністерство вищої та середньої спеціальної освіти УРСР [8, арк. 12–14].

Впродовж 1960–1965 рр. штатний персонал науково-дослідної лабораторії техніки високих напруг збільшився до 90 чоловік, серед них було 2 кандидати технічних наук. Площа лабораторних приміщень зросла удвічі – до 2000 м². Працівники лабораторії виконали науково-дослідні роботи на 6 млн руб., опублікували 72 наукові праці та зробили 31 науковий винахід [14, с. 85–87].

Створення у ХПІ унікальної установки генератора імпульсних напруг та імпульсних струмів ГН–4/1,0-ГІТ завершилось 1965 р. Під час проектування вдалося збільшити енергетичні параметри установки на 14 %, що збільшило номінальну напругу від запланованого рівня 3,5 МВ до 4 МВ та накопичувану енергію з 900 кДж до 1000 кДж. За рівнем накопичуваної енергії генератор, створений в Українській РСР, значно перевищував усі відомі найбільші генератори подібного типу: у 2,4 раза – генератор Всесоюзного електротехнічного інституту (м. Москва, РРФСР); у 3,5 раза – генератор фірми Ферранті (Велика Британія); у 5,5 раза – генератор фірми Джeneral Електрик (м. Пітсфельд, США) [6, арк. 51; 15, с. 5–7].

Зважаючи на значні досягнення в техніці високих напруг, на постійну потребу розширювати кадри науково-дослідної лабораторії ТВН та залучати кваліфікованих працівників, виникла необхідність готувати спеціалістів з високовольтної техніки безпосередньо в ХПІ. За ініціативи керівника НДЛ ТВН С. М. Фертика, 1966 р. було створено кафедру ТВН, котру було перейменовано в кафедру інженерної електрофізики. Першим завідувачем кафедри за конкурсом обрали видатного електрофізика, к. т. н. Ігоря Васильовича Білого (1927–2010 рр.). Перший випуск інженерів-електрофізиків відбувся в ХПІ 1972 р. За активної участі студентів та викладачів кафедри в приміщеннях житлового будинку було устатковано навчальний комплекс кафедри ІЕФ. До складу приміщень кафедри входили аудиторії, інформаційний кабінет, навчальні лабораторії, спеціалізовані кабінети [10, арк. 22–25]. За 1965–1969 рр. співробітники НДЛ ТВН виконали науково-дослідні роботи на 10 млн руб., штатний персонал лабораторії збільшився на 20 чоловік – до 220 співробітників, серед яких 3 кандидати технічних наук. За цей час було опубліковано 180 наукових праць та зроблено 38 наукових винаходів [13, с. 201].

Наступний період тісної співпраці між НДЛ ТВН ХПІ та науковими центрами Української РСР та всього СРСР розпочався зі створенням генератора імпульсного струму (ГІС) на накопичувану енергію 320 кДж для Фізичного інституту АН СРСР ім. П. М. Лебедева. Цей пристрій спроектували та втілили в металі українські вчені НДЛ ТВН 1972 р. Цей ГІС застосували працівники інституту ім. П. М. Лебедева для створення лазерної установки [12, с. 40–45]. Впродовж 1970–1975 рр. кількість штатного персоналу НДЛ ТВН

не змінилась, однак кандидатів технічних наук у складі науково-дослідної лабораторії стало 8. За ці роки науковці опублікували 198 наукових праць та зробили 86 винаходів у галузі високовольтної техніки та перетворювачів струму. За цей час на кафедрі інженерної електрофізики було випущено 83 спеціалістів з високовольтної техніки, багато з яких залишилися працювати в лабораторії техніки високих напруг [13, с. 205].

Керівником НДЛ ТВН 1976 р. було призначено к. т. н. Геннадія Федоровича Нескородова (1940 р. н.). Під керівництвом цього вченого відбулися значні зміни в дослідженні та створенні високовольтної техніки. Почався етап дослідження, розробки та створення мегавольтних імпульсних установок, які імітували всі форми електромагнітних імпульсів нано- і мікросекундного діапазону. Поки розроблялися технічні рішення та ескізи проекти імітаторів високої напруги електромагнітних імпульсів із різною висотою смужкових ліній. Для різних установ Радянського Союзу було створено декілька імітаторів ІЕМІ: установка «Квант» для Всесоюзного науково-дослідного інституту (м. Москва, РРФСР); унікальний комплекс ІЕМІ–6 «Сплав» (здано у експлуатацію в місті Загорськ, тепер – м. Сергієв Посад, Росія); найбільша установка ІЕМІ–12 «ЕФЕС» (м. Ленінград, тепер – м. Санкт-Петербург, Росія) та інші. Унікальні рішення з проектування та створення цих установок досі не було перевершено. Високовольтні установки «Сплав» та «ЕФЕС» внесено в Міжнародний реєстр найбільших імітаторів електромагнітних імпульсів у світі [12, с. 196–197, 234]. Науково-дослідну лабораторію техніки високих напруг 1979 р. було перейменовано в Особливе конструкторське бюро високовольтної імпульсної техніки (ОКБ ВІТ). Загалом, за 1976–1980 рр. працівники цього бюро виконали науково-дослідні роботи на 20 млн руб., кількість персоналу зросла до 340 чоловік, серед яких 10 кандидатів наук, зокрема 3 молодих спеціалісти, що захистили кандидатську дисертацію. За 4 роки було опубліковано 320 наукових праць та зроблено 120 наукових винаходів [13, с. 208].

Особливу увагу українські науковці приділяли конструюванню, створенню та спорудженню найбільшого в ХПІ генератора імпульсних напруг типу ГН–14. Ця плідна праця тривала 20 років та була завершена 1983 р. Створення такого унікального генератора було складним завданням, що потребувало від учених вирішення комплексу наукових та інженерних питань. Генератор ГН–14 на номінальну напругу до 14 МВ використовувався для досліджень енергетичного обладнання, а також – фізики грозових розрядів та отримання довгих іскор. У подальшому установку багато разів удосконалювали та модернізували, щоб уможливити високовольтні випробування нового рівня [10, арк. 38–40]. У 1980–1985 рр. співробітники ОКБ ВІТ виконали науково-дослідні роботи на 30 млн руб., штатних працівників високовольтного конструкторського бюро було 30 чоловік, серед яких 12 кандидатів технічних наук та 8 молодих спеціалістів, що захистили кандидатські дисертації. За цей час науковці опублікували 340 наукових праць, серед яких 126 описів винаходів. 1986 р. кафедру інженерної електрофізики було нагороджено Почесною Грамотою за підготовку науково-педагогічних кадрів, докторів та кандидатів технічних наук. Наступного року завершилось будівництво нового лабораторного корпусу ОКБ ВІТ з площею приміщень 4000 м² та було створено спеціалізовані аудиторії кафедри й нові наукові лабораторії [2, с. 58–60].

На замовлення Вищого інженерно-будівельного училища (м. Ленінград, РРФСР) 1988 р. зроблено та здано в екс-

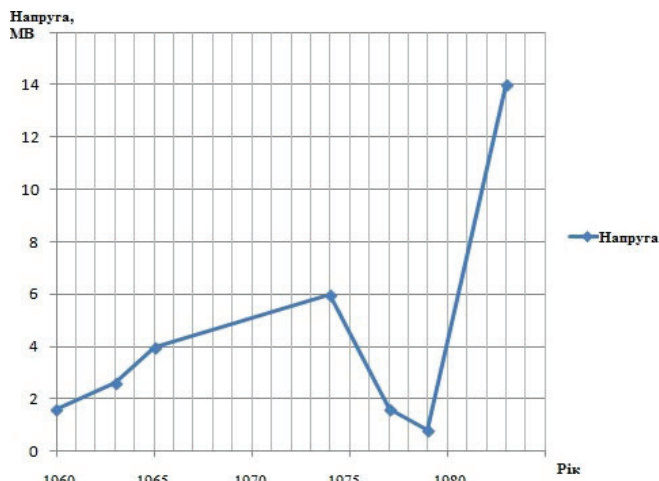


Рис. 1. Графік зростання напруги генераторів імпульсної напруги, що були створені у Науково-дослідній лабораторії ТВН ХПІ впродовж 1960–1980 рр.

платуацію дослідний стенд з накопичуваною енергією 6 МДж та напругою 50 кВ. Ця установка використовувалась під час лабораторних робіт та в науковому процесі закладу. А через рік за розробку та впровадження цього дослідного стенду завідувачу кафедри ІЕФ ХПІ, к. т. н., доц. В. В. Кононоту та начальнику відділу ОКБ ВІТ к. т. н. Г. М. Коліушко, було присуджено премію Ради Міністрів СРСР [11, с. 412]. У 1985–1990 рр. співробітники Особливого конструкторського бюро високовольтної імпульсної техніки виконали науково-дослідні роботи на 40 млн руб., кількість працівників бюро зросла до 380 чоловік, серед яких 16 кандидатів технічних наук у галузі техніки сильних електричних та магнітних полів та 2 доктори технічних наук. Лабораторні приміщення, враховуючи новий корпус, мали площу 6200 м². Впродовж 5 років співробітники опублікували 280 наукових робіт, серед яких – 108 винаходів. Таким чином, якщо 1954 р. приміщення лабораторії мали площу 200 м², то 1987 р., завдяки побудові нового лабораторного 4-поверхового комплексу, їх площа зросла в 31 раз. Збільшилась і кількість винаходів та установок, що зумовило швидкі темпи розвитку високовольтної техніки в ХПІ. Успіхи науковців ХПІ у генераторобудуванні впродовж 1960–1980 рр. зображено на рис. 1.

1990 р. Особливе конструкторське бюро високовольтної імпульсної техніки за значні досягнення було перетворено на Науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут (НДПКи) «Молнія». Директором інституту було призначено кандидата технічних наук Геннадія Федоровича Нескородова. Зі створенням цього науково-дослідного інституту зусилля його працівників зосередились на дослідженні об'єктів на відповідність вимогам електромагнітної стійкості, на вплив електромагнітних факторів ураження та дестабілізаційний вплив штучних та природних електромагнітних перешкод. Велику увагу було приділено створенню імітаторів та обладнанню ними спеціальних науково-дослідних центрів, а також метрологічним дослідженням [3, с. 112]. На експериментальній базі НДПКи «Молнія» ХПІ впродовж 1991–1994 рр. було досліджено понад 3500 різних технічних об'єктів: системні модулі та відсіки кораблів ракетно-космічної техніки «Союз», «Прогрес»; ракети-носії «Протон» та «Енергія»; космічний корабель «Буран»; радіоелектронне обладнання військової техніки. Досліджувалось на унікальному експериментальному полігоні бортове обладнання літаків серії Ан, таких як Ан-70, Ан-124, Ан-140, Ан-148, Ан-225 [12, с. 210].

НДПКи «Молнія» 1996 р. очолив чинний директор – доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії України з науки й техніки, академік Академії наук прикладної радіоелектроніки Володимир Іванович Кравченко. Під керівництвом В. І. Кравченка 1997 р. на експериментальну базу інституту було запрошено представників Міжнародної електротехнічної комісії, що складається з працівників Лос-Аламоської національної лабораторії (США), які підготували матеріали для внесення високовольтних дослідних установок НДПКи «Молнія» до Міжнародного реєстру унікального дослідного обладнання. Основні високовольтні генератори імпульсної напруги та струму НДПКи «Молнія» ввійшли до цього міжнародного реєстру 2000 р. Це стало основою для міжнародного визнання результатів досліджень, що проводились на експериментальній базі інституту «Молнія» [2, т. 2, кн. 1, с. 10–12].

Досягнення українських учених-високовольтників ХПІ важко переоцінити. Той рівень, що був заданий зі створенням перших високовольтних науково-технічних установок дав видатний початок для подальшого вивчення, вдосконалення, проектування і впровадження нових технічних рішень у життя. Створені високовольтні установки є унікальними не тільки для нашого регіону та України, але й для всього колишнього СРСР. Вони також відповідають світовому рівню розвитку галузі.

1. *Баби́ков М. К.* Техника высоких напряжений / Баби́ков М. К., Комаров Н. С., Сергеев А. С. – М.: Государственное энергетическое издательство 1955. – 284 с. 2. *Баранов М. И.* Избранные вопросы электрофизики: Монография в 2-х томах / Баранов М. И. – Т. 1: Электрофизика и выдающиеся физики мира. – Х.: Из-во НТУ «ХПИ», 2008. – 252 с. 3. *Баранов М. И.* Комплекс электрофизического оборудования для генерирования микро- и миллисекундных импульсов напряжения до 1,2 МВ и тока до 200 кА / М. И. Баранов, В. А. Бочаров, Ю. П. Зябло, П. Н. Мельников // Технічна електродинаміка. – 2003. – № 5. – С. 55–59. 4. *Баранов М. И.* Избранные вопросы электрофизики: Монография в 2-х томах / Баранов М. И. – Т. 2, Кн. 1: Теория электрофизических эффектов и зада. – Х.: Изд-во НТУ «ХПИ», 2009. – 384 с. 5. *Брон О. Б.* Высоковольтная лаборатория Харьковского технологического института / О. Б. Брон // Электротехнический вестник. – 1926. – № 1. – С. 2–7. 6. Державний архів Харківської області. – Ф. Р–1682, оп. 8, т. 3, од. збер. 4031. Матеріали по нагородженню моделі «Генератор імпульсов» за 1961 г. – 17 с. 7. Державний архів Харківської області. – Ф. Р–1682, оп. 13, од. збер. 867. Отчет о научно-исследовательской работе НИЛ ТВН за 1963 г. – 95 с. 8. Державний архів Харківської області. – Ф. Р–1682, оп. 13, од. збер. 1474. Матеріали научно-исследовательской работы лаборатории за 1965 г. – 95 с. 9. Державний архів Харківської області. – Ф. Р–1682, оп. 13, од. збер. 1808. Пятилетний план развития НИЛ ТВН и ПТ. 1960 г. – 32 с. 10. Державний архів Харківської області. – Ф. Р–1682, оп. 14, од. зб. 144, Протоколы заседаний совета факультета и документы к ним за 1972 г. – 61 с. 11. *Мирдель Г. Ф.* Электрофизика / Мирдель Г. Ф. – М.: Мир. – 1972. – 608 с. 12. Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Молния» на рубеже тысячелетий / Под общей редакцией проф. В. И. Кравченко. – Х.: НТТМ, 2014. – 388 с. 13. *Ніколаєнко В. І.* Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». Історія розвитку. 1885–2010 / Ніколаєнко В. І., Кабачек В. В., Мешкова С. І. – Харків: Вид-во НТУ «ХПИ», 2010. – 408 с. 14. Україна і світ: гуманітарно-технічна еліта та соціальний прогрес: Тези доповідей Міжнар. наук.-теор. конф. студ. і аспір., м. Харків, 8–9 квітня 2014 р. / Редкол. Л. Л. Товажанський та ін. – Харків: НТУ «ХПИ», 2014. – 491 с. 15. *Фертик С. М.* Высоковольтный генератор / С. М. Фертик // Электричество. – 1939. – № 12. – С. 5–7. 16. *Фомичев Е. П.* Электротехнологические промышленные установки. Учеб. пособие для вузов / Фомичев Е. П. – К.: Вища школа. – 1979. – 264 с.