

Б.В. КЛИМЕНКО, О.О. ЧЕПЕЛЮК, М.Г. ПАНТЕЛЯТ

СУЧАСНА ЛАБОРАТОРІЯ – СУЧАСНА ОСВІТА: ДОКОРІННЕ ПЕРЕОБЛАДНАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ КАФЕДРИ «ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ» НТУ «ХПІ»

Відзначена нагальна необхідність докорінної модернізації навчальних лабораторій електротехнічних кафедр вищих навчальних закладів України з метою підвищення якості навчального процесу до рівня, що відповідає сучасним світовим вимогам. Окреслено основні шляхи розв'язання вказаного завдання – це залучення грантів від європейських фондів, які сприяють розвитку освіти та досліджень, а також спонсорська допомога виробничих і комерційних підприємств України. На досвіді кафедри «Електричні апарати» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» проілюстровано можливості та шляхи отримання підтримки за вказаними напрямками. Детально описано умови, процедура та етапи отримання у 2016 р. гранту Фонду Александра фон Гумбольдта (Німеччина) на суму 20 тисяч Євро для придбання обладнання для кафедри. Наведено частковий перелік основного обладнання, придбаного за рахунок коштів гранту (сучасні електричні апарати виробництва провідних європейських компаній, сучасна вимірвальна техніка, один з перших в НТУ «ХПІ» 3D принтер, а також сучасна комп'ютерна, мікропроцесорна та мультимедійна техніка). наведено також частковий перелік обладнання та апаратури отриманих у вигляді інформація супроводжується відповідним ілюстративним матеріалом. Більш детальний опис деяких розроблених і впроваджених у навчальний процес лабораторних робіт наведено у наступних статтях цього збірника наукових праць. З метою подальшого підвищення якості навчального процесу до світового рівня, колективом кафедри готуються заявки на фінансову підтримку за іншими програмами міжнародного співробітництва, а також продовжується плідна співпраця з низкою українських електротехнічних компаній.

Ключові слова: ВНЗ України, навчальний процес, навчальна лабораторія, докорінне переобладнання, грант, спонсорська допомога, лабораторна робота, мобільний стенд.

Б.В. КЛИМЕНКО, А.А. ЧЕПЕЛЮК, М.Г. ПАНТЕЛЯТ

СОВРЕМЕННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ – СОВРЕМЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: КОРЕННОЕ ПЕРЕОБОРУДОВАНИЕ УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ КАФЕДРЫ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ» НТУ «ХПИ»

Отмечена настоятельная необходимость коренной модернизации учебных лабораторий электротехнических кафедр высших учебных заведений Украины с целью повышения качества учебного процесса до уровня, отвечающего современным мировым требованиям. Определены основные пути решения указанной задачи – это привлечение грантов от европейских фондов, которые способствуют развитию образования и исследований, а также спонсорская помощь производственных и коммерческих предприятий Украины. На опыте кафедры «Электрические аппараты» Национального технического университета «Харьковский политехнический институт» проиллюстрированы возможности и пути получения поддержки по указанным направлениям. Подробно описаны условия, процедура и этапы получения в 2016 г. гранта Фонда Александра фон Гумбольдта (Германия) на сумму 20 000 Евро для приобретения оборудования для кафедры. Приведен частичный перечень основного оборудования, приобретенного за счет средств гранта (современные электрические аппараты производства ведущих европейских компаний, современная измерительная техника, один из первых в НТУ «ХПИ» 3D принтер, а также современная компьютерная, микропроцессорная и мультимедийная техника). Описано сотрудничество с рядом электротехнических компаний Украины, которые оказали спонсорскую помощь кафедре, приведен также перечень полученного оборудования и аппаратуры. Подробно представлена предложенная и уже в значительной мере реализованная концепция переоборудования учебной лаборатории кафедры с применением мобильных лабораторных стендов, в процесс разработки и изготовления которых непосредственно привлекались студенты во время выполнения ими дипломных работ бакалавра и магистра. В настоящее время разработано около 15 новых лабораторных работ, этот процесс продолжается дальше. Вся приведенная в статье информация сопровождается соответствующим иллюстративным материалом. Более детальное описание некоторых разработанных и внедренных в учебный процесс лабораторных работ приведены в следующих статьях этого сборника научных трудов. С целью дальнейшего повышения качества учебного процесса до мирового уровня, коллективом кафедры готовятся заявки на финансовую поддержку по другим программам международного сотрудничества, а также продолжается плодотворное сотрудничество с рядом украинских электротехнических компаний.

Ключевые слова: ВУЗы Украины, учебный процесс, учебная лаборатория, коренное переоборудование, грант, спонсорская помощь, лабораторная работа, мобильный стенд.

B.V. KLYMENKO, O.O. CHEPELIUK, M.G. PANTELIIAT

MODERN LABORATORY – MODERN EDUCATION: RADICAL RE-EQUIPMENT OF THE EDUCATIONAL LABORATORY OF THE "ELECTRICAL APPARATUS" DEPARTMENT OF THE NTU "KhPI"

The urgent need for radical modernization of the educational laboratories of the electrical engineering Departments of higher educational institutions of Ukraine is noted with the purpose of improving the quality of the educational process to a level that meets the modern world requirements. The main ways of solving this task are outlined: to obtain grants from European funds that promote the development of education and research, as well as sponsorship of production and commercial enterprises of Ukraine. The experience of the Department of Electrical Apparatus of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" illustrates the opportunities and ways of receiving support in the specified directions. Details of the conditions, procedure and phases of obtaining in 2016 the grant of the Alexander von Humboldt Foundation (Germany) for the amount of 20,000 Euro for the purchase of equipment for the Department are described. A partial list of the main equipment purchased at the expense of the grant (modern electrical apparatus produced by the leading European companies, modern measuring equipment, one of the first 3D printer at the NTU "KhPI", as well as modern computer, microprocessor and multimedia equipment) is provided. Also a partial list of equipment and apparatus received in the form of sponsorship aids from a number of electrical engineering companies of Ukraine, with which the Department cooperates is presented. The proposed and already largely implemented concept of re-equipment of the educational laboratory of the Department with the use of mobile laboratory stands, in the process of development and production of which students were directly involved in the execution of their

© Б.В. Клименко, О.О. Чепелюк, М.Г. Пантелят, 2019

Bachelor and Master Diploma Theses is presented in detail. Over 15 new laboratory works have been developed, and this process will continue in the future. All the information in the paper is accompanied by the relevant illustrative material. A more detailed description of some of the developed and implemented in the educational process laboratory work is presented in the following papers of this collection of scientific works. In order to further improve the quality of the educational process to the world level, the staff of the Department is preparing applications for financial support for other international cooperation programs, as well as fruitful cooperation with a number of Ukrainian electrical engineering companies continues.

Key words: Higher education institutions of Ukraine, educational process, educational laboratory, radical re-equipment, grant, sponsorship, laboratory work, mobile stand.

Вступ. Моральна та фізична застарілість основного обладнання та вимірювальної техніки, непривабливий інтер'єр й потенційні порушення вимог електробезпеки – це загальна біда навчальних лабораторій переважної більшості електротехнічних кафедр вищих навчальних закладів (ВНЗ) України. Відсутність навчальних лабораторій, що відповідають сучасним світовим вимогам, робить проблематичним забезпечення високої якості вищої освіти. Подолати такий стан речей, навіть за умови повного усвідомлення цього факту керівництвом кафедр, факультетів, інститутів та університетів заважає потужне гальмо – катастрофічний брак коштів. Наша кафедра не була винятком і, хоча окремі роботи оновлювалися, застаріла апаратура ще панувала у лабораторії (рис. 1).



Рис. 1. Лабораторний стіл з двома стаціонарними стендами, розробленими у 70-і роки минулого століття (вгорі) та на початку 2000-х років (унизу) із застарілими й ненадійними комутаційними, захисними та сигнальними апаратами

Як і багато інших споріднених кафедр, наша кафедра шукала вихід із ситуації, що склалася, у співпраці, а, краще кажучи, у пошуку можливостей спонсорської допомоги від електротехнічних компаній, що діють в Україні. Але фінансові можливості окремих компаній не дозволяли розв'язати усі проблеми, що накопичувалися впродовж багатьох років занепаду. Значно більший ефект можна отримати за рахунок залучення грантів від європейських фондів, які сприяють розвитку освіти та досліджень. Така можливість стала цілком реальною з квітня 2014 р. після підписання політичної частини Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, завдяки чому Україна отримала доступ до європейських фондів. Наша кафедра спромоглася [1] отримати грант одного з таких фондів, що у сукупності зі співпрацею з низкою виробничих та комерційних підприємств України дозволило нам розпочати

роботу з докорінного переобладнання навчальної лабораторії та отримати певні позитивні результати.

Метою даної роботи є: 1) ознайомлення читачів з набутим досвідом боротьби за отримання гранту, а також, що є найголовнішим, з досвідом реалізації коштів гранту при переобладнанні навчальної лабораторії, 2) інформування про досвід плідної співпраці з низкою електротехнічних компаній України, які люб'язно надали спонсорську допомогу кафедрі; 3) ознайомлення з запропованою та вже значною мірою реалізованою концепцією докорінної модернізації навчальної лабораторії та створення нових лабораторних робіт.

Етапи "боротьби" за грант. У травні 2014 р. ми отримали інформацію про відкриття програми надання грантів від німецького фонду імені Александра фон Гумбольдта (Alexander von Humboldt Stiftung, AvH [2]) для придбання обладнання на суму 20,000 €. Цей грант міг бути наданий лише установам або їхнім підрозділам, де працюють колишні стипендіати AvH. Один з авторів цієї статті (М.Г. Пантелят) був у минулому стипендіатом цього фонду, тому ми відповідали цій необхідній умові. Слід зазначити, що необхідність умови не дорівнює її достатності, особливо у тих випадках, коли мова йде про фінансову допомогу. Фонд AvH для надання гранту вимагає докладного обґрунтування необхідності отримання допомоги для проведення досліджень та для використання у навчальному процесі. Тому для підготовки заявки ми створили робочу групу (рис. 2) з авторів цієї статті, до якої згодом залучилися доценти Є.І. Байда та О.М. Гречко, й розпочали листування з Фондом щодо обґрунтування необхідності отримання нами цього гранту.

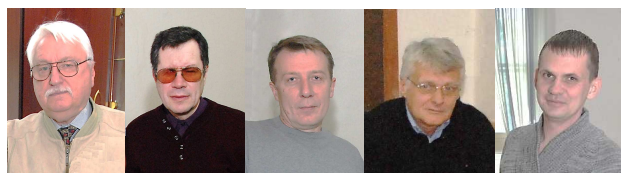


Рис. 2. Члени робочої групи з підготовки заявки на грант, яка згодом перетворилася у робочу групу з реалізації гранту, зліва направо: Б.В. Клименко, М.Г. Пантелят, О.О. Чепелюк, Є.І. Байда, О.М. Гречко

Робоча група підготувала попередній перелік обладнання, яке ми хотіли придбати. Фонд підтвердив готовність розглянути нашу заявку, але тільки після стабілізації ситуації в Україні, яка у той час була вкрай напруженою. І лише у грудні 2014 р. з Фонду надійшло повідомлення про те, що він готовий прийняти заявку до розгляду, після чого було розпочато підготовку заявки та її обґрунтування.

Програма надання гранту від фонду AvH на придбання обладнання передбачає офіційну підтримку від декількох німецьких професорів (чим більше кількість листів підтримки, тим вище шанси на отримання позитивного рішення фонду). Тому, паралельно з підготовкою заявки та її обґрунтування, ми розпочали інтенсив-

не листування з провідними німецькими професорами у галузі електротехніки і вже у березні 2015 р. отримали підтримку нашої заявки від чотирьох відомих у Німеччині професорів: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Kay Hameyer (Institut für Elektrische Maschinen Lehrstuhl für Elektromagnetische Energiewandlung, RWTH Aachen Universität); Prof. Dr. rer. nat. Markus Clemens (Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik Bergische Universität Wuppertal); Prof. Dr.-Ing. Bernard Nacke (Institut für Elektroprozess-technik Leibniz Universität Hannover); Prof. Dr. techn. Wolfgang M. Rucker (Institut für Theorie der Elektrotechnik Universität Stuttgart).

У вересні 2015 р. було підписано лист щойно обраного ректора НТУ «ХП» Є.І. Сокола до Фонду, а 13 жовтня 2015 р. на розгляд Фонду була подана онлайн заявка разом із обґрунтуванням, які ретельно вивчалися рецензентами Фонду. Рецензенти висловили думку, що обґрунтування та план досліджень недостатньо докладні, й 14 січня 2016 р. Фонд надіслав нам вимогу представити більш докладне обґрунтування та більш докладний план досліджень. Нарешті, 27 лютого 2016 р. докладні, на наш погляд, обґрунтування і план досліджень (разом 23 стор. формату А4) були відправлені до Фонду електронною поштою. Ці документи знов ретельно вивчалися рецензентами Фонду, які ніяк не наважувалися дати остаточне рішення щодо нашої заявки. Натомість 25 квітня 2016 року ми отримали виклик нашого представника М.Г. Пантелія до рецензента Фонду у Німеччину на 5 та 6 травня 2016 р. Ми підготували декілька презентацій стосовно виконаних нами досліджень, а також щодо того, що маємо намір досліджувати у майбутньому, й відрядили Михайла Гаррійовича до Німеччини. А далі події розвивалися з блискавичною швидкістю: два дні впродовж 5 - 6 годин відбувалися детальні співбесіди з рецензентом, результати яких його повністю задовольнили. Він повідомив, що виставляє нам найвищі оцінки наданого нами Обґрунтування та плану досліджень і наприкінці зустрічі, приблизно о 17 годині 6 травня відправив онлайн рецензію до Фонду. Вже наступного дня, 7 травня 2016 р. ми отримали остаточне позитивне рішення від Фонду AvH та Міністерства закордонних справ ФРН, яке фінансує Фонд (от так темпи!). Згодом ми отримали у звичайному конверті й трохи прим'ятий Сертифікат «з мокрою печаткою» (рис. 3).

Придбання обладнання розпочалося 3 червня 2016 р., коли ми відправили електронною поштою до Фонду копію першого інвойсу, а останню оплату від Фонду отримали наприкінці грудня 2016 р. Складність закупівель на цьому етапі полягала в тому, що у відповідь на кожний інвойс Фонд перераховує лише половину суми, а іншу половину – після отримання Фондом товарної накладної. Тому треба було налагоджувати контакти з постачальниками й умовляти їх ризикувати й поставити товар повністю після оплати першої половини вартості товару, й чекати два-три тижні аж поки ми не отримаємо кошти від Фонду й перерахуємо їх постачальнику. Існував також інший варіант – ризикувати самим й підписувати товарну накладну, сплативши половину суми й не отримавши товару. Слід сказати, що при закупівлях обладнання ми застосовували обидва варіанти, але жодного разу між нами як покупцями та постачальниками не виникало жодних непорозумінь.

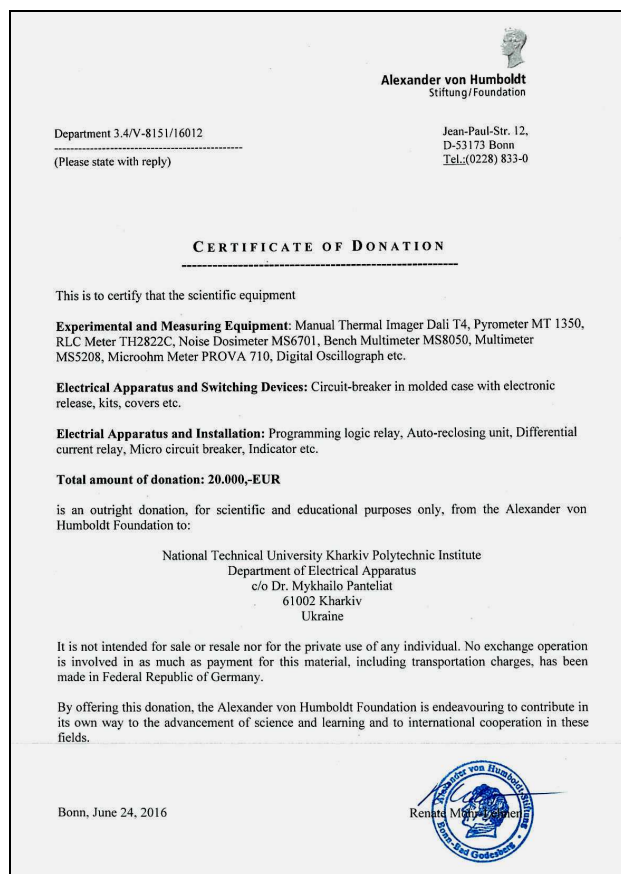


Рис. 3. Сертифікат гранту AvH, отриманий нами

На отримані кошти було придбано (рис. 4):

1. Численні зразки сучасних електричних апаратів (електромеханічних та напівпровідникових апаратів комутації, керування й захисту виробництва провідних європейських компаній, таких як ABB, Legrand тощо)
 2. Зразки сучасної виміральної техніки (дво- та чотирипроменеві цифрові осцилографи, тепловізор, пірометр, шумометр, флюксометр, цифрові термометри, численні мультиметри тощо)
 3. Зразки інноваційного технологічного обладнання та побутової техніки (один із перших в НТУ «ХП» 3D принтер, індукційна кухонна плита тощо).
 4. Сучасна комп'ютерна, мікропроцесорна та мультимедійна техніка – мультимедійний проектор, ноутбук, керований екран, що дозволило створити в аудиторії, яка розташована в одному приміщенні з навчальною лабораторією, робоче місце викладача (рис. 5), придатне для проведення лекційних презентацій, тестування тощо.
- Для зберігання та обліку наявності придбаного обладнання власними силами й за рахунок власних коштів, а також залучених коштів спонсорів було відремонтовано та обладнано сучасними меблями окреме приміщення (рис. 6).



Рис. 4. Частина обладнання, придбаного за кошти гранту AvH



Рис. 5. Застосування високоякісної стаціонарної мультимедійної техніки, придбаного за кошти гранту AvH, у навчальній аудиторії кафедри «Електричні апарати»



Рис. 6. Інтер'єр приміщення для зберігання обладнання, придбаного за кошти гранту AvH

Придбане обладнання ефективно використовується, у першу чергу, для докорінної модернізації наукових і навчальних лабораторій кафедри «Електричні апарати» з метою проведення на сучасному рівні навчального процесу за спеціалізаціями «Електричні апарати» та «Електропобутова техніка», а також експериментальних досліджень.

Модернізація навчальної лабораторії передбачає проведення заходів у таких напрямках:

1. Підвищення рівня безпеки та створення комфортних умов роботи студентів у лабораторії.
2. Запровадження концепції мобільних лабораторних робіт.
3. Розробка та виготовлення нових мобільних лабораторних стендів із застосуванням сучасної електричної апаратури та цифрових вимірювальних приладів з широким залученням студентів у процес розробки та виготовлення мобільних лабораторних стендів, у першу чергу, під час виконання ними дипломних бакалаврських та магістерських робіт.

Підвищення рівня безпеки та створення комфортних умов роботи студентів у лабораторії. З початку заснування кафедри у навчальній лабораторії застосовувалися громіздкі й незручні дерев'яні лабораторні столи, які до того ж були пожежонебезпечними. У 70-х роках минулого століття дерев'яні столи були замінені на набагато зручніші сталеві зварні конструкції з пластиковими стільницями та пластиковими фасадами. На кожному столі була передбачена можливість монтування двох стаціонарних лабораторних стендів – один над одним (рис. 1). На столі був змонтований комутаційний апарат, запобіжник та сигнальна лампа, а також лабораторний автотрансформатор, який обслуговував по черзі обидва стенди. Конструкція сигнальної лампи була такою, що світлофільтр до неї пригвинчувався і, за бажанням, згвинчувався з боку фронтальної поверхні, відтак практично на усіх столах світлофільтри були згвинчені, що створювало можливість дотику до небезпечної струмопровідної частини. Для запобігання цьому сигнальні лампи ми відключили, що створювало іншу небезпеку – відсутність сигналізації про підключення стенду до живлення. Розетки на столах не були передбачені.

Комутаційні апарати, що були змонтовані на лабораторних столах у 70-і роки, представляли собою однополюсні автоматичні вимикачі АЗ161, випущені у 1966 році за спеціальними ТУ й оснащені тільки біметалевими розчеплювачами, отже вони забезпечували захист лише від перевантажень, а захист від коротких замикань здійснювали мініатюрні запобіжники, у яких здатність до переривання коротких замикань (short circuit breaking capacity) є вкрай низькою – не перевищує 500 А, що створює умови до виникнення займань в електропроводці.

Вимоги електробезпеки передбачають уземлення усіх доступних до дотику струмопровідних частин електроустановок. Ця фундаментальна вимога не виконувалася у нашій лабораторії, у якій не було власного контуру уземлення. Після багаторічного листування з керівництвом університету нарешті, у 2016 році шина уземлення була заведена до лабораторії, а опір уземлення перевірено представниками служби головного енергетика. Усі доступні струмопровідні частини ми власноруч приєднали до шини уземлення, яку пофарбували, відповідно до вимог міжнародних стандартів щодо електробезпеки та Правил улаштування електроустановок, у жовтий та зелений кольори.

При переобладнанні лабораторних столів з однофазним живленням, у якості комутаційних апаратів ми використали однополюсні брейкери (circuit breakers) з номінальним струмом (rated current) 16 А та захисною характеристикою «С» (уставка спрацьовування електромагнітного розчеплювача у 5 ... 10 разів перевищує номінальний струм, тобто розчеплювач спрацює без витримки часу при струмі, який лежить в інтервалі від 80 А до 160 А). Для живлення допоміжних пристроїв та приладів на лабораторних столах ми встановили подвійні розетки ЩУКО із захисними контактами, що забезпечує при підключенні до них приладів з металевими корпусами автоматичне уземлення таких корпусів за умови, що прилад оснащений вилкою ЩУКО, яка також має захисний контакт, а захисний провідник приєднаний до корпусу.

Окремі лабораторні роботи, розроблені нами вимагають живлення від двох незалежних джерел, тому на деяких лабораторних столах ми встановили розділювальні трансформатори 220 / 220, первинні обмотки яких приєднали до джерела живлення, а вторинні обмотки вивели на спеціальні розетки, які зазвичай застосовується у стаціонарних комп'ютерах для приєднання об'єднувальних кабелів. Зовнішній вигляд переобладнаної частини лабораторного столу та відповідна електрична схема показані на рис. 7.

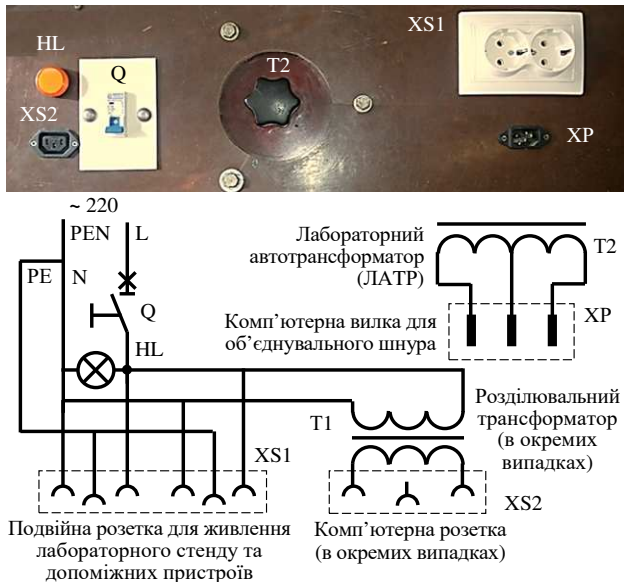


Рис. 7. Розташування апаратури на переобладнаному лабораторному столі з однофазним живленням та відповідна електрична схема

Для виконання лабораторних робіт, що потребують трифазного живлення були відповідно переобладнані деякі лабораторні столи (рис. 8).

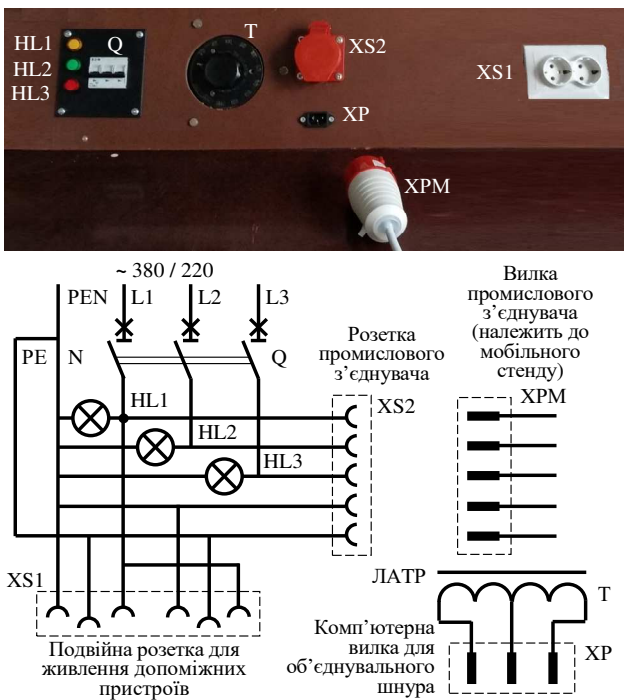


Рис. 8. Розташування апаратури на переобладнаному лабораторному столі з трифазним живленням та відповідна електрична схема

Створення комфортних умов роботи студентів ми розглядаємо як один з важливих чинників забезпечення якості вищої освіти й приділяємо цьому належну увагу. Зокрема, влітку та восени 2018 р. ми провели значні ремонтні роботи в лабораторії – встановили металопластикові вікна, що суттєво покращило звукоізоляцію та теплоізоляцію, замінили старі люмінесцентні світильники на значно економне та більш яскраве світлодіодне освітлення, оновили підлогу – вирівняли нерівності та поклали новий лінолеум в лабораторії, а також керамогранітну плитку в холі та перед входом на кафедру, встановили стінові МДФ панелі на значній частині площі стін лабораторії та пластикові панелі в холі, замінили старі дерев'яні плінтуси на сучасні пластикові. До цього слід додати закуплені раніше стільці ISO з м'якими сидіннями (на кафедрі їх понад 80 штук, 21 з яких – у лабораторії) та зроблені власними силами та за рахунок власних коштів табурети також з м'якими сидіннями й зручні аудиторні столи з полками для сумок та рюкзаків. Аудиторна частина лабораторії оснащена зручною дошкою та сучасними мультимедійними засобами (стаціонарний проектор високої яскравості та високої роздільної здатності з інтерфейс ними кабелями RGB та HDMI, а також великий екран з дистанційним керуванням).

Як було зазначено вище, значну частину цих робіт було виконано власними силами при активній участі студентів, які, спостерігаючи за тим, як змінюється кафедра, добровільно пропонували свої послуги. Деякі ілюстрації участі студентів у ремонті приведені нижче (рис. 9).

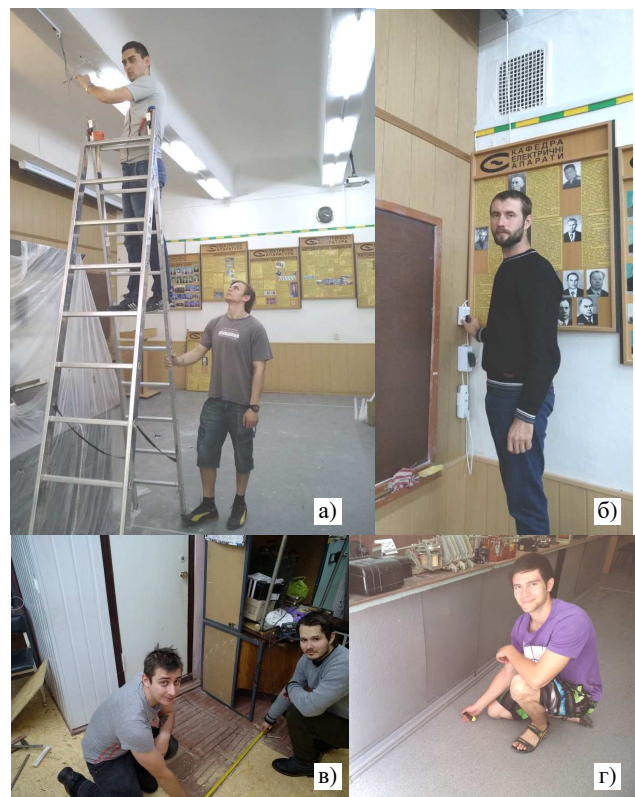


Рис. 9. Приклади участі студентів у ремонтних роботах: а – встановлення LED світильників замість старих люмінесцентних (студенти Богдан Базаров та Дмитро Биков); б – встановлення стінових МДФ панелей (ст. Микола Вязментинів); в – ремонт підлоги (студенти Олександр Юр'єв та Антон Попов); г – встановлення плінтусів (ст. Єгор Осадчий)

Після проведеного ремонту інтер'єр основних приміщень кафедри виглядає набагато привабливіше (рис. 10).



Рис. 10. Деякі приміщення кафедри після ремонту:
а – вхід до кафедри; б – хол; в – навчальна лабораторія;
г – лабораторія-майстерня

Допомога спонсорів. Потреба у великій кількості допоміжної комутаційної, захисної та сигнальної апаратури була задовільнена за рахунок вагомої спонсорської допомоги від українських виробничих та комерційних підприємств. Апаратура, отримана як спонсорська допомога від компаній АСКО-УКРЕМ, E.NEXT, Legrand, дозволила за короткий термін створити понад 15 нових лабораторних робіт та оновити комутаційну та сигнальну апаратуру на переобладнаних лабораторних столах.

Спонсорська допомога корпорації АСКО-УКРЕМ [3]. Ця компанія подарувала кафедрі значну кількість комутаційної та сигнальної апаратури (рис. 11), яку ми застосовуємо при переобладнанні лабораторних столів з однофазним живленням та при створенні нових мобільних лабораторних стендів.



Рис. 11. Комутаційна, захисна та сигнальна апаратура – спонсорська допомога корпорації АСКО-УКРЕМ

Спонсорська допомога від компанії E.NEXT [4]. Ця компанія подарувала кафедрі велику кількість комутаційної, захисної та світлосигнальної апаратури, яку ми застосовуємо при переобладнанні лабораторних столів з однофазним та трифазним живленням, а також при створенні нових мобільних лабораторних стендів (рис. 12, 13). Серед переданої апаратури слід відзначити п'ятипівні промислові з'єднувачі, стаціонарні розетки яких ми розмістили на лабораторних столах, а вики з приєднаними до них гучкими п'ятипровідними кабелями – на мобільних лабораторних стендах, які вимагають трифазного живлення.



Рис. 12. Представник компанії E.NEXT Ігор Прокопенко привіз нову апаратуру у подарунок кафедрі (червень 2018 р.)

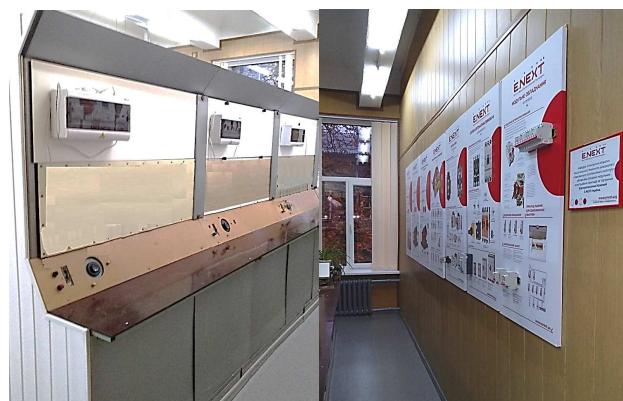


Рис. 13. Ряд лабораторних столів, обладнаних модульною комутаційною апаратурою компанії E.NEXT (ліворуч) та демонстраційні стенди цієї компанії (праворуч)

Спонсорська допомога від компанії EATON Україна [5]. Ця компанія подарувала кафедрі декілька мікропроцесорних реле EASY, а також кабелі для їх програмування. Цю апаратуру застосовуємо при створенні нових мобільних лабораторних стендів (рис. 14).



Рис. 14. Бакалаврський дипломний проект Олексія Лугового, виконаний під керівництвом ст. викладача С.В. Вировця, був присвячений створенню мобільного лабораторного стенда з дослідження програмованих мікропроцесорних реле

Спонсорська допомога від компанії АББ Лтд [6]. Ця компанія подарувала кафедрі значну кількість коштовних апаратів (контактори, модульні комутаційні та захисні апарати, програмовані мікропроцесорні реле, кабелі для їх програмування, унікальний розподільний пристрій Kabeldon, апарат плавного пуску асинхронних двигунів тощо, які ми застосовуємо при створенні нових лабораторних робіт (рис. 15, 16).



Рис. 15. Бакалаврський дипломний проект Володимира Пожидасва, виконаний під керівництвом доц. О.О. Чепелюка, був присвячений створенню мобільного лабораторного стенду з дослідження частотного регулятора швидкості обертання асинхронних двигунів, придбаного за кошти гранту.



Рис. 16. Артем Устименко під керівництвом доц. О.Г. Середи виконав дипломний проект з дослідження характеристик захищених пускачів асинхронних двигунів, подарованих компанією АББ Лтд. Дослідна установка була перетворена на мобільний лабораторний стенд

Компанія АББ Лтд подарувала нашій кафедрі розподільний пристрій системи Kabeldon, який є унікальним з точки зору побудови та експлуатаційних характеристик: ізовані шини зі ступенем захисту IP20, відсутність головного комутаційного апарата, можливість безпечної заміни пошкоджених апаратів та приєднання нових споживачів під напругою тощо.

Розподільні пристрої системи Kabeldon випускаються як у закритому виконанні для зовнішнього встановлення (outdoor), як у нашому випадку, так і для внутрішнього встановлення (indoor). У цьому випадку вони можуть монтуватися на внутрішніх стінах підстанцій, не потребуючи захисних металевих шаф.

Наскільки нам відомо, в інших ВНЗ України подібні розподільні пристрої не представлені. Зараз ми працюємо над створенням лабораторної роботи з дослідження розподільного пристрою Kabeldon (рис. 17).

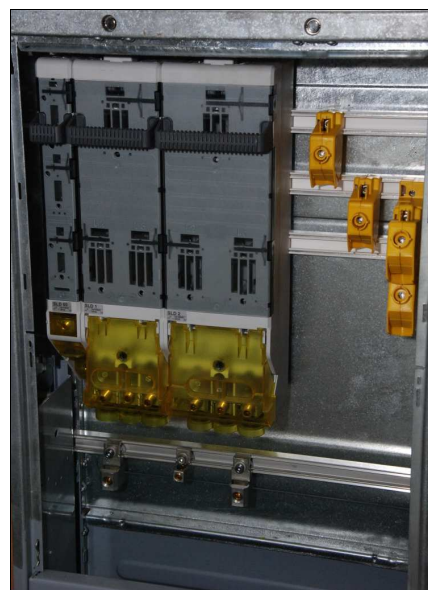


Рис. 17. Розподільний пристрій Kabeldon готується до застосування у новій лабораторній роботі

Компанія АББ Лтд подарувала нашій кафедрі також пристрій плавного пуску асинхронних двигунів – сучасний апарат з мікропроцесорним керуванням та напівпровідниковою комутацією кіл обмоток. Подарований нам пристрій плавного пуску (рис. 18) є останнім досягненням в області обладнання для управління і захисту асинхронних електродвигунів. Такі пристрої широко застосовуються для запуску й захисту трифазних асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором відцентрових насосів, компресорів, стрічок конвеєрів, елеваторів, ескалаторів, пресів, дробарок, змішувальних машин, мішалок тощо. Зараз ми працюємо над створенням лабораторної роботи з дослідження характеристик цього пристрою.



Рис. 18. Пристрій плавного пуску двигунів, подарований нашій кафедрі компанією АББ Лтд.

Спонсорська допомога від компанії Flexel Україна [7]. Ця компанія подарувала кафедрі фрагмент конструкції сучасної системи прокладання кабелів (cable management system) з використанням кабельних лотків різних конструкцій, у тому числі гнучкої системи д्रो-тяних кабельних лотків, які добре вписуються у конфігурацію нерівних стін та стель.

Після завершення процедури узгодження конфігурації системи прокладання кабелів, яку ми планували розташувати безпосередньо у приміщенні навчальної лабораторії, ми отримали поштою усі елементи, необхідні для монтування системи, а згодом директор цієї компанії Дмитро Писаренко особисто приїхав до нашої кафедри, ми зібрали зацікавлених студентів і за чотири години під керівництвом Дмитра Писаренка вони змонтували систему, фото якої наведено нижче (рис. 19). Згодом ті ж студенти у змонтовані лотки проклали кабелі для забезпечення трифазного живлення нових лабораторних робіт, зокрема роботи з дослідження системи Kabeldon.



Рис. 19. Система прокладання кабелів, подарована компанією Flexel Україна (а), директор компанії Flexel Україна Дмитро Писаренко (б) та студенти Діланге Антоніо (Ангола), Денис Василенко та Артем Коломісць (в), які прийняли активну участь у монтуванні системи

Згодом ми отримали ще один подарунок від компанії Flexel Україна – фрагменти систем зовнішнього блискавкозахисту для дахів з металочерепиці, а також для плоских дахів, вкритих руберойдом. Ці фрагменти змонтували у приміщенні навчальної лабораторії студенти Євген Моргунов та Дмитро Позняк під керівництвом доцента О.О. Чепелюка (рис. 20).

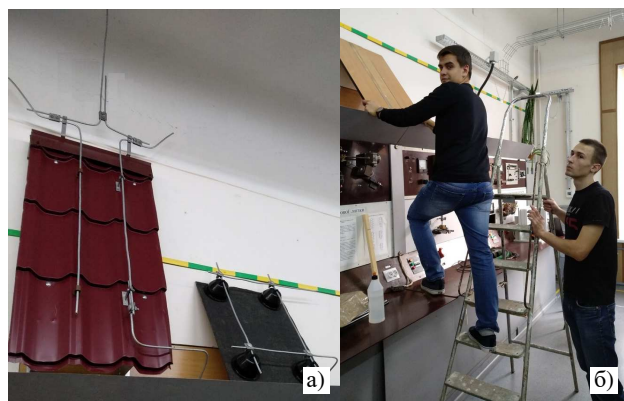


Рис. 20. Фрагменти систем зовнішнього блискавкозахисту, подаровані компанією Flexel Україна (а), та студенти Євген Моргунов і Дмитро Позняк (б) під час монтування фрагментів.

Співпраця з компанією АВМ АМПЕР [8]. Наша кафедра активно співпрацює з цією компанією вже понад 15 років (рис. 21) у напрямку розробки вакуумних комутаційних апаратів середньої напруги. Результатами цієї співпраці є нові технічні рішення для вакуумних контакторів та брейкерів, втілених не тільки у дослідних зразках, а й у серійній продукції цього підприємства. Зокрема, з 2005 року серійно випускається вакуумний брейкер ВБ-4Е, в якому застосовується актуатор, запатентований завідувачем кафедри «Електричні апарати» Б.В. Клименком та керівником АВМ «АМПЕР» В.М. Бугайчуком. Компанія АВМ «АМПЕР» впродовж багатьох років надає спонсорську підтримку Симпозиуму SIEMA [9], організатором якого є кафедра «Електричні апарати». Крім науково-технічної співпраці, компанія АВМ «Ампер» на протязі багатьох років підтримує освітній процес на нашій кафедрі – спонсорує видання підручників та посібників, організує відвідування міжнародної електротехнічної виставки ELCOM в Києві для кращих студентів кафедри, організувала студентську практику на підприємстві-партнері KPB INTRA в Чехії тощо.



Рис. 21. Ілюстрації співпраці з компанією АВМ «АМПЕР»: а – вакуумний брейкер ВБ-4Е; б – демонстрація спільних розробок на міжнародній виставці ELCOM; в – керівник компанії В.М. Бугайчук організував відвідування виставки ELCOM; г – студенти нашої кафедри в м. Брно (Чехія) під час практики, організованою компанією АВМ «АМПЕР».

Запровадження концепції мобільних лабораторних робіт. Ця концепція передбачає проведення будь-якої лабораторної роботи на будь-якому лабораторному столі. Схемотехнічні та конструктивні рішення, застосовані при реалізації цієї концепції дозволяють безпечно приєднувати лабораторні автотрансформатори (ЛАТР) та роздільні трансформатори 220/220, стаціонарно розташовані на лабораторних столах, до будь-якого мобільного лабораторного стенду. Нижче приведені деякі приклади реалізації цієї концепції у нових лабораторних роботах (рис. 22 – 30), де застосовані сучасні досліджувані апарати та комутаційні апарати, що здійснюють керування процесом дослідження. Подібні приклади були наведені також раніше (рис. 14 – 16). Усі нові лабораторні стенди були розроблені та виготовлені за участі студентів при виконанні ними дипломних бакалаврських або магістерських робіт.



Рис. 22. Дипломник-магістрант Влад Кулик та його керівник проф. Б.В. Клименко обговорюють результати дослідів на лабораторному стенді з дослідження MV брейкера

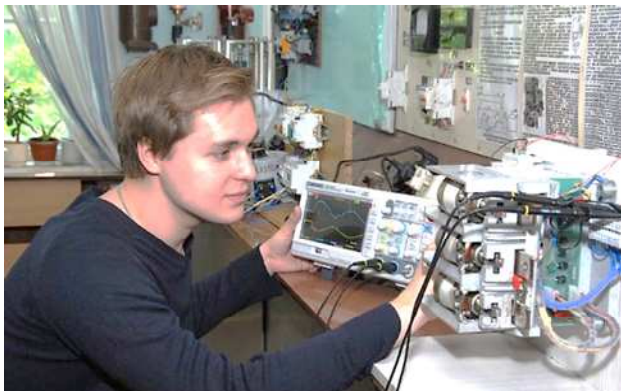


Рис. 23. Дипломник-магістрант Роман Норцов під керівництвом проф. Б.В. Клименка розробив та виготовив лабораторний стенд з дослідження вакуумного LV контактора

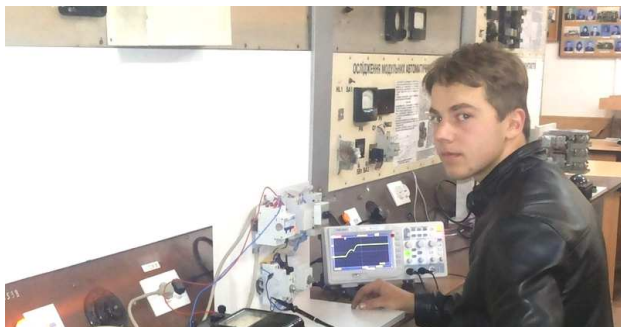


Рис. 24. Дипломник-бакалаврант Ілля Захаров розробив та виготовив лабораторний стенд з дослідження інтерфейсних реле (керівник – проф. Б.В. Клименко)



Рис. 25. Дипломник-бакалаврант Микола Вязментинів розробив та виготовив лабораторний стенд з дослідження апаратів різницевого струмів (керівник - проф. Б.В. Клименко)



Рис. 26. Лабораторний стенд з дослідження LV брейкера побутового призначення розробив та виготовив дипломник-бакалаврант Денис Василенко (керівник - проф. Б.В. Клименко)



Рис. 27. Лабораторний стенд з дослідження можливостей двохпроменевого цифрового осцилографа розробив та виготовив Максим Самокіш (керівник – ст. викл. С.В. Вировець)



Рис. 28. Лабораторний стенд з дослідження можливостей шукача скритої проводки розробив Влад Овчаренко (керівник – ст. викл. С.В. Вировець)

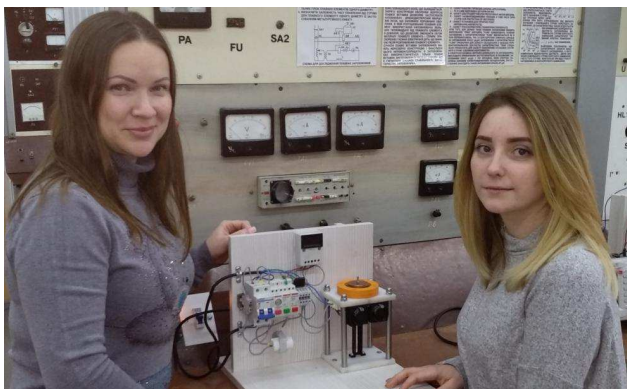


Рис. 29. Темою дипломної роботи у поточному навчальному році ст. Карини Шуби є модифікація лабораторного стенду з дослідження індукційно-динамічного приводу (керівник – ст. викл. В.В. Литвиненко)



Рис. 30. Дипломну роботу, пов'язану з модернізацією лабораторного стенда з дослідження характеристик моностабільного поляризованого електромагніта виконує в поточному навчальному році ст. Мансур Гандур під керівництвом проф. Б.В. Клименка

У цьому збірнику наукових праць ми починаємо публікувати короткі статті-дайджести з описом деяких розроблених і впроваджених у навчальний процес лабораторних робіт.

Активізація досліджень. Протягом 2015-2018 рр. (як під час «боротьби» за грант фонду Александра фон Гумбольда, так і у ході виконання описаних у статті робіт з докорінної модернізації навчальної лабораторії кафедри) за участі викладачів кафедри було зроблено близько 20 наукових доповідей на великих міжнародних наукових конференціях і симпозиумах (ISEF'2017, NUMELEC'2017, IGTE'2018 тощо) у країнах-членах ЄС (Німеччина, Франція, Австрія, Польща) та на наукових семінарах у провідних університетах Німеччини (RWTH Aachen Universität, Leibniz Universität Hannover, Technische Universität Berlin) та Франції (Université de Nantes). Близько 10 наукових статей, у тому числі у співавторстві з закордонними колегами, опубліковано в провідних закордонних виданнях, що індексуються у наукометричній базі Scopus, а також у журналі «Електротехніка і Електромеханіка» [10], що отримав міжнародне визнання – індексується у Web of Science Core Collection. І ця міжнародна активність (публікації, презентації, пошук нових партнерів) триває й зараз: на найближчий час (весна-літо 2019 р.) заплановано доповіді на семінарі ще в одному відомому німецькому університеті (Bergische Universität Wuppertal) та участь у Міжнародному симпозиумі ISEF'2019 у Франції.

Візит на кафедру генерального консула Федеративної Республіки Німеччина Вольфганга Мьоссінгера. Фонд Александра фон Гумбольдта – це державний фонд, який фінансується Міністерством закордонних справ Федеративної республіки Німеччина. Статут цього фонду передбачає візит високого представника МЗС Німеччини для урочистого вручення Сертифікату гранту після остаточного завершення процесу закупівель обладнання. Таким представником стосовно нашого гранту був Генеральний Консул ФРН Вольфганг Мьоссінгер, який відвідав нашу кафедру 24 жовтня 2018 р. (рис. 31, 32), де йому була продемонстрована робота нової техніки, показані широкі можливості її застосування в дослідженнях і навчальному процесі.



Рис. 31. Генеральний консул Федеративної республіки Німеччина Вольфганг Мьоссінгер серед викладачів і студентів нашої кафедри.

Консул відзначив високу ефективність використання виділених кафедрі коштів та обіцяв підтримку заявки кафедри електричних апаратів на новий грант, орієнтований на співпрацю в галузі досліджень і освіти з одним із університетів Німеччини.



Рис. 32. Генеральний консул ФРН Вольфганг Мьоссінгер урочисто вручає сертифікат про отримання гранту фонду Александра фон Гумбольдта колишньому стипендіату цього фонду доценту Михайлу Пантеляту і завідувачу кафедри електричних апаратів професору Борису Клименку.

Генеральний консул ФРН провів також ряд зустрічей з керівництвом Університету (рис. 33). Проректор з науково-педагогічної роботи Геннадій Хрипунов подякував консула за підтримку і наголосив на важливості цього кроку для розвитку науки і освіти в НТУ «ХП».



Рис. 33. Під час зустрічі проректора Геннадія Хрипунова з Генеральним консулом ФРН Вольфгангом Мьоссінгером

Після повернення до м. Дніпро, де розташоване Генеральне консульство, Вольфганг Мьоссінгер направив листа на адресу ректора НТУ «ХПІ» (рис. 34), у якому він висловив свою упевненість в тім, що допомога, надана фондом AvH, потрапила у надійні руки.



Рис. 34. Лист Генерального консула Федеративної республіки Німеччина ректору НТУ «ХПІ»

Коротко про плани на майбутнє. Багаторічний досвід роботи у сфері вищої освіти показує, що не слід очікувати бюджетного фінансування докорінного оновлення лабораторної бази кафедр технічного спрямування, без чого вони приречені на стагнацію та занепад. Фінансовий стан вітчизняних підприємств також не дозволяє їм радикально переоснащувати споріднені кафедри. І хоча ці підприємства кровно зацікавлені у високій якості вищої освіти, бо випускники кафедр – це їх майбутні працівники, допомога українських підприємств зараз може мати лише обмежений, допоміжний характер. Усвідомлюючи це, ми продовжуємо активний пошук можливостей отримання нових грантів від євро-

пейських фондів, а також підтримуємо співпрацю з існуючими зарубіжними партнерами та продовжуємо пошук нових контактів як за кордоном, так і в Україні.

Висновки.

1. Розв'язання нагальної задачі докорінного переобладнання навчальних лабораторій ВНЗ України можливо в першу чергу шляхом залучення грантів від європейських фондів, а також завдяки спонсорській допомозі виробничих і комерційних підприємств України.

2. Кафедра «Електричні апарати» НТУ «ХПІ» спромоглася у 2016 р. отримати грант Фонду Александра фон Гумбольдта (Німеччина) на суму 20 тисяч Євро на придбання обладнання, що у сукупності з допомогою низки електротехнічних виробничих та комерційних підприємств України дозволило розпочати роботу з докорінного переобладнання навчальної лабораторії та отримати певні позитивні результати.

3. За короткий термін створено та впроваджено у навчальний процес близько 15 нових лабораторних робіт, у переважній більшості з яких застосована запропонована концепція мобільних лабораторних стендів, у процес розробки та виготовлення яких безпосередньо залучалися студенти під час виконання ними дипломних робіт бакалавра та магістра.

4. З метою подальшого підвищення якості навчального процесу до рівня, що відповідає сучасним світовим вимогам, колективом кафедри готуються заявки на фінансову підтримку за іншими програмами міжнародного співробітництва, а також продовжується плідна співпраця з низкою українських електротехнічних компаній.

Список літератури / References

1. *Pantelyat M.G., Klymenko B.V.* An equipment subsidy from the Alexander von Humboldt Foundation provided by the Federal Foreign Office of Germany – a great contribution to the advancement of science and learning and to international cooperation // *Proceedings of the International Scientific Conference Humboldt-Kolleg "Limits of Knowledge"*. – June 2017, Cracow, Poland. – P. 276-285.
2. Alexander von Humboldt-Stiftung. Available at: www.avh.de
3. <https://www.acko.ua>
4. <https://enext.ua/uk/>
5. <http://moeller.kiev.ua/>
6. <https://new.abb.ua/>
7. <https://www.flexel.com.ua/ru-ua/>
8. <http://www.abm-amper.com>
9. <http://web.kpi.kharkov.ua/siema/index/>
10. <http://eie.khpi.edu.ua/>

Надійшла (received) 18.12.2018

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Клименко Борис Володимирович (Клименко Борис Владимирович, Klymenko Borys Volodymyrovych) – доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», завідувач, професор кафедри електричних апаратів; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7860-4937>; e-mail: b.v.klymenko@gmail.com

Чепелик Олександр Олександрович (Чепелик Александр Александрович, Chepeliuk Oleksandr Oleksandrovych) – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри електричних апаратів; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4522-9821>; e-mail: chep1@i.ua

Пантеліят Михайло Гаррійович (Пантеліят Михаил Гарриевич, Panteliyat Mykhailo Garrievich) – кандидат фізико-математичних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри електричних апаратів; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1357-2134>; e-mail: m150462@yahoo.com