

індивідуальної природи української національної особистості і мало чим буде відрізнятися від тих “культур”, які поспіхом утворюються різними “молодими народами” – статистами Ліги Націй” [3, с. 367].

В результаті свого всебічного аналізу перспектив розвитку культури і науки суверенної України, М. С. Трубецької робить висновок: “Для перешкодження занепаду всієї української культури вона повинна бути побудована таким чином, щоб не конкурувати із загальноросійською, а доповнювати собою загальноросійську [3, с. 375].

Таким чином, М. С. Трубецької, як один із лідерів євразійців закликає східнослов'янські та інші народи Євразійського континенту до тісної консолідації і гармонійного об'єднання на рівноправній основі, особливо в духовній і інтелектуальній сфері заради того, щоб всі народи могли знайти достойне, своє власне місце в світовій історії.

Список літератури: 1. Дугин А. Философия войны. – М.: Яуза, 2004 2. Трубецькой Н. С. Наследие Чингисхана. – М.: Аграф, 2000 3. Трубецькой Н. С.. История. Культура. Язык. – М.: Изд. Группа Прогресс, 1995

Надійшла до редколегії 09.11.07

УДК 621.3 (09)+621.3 (477)

О. Є. ТВЕРИТНИКОВА, НТУ «ХП»

ОСНОВНІ ЕТАПИ СТАНОВЛЕННЯ І РОЗВИТКУ ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ В УКРАЇНІ (ПЕРША ПОЛОВИНА ХХ СТ.)

Досліджено основні етапи розвитку теоретичних основ електротехніки в Україні у світовому контексті. Простежено процес становлення електротехніки як науково-технічної дисципліни. Висвітлено роль і внесок українських вчених у розвиток світової електротехнічної науки.

Minutely investigated Retrace the process of electrical engineering formation as scientific and technological discipline. Illuminate the role of Ukrainian Scientifics and their investment in world's development of electro technical science.

Електротехніка – одна з перших галузей техніки, що виникла внаслідок практичного застосування винаходів “чистої” науки. Її історія – це історія перетворення наукового комплексу дослідів у промисловість великого масштабу [1, с. 343]. Спираючись на досягнення наукових досліджень, була створена промисловість, що забезпечила виробництво різноманітних електротехнічних виробів, надала можливість виникнення нових напрямків, сприяла розвитку науки і техніки. Як і всі прикладні науки, електротехніка має теоретичну базу. Результати експериментальних досліджень, які були накопичені практикою, аналізуються, систематизуються, узагальнюються, установлюються закони, зв'язки між окремими явищами. Тобто, теоретична

електротехніка – це галузь науки, яка вивчає електричні явища, закони, методи розрахунків і досліджень. Навчальна дисципліна “Теоретичні основи електротехніки” (ТОЕ) займає провідне місце в системі підготовки сучасного інженера-електрика. Для розуміння основних положень цього курсу необхідні знання інтегрального і диференціального обчислень, теорії матриць, галузі векторного аналізу, а також розділів фізики, пов’язаних з електростатикою, магнітостатикою, змінним електромагнітним полем [2, с. 14].

Аналіз основних досліджень і публікацій, в яких розглядається історія розвитку теоретичної електротехніки в Україні, свідчить, що даному питанню приділялось мало уваги. Перша спроба дослідити становлення і розвиток ТОЕ належить А. М. Міляху і С. І. Кірпатовському [3]. В їх роботі розглядаються основні центри електротехнічної освіти і науки України, перспективи розвитку ТОЕ. Більш докладно проблема простежена у монографії [6] і праці [7], де розглянуто основні етапи становлення електротехніки як наукової й технічної дисципліни. Історія розвитку ТОЕ частково висвітлена у низці публікацій, які присвячені розвитку досліджень електротехніки в науково-дослідних інститутах, на кафедрах вищих навчальних закладів (ВНЗ). Аналізуючи наукові роботи з цього питання, можна стверджувати, що деякі питання залишилися поза увагою дослідників.

Метою даної роботи є проведення більш детального аналізу науково-педагогічної діяльності науковців вищих навчальних закладів України, зокрема Харківського технологічного і електротехнічного інститутів на основі залучення архівних документів, що вперше впроваджуються до наукового обсягу.

Історія становлення електротехнічної науки свідчить про взаємодію електротехніки з іншими науками. Досягнення в галузі електротехніки базується на застосуванні фізичних законів про електрику і магнетизм до процесів, які проходять в електричних пристроях, математичному опису цих процесів, які пов’язані з конкретними практичними задачами. Основні положення вищої математики і фізики стають теоретичною базою для інженерної діяльності. Теоретичні основи електротехніки, як науково-технічна дисципліна, були сформовані на початку ХХ ст. з розділів фізики і математики (рисунком 1) [8, с. 71].

Вперше спеціальний курс електротехніки було впроваджено до навчальних планів Санкт-Петербурзького електротехнічного інституту в 1891 р. До складу дисципліни входили розділи: теоретична електротехніка, електричні машини, електричні вимірювання. Через два роки курс реорганізується, відокремлюються теоретична і практична частини і ТОЕ доручають викладати професору І. І. Боргману. Йому належить фундаментальний двотомний підручник, де було відображено проведене вченим дослідження електромагнітних явищ та їх математичне обґрунтування. Поява підручника

професора І. І. Боргмана сприяла розвитку в Росії теоретичних питань прикладної електротехніки [11, с. 143]. У Петербурзькому політехнічному інституті з 1904 р. ТОЕ починає викладати академік В. Ф. Миткевич. Власне з цим фактом пов'язано новий етап у формуванні теоретичних основ електротехніки як технічної дисципліни. У Московському вищому технічному училищі перші теоретичні дисципліни з електротехніки викладають професори Б. І. Угрімов і К. А. Круг [16].

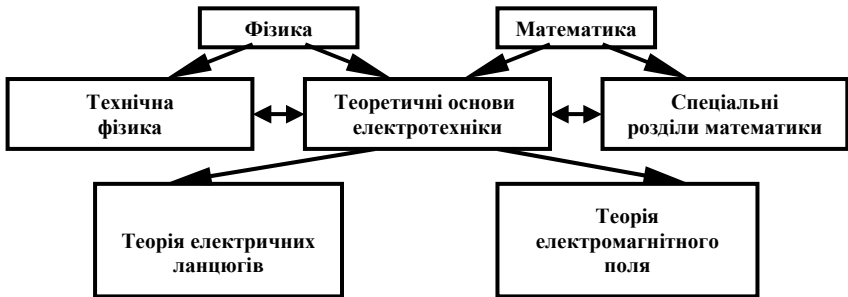


Рисунок. 1 – Розвиток теоретичних основ електротехніки

У 1906 р. видано курс з теорії змінних струмів К. А. Круга. Йому належить і один з перших навчальних посібників з ТОЕ, де вченим запропоновано класичну схему вивчення цієї дисципліни. Розподіл матеріалу на три великі частини: фізичні основи електротехніки, теорії електричних ланцюгів і теорія електромагнітного поля підтвердив можливість якісної підготовки фахівців [17].

Система вищих технічних навчальних закладів почала складатися в Україні наприкінці XIX ст. Підготовка інженерів-електриків на той час в Російській імперії проводилась лише у Санкт-Петербурзькому практичному технологічному інституті. З метою поліпшення становища з підготовки інженерних кадрів для електропромислового комплексу в 1885 р. у Харкові було відкрито практичний технологічний інститут (ХТІ). В 1898 р. почав працювати Київський політехнічний інститут (КПІ), з 1899 р. – Катеринославське вище гірниче училище [9].

Початок викладання електротехніки в ХТІ пов'язано з особистістю професора О. К. Погорелко. Ним було розроблено програму організації викладання електротехніки в інституті, яка складалась з трьох блоків: розширення курсу загальної фізики (дати розділ теорії світла та теорії електрики); впровадження додаткових електротехнічних дисциплін і практичних занять з електротехніки [4, ф. 770, оп. 1, од. збер. 97, арк. 7,16].

Ознайомлення з досвідом організації вищої електротехнічної освіти в Європі, а також узагальнення зібраного матеріалу надали можливість О. К. Погорелко приступити до викладання нових дисциплін. З 1890 р. він розпочав читати курс з теорії динамомашин і теорії електрики, а з 1892 р. – курс електротехніки на четвертому курсі механічного відділення (дві години на тиждень) [4, ф. 770, оп. 2, од. збер. 1533, арк. 14].

У 1899 р. на посаду штатного викладача електротехніки до ХТІ за рекомендацією завідувача кафедри електротехніки технологічного інституту Санкт-Петербургу професора О. О. Воронова, запрошено П. П. Копняєва. Він наполог на збільшенні кількості лекцій до 3 годин на тиждень і впровадження дипломного електротехнічного проектування. Науковець викладає курси “Загальна електротехніка”, “Електричні машини”, “Основи електротехніки” [4, ф. 770, оп. 1, спр. 337, арк. 18].

Велике значення для розвитку теоретичної електротехніки мали фундаментальні праці П. П. Копняєва стосовно багатьох напрямків цієї галузі. Це узагальнений досвід власних експериментів в галузі електростатики, машин постійного струму, електричних установок, електричних вимірювань, електричної тяги тощо [9].

Таким чином, наприкінці ХІХ – початку ХХ ст. було закладено фундамент для розвитку теоретичних основ електротехніки. Поступово ТОЕ відокремлюється у самостійну дисципліну, формуються основні розділи, що необхідні для підготовки фахівців, і напрямки подальших досліджень. Науково-дослідна робота вищих навчальних закладів тісно пов’язана з потребами навчального процесу. Тематика проведених наукових досліджень мала науковий результат, пов’язана з підготовкою інженерних кадрів, тим самим сприяла розвитку навчально-дослідної роботи, удосконаленню лабораторій та системи підготовки фахівців. Особливості науково-дослідної роботи сприяли формуванню наукових електротехнічних шкіл.

З 1921 р. професор П. П. Копняєв – завідувач кафедри “Електричні машини” і декан електротехнічного факультету ХТІ. Створення факультету мало велике значення для становлення теоретичної електротехніки як самостійної дисципліни. На факультеті працювали відомі фахівці в галузі електротехніки: В. М. Хрущов, О. О. Потебня, А. Я. Бергер, О. Б. Брон, Н. Ф. Перевозський, В. А. Із’юров, Г. П. Леві, А. М. Кузнецов. Розвиток матеріальної бази, з одного боку, та наукових досягнень, з другого, сприяли проведенню досліджень і отримання вагомих результатів [10, с. 50].

Пожавленню теоретичних досліджень у 20 рр. сприяє створення мережі науково-дослідних кафедр, які згодом стали базою для формування науково-дослідних інститутів сучасного типу. Всього на Україні протягом цього десятиліття було створено 84 кафедри, з них 20 технічного профілю, 9 з яких – у ХТІ. Науково-дослідну кафедру електротехніки очолив П. П. Копняєв. Наукова тематика кафедри розвивалась у таких напрямках: розробка методів

раціональної передачі на відстань; розподіл і використання електроенергії; теоретичні дослідження і розробка нових конструкцій електричних машин і електричних апаратів; автоматизація процесів управління електроприводами різних механізмів і дослідження роботи електроприводів у виробничих умовах [5, ф. Р-5404, оп. 2, спр. 59, арк. 3].

У 1930 р. на базі електротехнічного факультету Харківського політехнічного інституту за ініціативою і проектом П. П. Копняєва було створено електротехнічний інститут (ХЕТІ) – перший в Україні спеціалізований вищий електротехнічний навчальний заклад. ХЕТІ мав у своєму складі електротехнічний факультет з кафедрами передачі електричної енергії (завідувач професор В. М. Хрущов), електричних станцій (завідувач професор А. Л. Матвєєв), електромашинобудівний факультет з кафедрами електричних апаратів (завідувач професор Б. Ф. Вашура), електрифікації промисловості (завідувач професор Т. П. Губенко) і електричних машин (завідувач професор П. П. Копняєв). Професорсько-викладацький персонал факультету складався з 5 професорів, 15 доцентів і 35 асистентів. Підготовка фахівців проводилась за спеціальностями: електричні машини, електричні апарати, електропривод, центральні електростанції, передача електричної енергії, електропостачання промислових підприємств, радіотехніка [4, ф. Р-1682, оп. 1, спр. 277, арк. 2, 28].

Найбільш відомі своїми теоретичними дослідженнями з учнів професора П. П. Копняєва були: професор О. Б. Брон і доцент А. П. Сукачов. Важливе значення для становлення ТОЕ як самостійної науково-технічної дисципліни мав перший підручник А. П. Сукачова “Теорія змінних струмів”, виданий у 1935 р. українською мовою. Його автор понад 30 років був завідувачем кафедри ТОЕ. Підручник А. П. Сукачова і задачник стали базою для створення навчальних програм електроенергетичних і електромашинобудівних спеціальностей [3, с. 4].

Кафедра ТОЕ разом з кафедрою математики (завідувач професор В. М. Бржечка) ХЕТІ виконала фундаментальні дослідження з узагальнення операційного числення за допомогою контурних інтегралів і з розвитку операційного методу аналізу стосовно вирішення задач математики, фізики, механіки, електротехніки. Була розроблена математична теорія синтезу лінійних електричних ланцюгів. Дослідження проводилися вченими кафедри теоретичних основ електротехніки А. М. Ефросом, А. М. Данилевським [16].

Важливими результатами діяльності кафедри електричних машин у 30-і рр. стало проведення комплексу досліджень з розробки теорії і з конструюванню магнітофугальних двигунів, спеціальних електричних машин. Розроблена теорія комутаційних процесів і запропоновано методи поліпшення характеристик машин постійного струму. Дослідження проводили Г. І. Штурмана, І. С. Рогачов і Р. Л. Аронов [5, ф. Р-5404, оп. 2, спр. 59, арк. 4–5].

В. М. Хрущов брав участь у теоретичних дослідженнях перехідних і сталих явищ у складних високовольтних ланцюгах. Ним розроблено нові методи розрахунків місцевих і районних електричних мереж та ліній електропередач; методи аналізу перехідних процесів в електричних ланцюгах; розрахунки надструмів. Американська Загальна Компанія Електрики широко застосовувала метод розрахунку мереж академіка В. М. Хрущова, знайшовши його більш точним і економічним. Фірма Сіменса вказувала, що внаслідок зробленого в них паралельного розрахунку мереж методом В. М. Хрущова і визнала пріоритет за ним. Його метод порівняно з відомими до цього давав зменшення коштів мереж і мережних споруд на 15–20% [18].

У 1935 р. аспіранти В. М. Хрущова С. М. Фертик і А. К. Потужний запропонували новий метод дослідження на просторовій моделі схем захисту підстанцій від хвиль, які набігали з лінії. Підсумки цих робіт були викладені у 1937 р. на Міжнародній конференції з великих електричних мереж у Парижі і знайшли практичне застосування при розробці заходів захисту від перенапруги і електричних установок високої напруги [21]. Учень академіка В. М. Хрущова, випускник ХЕТІ, в майбутньому доктор технічних наук А. М. Милях, продовжуючи традиції вчителя, стає відомим фахівцем в галузі технічної електродинаміки. Його діяльність присвячена теоретичним дослідженнями складних електричних систем, теоретичному вивченню перетворення електромагнітних процесів. З цих питань ним опубліковано 60 праць, серед них дві монографії, отримано 16 авторських свідоцтв. Під керівництвом А. М. Миляха в Інституті електродинаміки АН УРСР проводились комплексні дослідження з застосування обчислювальних машин для аналізу роботи складних електросистем, розроблені і впроваджені на енергетичних системах тензорні та матричні методи розрахунків аварійних режимів у системах [19, ф. 251, оп. 632, spr. 40, арк. 165-166].

Характерною рисою навчального процесу в ХЕТІ стало посилення теоретичної підготовки інженерів завдяки розширення курсу ТОЕ. Теоретичні задачі, які на той час вирішувались в техніці високих напруг, радіотехніки, електричних вимірюваннях, при проектуванні електричних мереж енергетики і зв'язку вимагали нових засобів експериментів, математичних методів аналізу. Формування навчальних програм і курсів базувалося на дослідях, які проводили науковці кафедри ТОЕ.

Аналізуючи наукову діяльності професорів і співробітників ХЕТІ, можна довести, що проведені ними теоретичні дослідження внесли вагомий внесок у розвиток теоретичних основ електротехніки в Україні і сприяли створенню в системі Академії наук УРСР Інституту енергетики, на базі якого у 1947 р. було створено Інститут електротехніки, який було перетворено в Інститут електродинаміки [20].

Враховуючи досвід роботи у ХТІ, В. Л. Кирпичов, який передбачав важливе місце електротехніки у майбутньому, при організації Київського політехнічного інституту (КПІ) планував відкрити електротехнічне відділення. Але ця ініціатива була відхилена Міністерством освіти. В КПІ обмежились організацією спеціалізації електротехніки на механічному відділенні. Тут на початку ХХ ст. викладання навчальної дисципліни електротехніки проводять професора М. А. Артем'єв, А. В. Круковський, А. А. Скоморохов, С. М. Усатий [12, с. 24]. Професор М. А. Артем'єв мав багатий практичний досвід, що дозволило йому зайняти місце завідувача створеної у КПІ у 1900 р. кафедри електротехніки. Узагальнюючи практичний досвід, вчений опублікував у 1904 р. монографію „Визначення розміру динамомашин і вплив напруги на розмір”, де систематизував існуючі на той час в теорії електричних машин методи їх розрахунків і конструювання [14, с. 18].

У 1918 р. в Київському інституті на базі електротехнічного відділення механічного факультету організовано електротехнічний факультет, але, як і до цього, випуск фахівців-електротехніків проводиться з однієї спеціалізації на механічному відділенні. Кількість студентів, які виконували дипломні роботи з електротехнічного проектування, всього 5–6 на рік [3]. У 1923 р. в КПІ була створена кафедра теоретичних основ електротехніки (завідувач – професор І. Д. Горбачовський). Він викладає курс ТОЕ. Дисципліну “Теорія електромагнітного поля” читає професор Л. О. Кордиш. Згодом кафедра ТОЕ була об'єднана з кафедрою приладобудування [7].

У Львівській політехніці початок електротехнічних досліджень пов'язаний з діяльністю професорів Ф. Стржелецького та К. Олеарського. Зацікавленість до нової галузі проявив талановитий інженер і науковець Р. Гостковський. Його наукові праці стосуються питань електричних двигунів, генераторів постійного струму, використання електричної енергії для залізничного транспорту тощо. Подальші дослідження в галузі електротехніки продовжує випускник політехніки професор Ф. Добжинський. Він займається електричними вимірюваннями, електричними машинами, теорією електричних кіл тощо. Як окрема навчальна дисципліна електротехніка була впроваджена до навчального плану Львівської політехніки у 1887 р. А в 1891 р. створено кафедру електротехніки, яку очолив професор Р. Дзевлевський [13, с. 17].

Подальший розвиток теоретичних досліджень в галузі електротехніки Львівського політехнічного інституту припадає на 40 рр. Після возз'єднання західноукраїнських земель на кафедрі електротехніки складається дослідницький центр. Завідувач кафедри – польський професор С. Фризе,

відомий прогресивними методиками викладання теорії електричних ланцюгів. На кафедрі працює професор Г. З. Сокольницький, ініціатор електротехнічної освіти в Західній Україні. Цікаві наукові дослідження стосовно теорії електричної потужності багатозафазних систем під керівництвом професора С. Фризе проводить асистент І. Розенцвайг [3, с. 11].

У 30 рр. у Дніпропетровському гірничому інституті деякі дослідження з теоретичних основ електротехніки проводив професор Євреїнов. В Одесі у 1930 р. створено електротехнічний інститут зв'язку, де теоретичною електротехнікою займалися професори Цомакіон та Ільченко [7].

Отже, наприкінці XIX ст. – початку XX ст. було закладено та почало розвиватись три основні наукові електротехнічні центри в Україні: у Києві, Львові і Харкові. Ретельно аналізуючи викладене в них, можна становлення і розвиток теоретичних основ електротехніки в Україні поділити на такі етапи.

Перший етап (90 рр. XIX – початок XX ст.). Це початковий етап. У цей період відбуваються перші спроби систематизації теоретичних знань, складається мережа електротехнічної освіти, здійснюється перехід від практичного винахідництва до теоретичного обґрунтування. Характерними ознаками другого етапу (20 рр. XX ст. – 40 рр. XX ст.) є формування теоретичної електротехніки як системи науково-технічних фундаментальних теорій і становлення курсу теоретичних основ електротехніки як самостійної дисципліни. Третій етап розпочався у післявоєнні роки (1945 р.). Його важливими рисами стає організація наукових-дослідних центрів на базі вищих навчальних закладів, які відігравали значну роль у формуванні нових наукових напрямків; пошук нових методів дослідної роботи з розробки методів розрахунку електричних, магнітних ланцюгів і електромагнітного поля, аналогового і фізичного модулювання. Наслідок цих досліджень – поява перших обчислювальних машин; розширення системи підготовки наукових та інженерних кадрів.

Список літератури: 1. *Бернал Дж.* Наука в истории общества: – М.: Изд-во ин. лит-ры, 1956. – 735 с. 2. *Сукачев А. П.* Теоретические основы электротехники. Ч. 1. Физические основы электротехники. – Харьков: ХГУ, 1959. – 460 с. 3. *Милях А. Н., Кирпатовский С.И.* Из истории становления и развития теоретических основ электротехники на Украине // Теоретическая электротехника: Сб. науч. тр. – Вып. 3. – Львов: изд-во Львов. ун-та, 1967. – С. 3–15. 4. Державний архів Харківської області: Фонд Харківського технологічного інституту. 5. Державний архів Харківської області: Фонд Харківського електротехнічного інституту. 6. *Симоненко О. Д.* Електротехнічна наука в першій половині XX століття. Монографія. – М.: Наука, 1988. – 144 с. 7. *Поливанов К. М.* Развитие теоретической электротехники // Очерки по истории энергетической техники СССР. М., Л.: Госэнергоиздат, 1956. – 48 с. 8. История энергетической техники СССР Т. 2. / *Александров А. Г., Аронович И. С., Бабилов М. А.* и др. / Под ред. Л. Д. Белькинд. – М., Л.: Госэнергоиздат, 1957. – 728 с. 9. *Белькинд Л. Д.* Высшая электротехническая школа // Электричество. – 1947. – №11. – С. 93–98. 10. *Каменева В. А.* Павел

Петрович Копняев. – М., Л.: Госенергоиздат., 1959. – 94 с. **11.** Известия Ленинградского электротехнического института им. В. И. Ленина. Вып. №1. Изд. ЛЭТИ. – Л., 1963. – 412 с. **12.** Каменева В. А. Русский электротехник. – М.: Колос, 1972. – 80 с. **13.** Воробкевич А., Рокіцький О., Шендеровський В. Початок фізичних і електротехнічних досліджень у Львівській політехніці / Матеріали 2-ї Всеукр. наук. конф. “Актуальні питання історії техніки”. – К.: Поліграфічне підприємство “ЕКМО”, 2003. – 160 с. **14.** Київський політехнічний інститут. Нарис історії. – К.: Наукова думка, 1995. – 317 с. **15.** Державний архів м. Київ: Фонд Київського політехнічного інституту. **16.** Веников В. А., Князевский Б. А., Соколов В. И. Вклад советской высшей электроэнергетической школы в научные исследования по электротехнике и электроэнергетике за 50 лет // Электричество.– 1967. – № 11. – С. 1–15. **17.** Круг К. А. Основы электротехники. Изд. 2. – М.: Изд. общ-ва потребителей Московского высш. тех-го училища. – 1926. – 828 с. **18.** Хрущев В. М. Теоретические предпосылки работы греющего шунта в схеме компаундирования синхронного генератора //Сборник памяти академика В. М. Хрущева. -К.: Изд. АН УССР, 1946. – 183 с. **19.** Архів Президії АН УССР: особиста справа академіка А. М. Миляха. **20.** Развитие электротехники в советских социалистических республиках. Украинская ССР / Меерович Е. А., Толстов Ю. Г., Милях А. Н. и др. // Электричество. – 1982. – № 1. – С. 5–7. **21.** Архів Національного технічного університету „Харківський політехнічний інститут”.

Надійшла до редколегії 16.10.07

УДК [53+51](430):378.4(477)

Ю. О. ФЕСЬКО, Дніпропетровський національний університет

НІМЕЦЬКІ ВЧЕНІ ТА ЇХ ВНЕСОК У СТАНОВЛЕННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ НАУК У ХАРКІВСЬКОМУ УНІВЕРСИТЕТІ ПЕРШОЇ ПОЛОВИНИ ХІХ СТ.

Розглянуто діяльність німецьких вчених Харківського університету першої половини ХІХ ст. у напрямку становлення, дослідження та викладання фізико-математичних дисциплін у навчальному закладі. Проаналізовано стан лабораторно-технічної бази фізико-математичного факультету університету у початковий період його існування та зроблено висновок про позитивну роль німецьких вчених у процесі організації та налагодження викладання фізико-математичних наук у Харківському університеті.

It was considered the activity of the German scientists of the Kharkov University in the first half of the 19th century concerning formation, researching and teaching physical and mathematical subjects in the University. It was analysed the condition of the laboratory and technical base of the physical and mathematical faculty of the University in the beginning period of it being. The conclusion about the positive role of the German scientists in the process of organization the teaching of physical and mathematical subjects in the University of Kharkov was made.

ХІХ століття в історії фізики вважається періодом класичної фізики. В цей час основним інструментом пізнання природи стає Ньютонівський феноменологічний метод, закони класичної механіки та методи математичного аналізу демонструють свою ефективність. Фізичне знання все більше стає основою промислової технології та техніки, стимулює розвиток інших природничих наук.