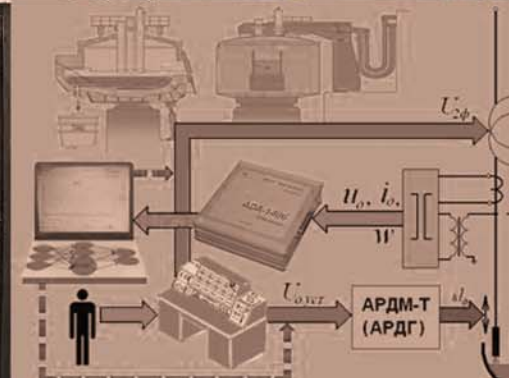
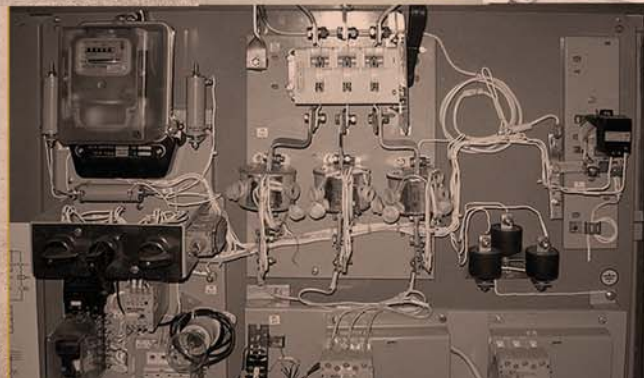


ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ ТА СИСТЕМ КЕРУВАННЯ



Інститут створено в листопаді 2001 р. внаслідок структурної реорганізації електроенергетичного, електромеханічного та теплотехнічного факультетів Львівської політехніки.

Він об'єднує дев'ять кафедр: «Автоматизації теплових і хімічних процесів»; «Електричних машини і апаратів»; «Електричні системи та мережі»; «Електричні станції»; «Електропостачання промислових підприємств міст і сільського господарства»; «Електропривід та автоматизація промислових установок»; «Охорона праці»; «Теоретична та загальна електротехніка»; «Теплотехніка і теплові електричні станції» та Спеціальне конструкторське бюро електромеханічних систем.

Директор інституту — Орест Юліанович Лозинський, доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки та техніки України.

На кафедрах інституту працюють понад 20 докторів наук, професорів та понад 100 доцентів, кандидатів наук. Інститут має понад 25 навчально-наукових лабораторій.

Підвищенню ефективності навчання сприяє широке залучення студентів до участі в наукових роботах, які ведуться у спеціальному конструкторському бюро електромеханічних систем, науково-дослідних лабораторіях із важливих напрямів розвитку і вдосконалення електроенергетики й електропостачальних систем, електромеханотроніки, автоматизованих систем керування та ін.

Кафедра автоматизації теплових і хімічних процесів

На кафедрі автоматизації теплових і хімічних процесів працює наукова школа з автоматизації, технологічних вимірювань та обліку енергоносіїв. Завідувач кафедри — д. т. н., професор, академік Української нафтогазової академії Євген Павлович Пістун.

1. Наукові розробки в галузі створення волоконно-оптичних систем.

Роботи виконувалися з 1984 р. по 1991 р. Колектив виконавців: Є. П. Пістун (керівник роботи), Б. А. Криль, С. Б. Онисик, Ю. З. Ващкурак, І. Д. Стасюк, В. А. Іватів.

На кафедрі розроблена нова автоматизована установка (техно-

логічна лінія) для виготовлення заготовок волоконно-оптичних світловодів спеціального призначення. Розроблена конструкторська документація та налагоджено виготовлення цих установок на дослідному заводі Політехніки.

Автоматизовані технологічні лінії для виробництва поляризованих волоконно-оптичних світловодів впроваджені в 1987–1990 рр. на технологічних об'єктах об'єднання «Океанприбор» (Санкт-Петербург), АОКБ (Арзамас), ГОСНИИКС (Санкт-Петербург).

На цих технологічних лініях і сьогодні в Росії виготовляють одно- і багатомодові волоконні світловоди, серед яких і поляризовані волоконні світловоди спеціального призначення, зокрема для оптичних вимірювальних перетворювачів.

2. Наукові розробки в галузі обліку енергоносіїв.

У кінці шістдесятих років на кафедрі теоретично обґрунтована можливість підвищення точності вимірювання витрати та кількості плинних середовищ за методом змінного перепаду тиску (проф. Є. П. Пістуном) і, зокрема, досліджені можливості підвищення точності вимірювання витрати та кількості при застосуванні у схемі витратоміра змінного перепаду тиску обчислювальної машини: керуючої машини або спеціалізованого обчислювального пристрою. Вперше були розроблені алгоритми розрахунку дійсних значень витрати та кількості вимірюваного середовища. Ці алгоритми вперше були впроваджені в автоматизованих системах управління технологічними процесами на ВО «Азот» (м. Сєверодонецьк), а відтак — на інших підприємствах України та Росії, наприклад на Куйбишевському заводі синтетичного каучуку (м. Тольятті).

У сімдесятих роках розроблена теорія проектування витратомірів змінного перепаду тиску (ВЗПТ) із умови мінімізації загальної похибки вимірювання, зокрема із застосуванням ЕОМ. Вперше в СРСР розроблено програмний комплекс «Витратомір-1» — система автоматизованого розрахунку та проектування ВЗПТ на ЕОМ, а з часом — її модернізований варіант «Витратомір-2М» (Є. П. Пістун, І. С. Крук). Ці програмні комплекси пройшли атестацію в Держстандарті України (УкрЦСМ) і в Держстандарті Росії (ВНИИР) і широко застосовувались на всій території СРСР.

У вісімдесятих роках розроблені також аналітичні методи розрахунку витратомірів змінного перепаду тиску (Є. П. Пістун, І. С. Крук, Л. В. Лесовой). На їх базі в 1983 р. для Міністерства газової промисловості СРСР була розроблена



Є. П. Пістун,
д. т. н., професор

методика розрахунку оптимальних за точністю витратомірів для природного газу, яка прийнята для офіційного застосування на всій території СРСР.

Кафедра брала участь у розробці нормативної бази з вимірювань витрати та кількості плинних середовищ. Тут і аналіз стандартів, для прикладу — міжнародного ISO 5167, міждержавних стандартів і безпосередня участь в розробці вітчизняних. Так, підготовлений у Львівській політехніці пакет зауважень та пропозицій (Є. П. Пістун) щодо міждержавних стандартів ГОСТ 8.563.1-97 і ГОСТ 8.563.2-97, підготовлених Росією, і виявлені в ньому неточності надали підстави Україні не погодити ці стандарти та не ввести їх в дію.

У 2005–2006 рр. співробітники кафедри Є. П. Пістун, Л. В. Лесовой і Ф. Д. Матіко разом із науковцями інших організацій як з України, так і з Росії розробили комплекс нових міждержавних стандартів ГОСТ 8.586.1,2,3,4,5-2005 (п'ять стандартів). Цей комплекс стандартів прийнятий Євразійською Радою зі стандартизації, метрології та сертифікації. За його прийняття проголосували такі країни: Азербайджан, Вірменія, Білорусь, Казахстан, Киргизія, Молдова, Російська Федерація, Таджикистан, Туркменія, Узбекистан і Україна.

Міждержавні стандарти ГОСТ 8.586.1,2,3,4,5-2005 введені в дію в Росії з першого січня 2007 року як національні стандарти Російської Федерації. В Україні ці стандарти впроваджено з першого січня 2008 року як ДСТУ ГОСТ 8.586.1,2,3,4,5-2007 «Метрологія. Вимірювання витрати та кількості рідини і газу із застосуванням стандартних звукувальних пристроїв».

Для впровадження вказаних вище стандартів розроблена комп'ютерна програма — система автоматизованого розрахунку та проектування витратомірів змінного перепаду тиску «САПР «Расход-РУ» (далі — САПР) — автори Є. П. Пістун, Л. В. Лесовой, Д. І. Марковський. САПР атестована Укрметрестандартом Держспоживстандарту України та сертифікована в Російській Федерації «Межрегиональным испытательным центром ФГУП ВНИИМС и испытательной лабораторией СДС ПО СИИИС «ОМЦ Газметрология».

Із інших нових розробок, що впливатимуть на покращення обліку газу, варта уваги нова методика калібрування побутових лічильників газу (Є. П. Пістун, Ю. І. Бродин, Ф. Д. Матіко), впровадження якої забезпечить додатковий облік та врахування понад 3 % обсягу газу, який викорис-



Вимірювальні перетворювачі температури, тиску і перепаду тиску та обчислювач витрати та кількості природного газу

товується в побуті, а також методика визначення кількості природного газу (його запас) у транспортному газопроводі (Є. П. Пістун, Л. В. Лесовой, І. С. Крук, Л. В. Близняк).

Міжнародне визнання отримали також нові методики розрахунку коефіцієнта стисливості, показника адиабати та в'язкості природного газу в широкому діапазоні зміни тиску та температури газу (Є. П. Пістун, Ф. Д. Матіко), зокрема: ДССДД 4-2002, ДССДД 8-2006, ДССДД 9-2006, що ввійшли в перелік документів Державної служби стандартних довідкових даних.

На кафедрі виконувалися науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи з розроблення та виготовлення засобів вимірювання витрати та кількості енергоносіїв, а також вимірювальних перетворювачів параметрів потоку — температури, тиску, перепаду тиску тощо (Є. П. Пістун, Р. Я. Дубіль, А. Б. Прокопєць, С. Б. Онисик). На НПВП «Техприлад» (м. Львів) налагоджено серійний випуск цієї вимірювальної та іншої техніки для задач обліку енергоносіїв.

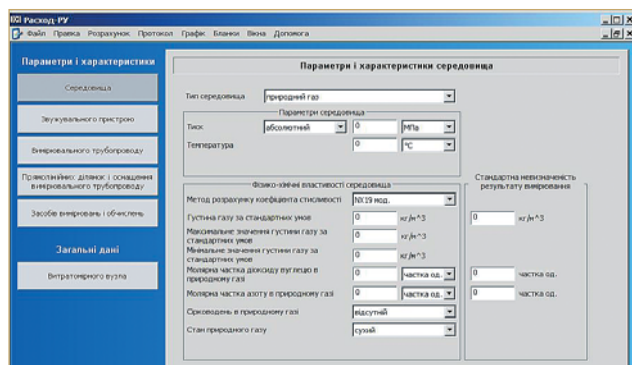
Кафедра виступила ініціатором щодо проведення у Львівській політехніці міжнародних науково-практичних конференцій «Проблеми економії енергії». Вже проведено п'ять таких конференцій.

Організовані курси підвищення кваліфікації інженерно-технічних кадрів із питань обліку енергоносіїв. Підготовлені та видані дві монографії: Є. П. Пістун, Л. В. Лесовой — «Нормування витратомірів змінного перепаду тиску»; Є. П. Пістун, Л. В. Лесовой, Ф. Д. Матіко, Д. І. Марковський, Р. Л. Лесовой — «Комп'ютерна програма «САПР «Расход-РУ».

3. *Наукові розробки в галузі вимірювань складу та властивостей газів і рідин.*

Один з основних методів вимірювання складу та властивостей газів та рідин, який розроблявся на кафедрі, — це газогідродинамічний дросельний метод. При цьому окремо досліджувалися гідродинамічний дросельний метод і газодинамічний дросельний метод. Останній метод доповнювався іншими методами: хімічним (Р. Б. Брилинський), тепловим (Б. А. Кріль) та акустичним (В. К. Савицький).

Перші дослідження в цьому напрямі стосувалися розробки газодинамічного дросельного густиноміра природного газу (Л. П. Фабрі), відтак — аналізаторів складу бінарних газових сумішей (Є. П. Пістун, З. М. Теплюх), а також пристроїв для контролю сил поверхневого натягу рідин



Приклад вікна вводу параметрів і характеристик вимірюваного середовища САПР



Елементи CARiO KBM

(І. С. Кисіль). Газодинамічні аналізатори складу бінарних газових сумішей передані в НПО «Аналітприлад» (м. Київ) для впровадження.

Теплові газодинамічні аналізатори складу бінарних газових сумішей ТГДА-1, ТГДА-2, ТГДА-3 (Б. А. Кріль) застосовуються для метрологічних цілей і високоточного аналізу азото-аргонової суміші в технологічному процесі наповнення ламп розжарення на ВАТ «Іскра». Аналізатор АПГС-1, розроблений на цьому ж принципі, застосовується для аналізу високоагресивних парогазових сумішей у технологіях виготовлення волоконних світловодів.

Паралельно розроблялися гідродинамічні дросельні (капілярні) вимірювачі малих витрат рідин (В. М. Кос, Л. П. Данельська), динамічної в'язкості рідин (Є. П. Пістун, Л. П. Данельська), кінематичної в'язкості рідин (А. П. Яцук), ступеня розпушення азбесту в водяному середовищі (В. М. Кос, В. В. Древецький), фізико-механічних параметрів розчинів каучуку (Є. П. Пістун, М. П. Кулик), а також реологічних характеристик неньютонівських речовин, зокрема бурових розчинів (Є. П. Пістун, А. Б. Крих).

Гідродинамічні дросельні вимірювачі фізико-механічних параметрів розчинів каучуку: абсолютної динамічної в'язкості, густини, концентрації полібутадієну в його розчині та молекулярної ваги полімеризату полідивінільного синтетичного каучуку впроваджено у Воронежському філіалі ОКБА та на Воронежському заводі синтетичного каучуку (Росія).

Велика робота проведена з визначення витратних характеристик окремих дросельних елементів: експериментальні дослідження та їх математичний опис (Є. П. Пістун, З. М. Теплюх, І. Д. Стасюк, І. В. Ділай). Розроблене та атестоване устаткування для дослідження таких характеристик.

Запроваджено поняття рівності газодинамічних опорів дроселів на одному і різних газах та розроблені пристрої для встановлення рівності опорів дроселів на одному та різних газах (Є. П. Пістун, З. М. Теплюх).

На базі нових методів синтезу газових сумішей з використанням дроселів із рівними і кратними газодинамічними опорами (провідностями) розроблено (З. М. Теплюх) методи калібрування хроматографів і оцінювання впливу супутніх компонентів на результат вимірювання, що суттєво зменшило похибку визначення концентрації компонентів хроматографами.

Синтезатори газових сумішей, зокрема для синтезу зразкових сумішей метан-повітря, з метою перевірки аналізаторів шахтної атмосфери та швидкості зміни концентрації метану в суміші (Р. Я. Дубіль) впроваджені на багатьох шахтах Львівського вугільного басейну (м. Червоноград) та ін.

Розроблені (Б. А. Кріль, О. В. Кріль) також принципи побудови синтезаторів газових сумішей з великою продуктивністю (до 28 м³/год) для технологій виготовлення сучасних ламп розжарення. Такі синтезатори впроваджені на ВАТ «Іскра».

4. Наукові розробки в галузі теплофізичних вимірювань матеріалів.

Цей напрям стосується розвитку теплофізичних вимірювань. Авторами (Є. П. Пістун, Я. Т. Рогоцький, І. С. Васильківський, Я. П. Юсик) запропоновано створювати нові теплофізичні прилади на більш досконалих теплових вимірювальних схемах, у яких усувається необхідність вимірювання абсолютних значень теплових потоків і температур. На базі таких схем можна створювати прилади для вимірювання теплопровідності матеріалів в більш широкому діапазоні значень теплопровідності та з більш високою точністю. Такі прилади для вимірювання теплопровідності матеріалів, зокрема твердих матеріалів, можуть застосовуватися для сертифікації будівельних та теплоізоляційних матеріалів.

Розроблено та виготовлено вимірювальний перетворювач теплопровідності будівельних матеріалів в діапазоні від 0,03 до 1 Вт/(мК) при кімнатних температурах (280–310 К), який впроваджений у науково-проектному інституті будівельних матеріалів «ЛьвівбудмНДІпроект» (м. Львів) в 2000 р.

Розроблено та виготовлено вимірювальний перетворювач теплопровідності пластин та листових матеріалів у діапазоні від 40 до 400 Вт/(мК) при кімнатних температурах (280–310 К).

Розроблено та виготовлено вимірювальний перетворювач теплопровідності твердих матеріалів у діапазоні від 0,2 до 400 Вт/(мК) при кімнатних температурах (280–310 К), який впроваджений в Інституті проблем матеріалознавства АН України (м. Київ) в 1991 р., Інституті геології СО АН СРСР (м. Новосибірськ) та ВО «Біофізприлад» (м. Львів) у 1989 р.

Розроблено та виготовлено вимірювальний перетворювач теплопровідності рідких та пастоподібних матеріалів у діапазоні від 0,1 до 1 Вт/(мК) при кімнатних температурах (280–310 К). Вимірювальний перетворювач використовувався для вимірювання теплопровідності різноманітних паст і клеїв при розробці нових матеріалів у НДІ матеріалів НВО «Карат» (м. Львів).

5. Наукові розробки з автоматизації та оптимізації технологічних процесів.

Система автоматичного регулювання та оптимізації кульових барабанних млинів.

Дослідження кульових барабанних млинів на кафедрі як об'єктів автоматизації розпочалось у 1980-х роках. Роботи виконувались на Бурштинській ТЕС та Придніпровській ТЕС. Виконавці: Є. П. Пістун, О. М. Дружбляк, В. С. Загарай, Г. А. Николин.

Система автоматичного регулювання та оптимізації кульових барабанних млинів (CARiO KBM) складається з:

- первинних та вторинних вимірювальних перетворювачів вертикальної складової віброприскорення підшипників млина для подальшого визначення ступеня завантаження млина матеріалом;

- первинних та вторинних вимірювальних перетворювачів інших основних технологічних параметрів млина

(для процесу розмелювання вугілля на ТЕС це температура та тиск пилоповітряної суміші в млині);

– регулятора-оптимізатора з виконавчим механізмом.

САРіО КБМ пройшла відповідну сертифікацію та дозвіл на застосування на ТЕС. Такі системи впроваджені на багатьох ТЕС України та Росії. Ще в 1990 р. в межах чинного контракту між Львівською політехнікою та ВарнаТЕЦ (Болгарія) 24 такі системи були поставлені та інсталювані на цій болгарській станції. Сьогодні географія впровадження розширилась на Польщу. Система успішно працює на багатьох ТЕС, а також на цементних заводах.

Система регулювання тиску на нафтоперекачувальній станції.

Система регулювання тиску (О. В. Кріль, Б. А. Кріль) призначена для регулювання тисків на вході та на виході нафтоперекачувальної станції, при аварійних від'єднаннях сусідніх станцій, для забезпечення неперервного режиму перекачування нафти. В основу роботи системи покладено гнучкий алгоритм керування зі змінною структурою та змінними параметрами, який реалізовано на вільнопрограмованому контролері. Лінеаризація характеристик виконавчих механізмів здійснена шляхом зміни швидкості переміщення регулювального органу.

Дві системи впроваджено на НПС «Жулин», одна на НПС «Чижівка» ВАТ Укртранснафта, філія магістральних нафтопроводів «Дружба».

Системи автоматизації технологічних процесів впроваджені на СП «Галка» (м. Львів). Автори: Б. А. Кріль, О. В. Кріль.

1. Система керування процесом екстрагування в технології виробництва розчинної кави.
2. Система обліку та керування потоками сировини та обсмажених кавопродуктів.
3. Система керування обсмажувальною машиною для кавопродуктів.
4. Система приготування багатокомпонентної суміші розчинних кавопродуктів.

Системи автоматизації технологічних процесів на Жидачівському целюлозно-паперовому комбінаті (м. Жидачів). Автори: Б. А. Кріль, О. В. Кріль.

1. Технологічна лінія для неперервного приготування крохмального клею для проклеювання поверхневих шарів та паперової маси в технології виробництва картону з низькоякісної сировини.
2. Система керування приготуванням та дозуванням розчинів для відбілювання деревинної маси.
3. Система керування гідророзбивачем макулатури.
4. Система керування роботами пересування ножів для поперечного розрізання гофрокартону.

Кафедра електроприводу та автоматизації промислових установок

Першою науково-дослідною роботою кафедри була робота з Львівським арматурним заводом з модернізації автоматизованої системи керування режимами плавки

дугової сталеплавильної печі ДСП-0,5, яка була виконана в 1953 р. і вилася в першу кандидатську дисертацію, захищену М. Г. Люковим. Ця робота започаткувала один із тодішніх наукових напрямів у роботі кафедри, а саме: оптимізація режимів роботи дугових сталеплавильних печей трифазного струму.

У 1954 р. розпочалися роботи з Жидачівським картонно-паперовим комбінатом (ЖКПК). Спочатку це були роботи з налагодження електроприводів картоноробних машин, а потім вони переросли в роботи з упровадження автоматизованих систем регулювання натягу картонних та паперових машин. Перші сільсинні регулятори натягу під керівництвом доц. Л. В. Карнюшина впроваджуються на ЖКПК у 1955 р. Ці роботи поклали початок розробці та впровадженню нових систем електроприводів у паперовій промисловості.

У цей час започатковується науковий напрям, спрямований на дослідження і вдосконалення екскаваторних електроприводів. Почалося це з дослідження та налагодження основних приводів крокуючих екскаваторів-драглайнів ЭШ-14/75, які працювали в Роздольських сіркодобувних кар'єрах. Активну участь у цих роботах (1955–1958 рр.) брали інженери

А. А. Забрамний та Б. Т. Іванков.

З появою госпдоговірних робіт із підприємствами в кінці 50-х років при кафедрі електропривода був створений науково-дослідний сектор (НДС-7), який у середині 60-х років реорганізовано в науково-дослідну лабораторію НДЛ-7.

Кафедра тісно співпрацювала з низкою організацій загальнодержавного значення, таких, наприклад, як «ВНДІ Електропривод» (м. Москва, Росія), заводом Уралмаш (м. Свердловськ, Росія), НКМЗ (м. Краматорськ), Іжорським заводом (м. Колпіно, Ленінградська обл., Росія) та ін.

Під керівництвом доц. А. О. Кардашова продовжуються роботи з упровадження регуляторів натягу полотна картону та паперу на Котлаському целюлозно-паперовому комбінаті (Росія), Малінській паперовій фабриці, Антропшинській паперовій фабриці (Ленінградська область, Росія), а далі вже під керівництвом доц. Р. М. Піцана виконується низка робіт із заміни електромашинних електроприводів тиристорними приводами постійного струму на Жидачівському картонно-паперовому комбінаті.

Роботи з екскаваторного електропривода із 60-х років очолив ст. викладач Р. С. Кішко. Розроблена схема температурної стабілізації була запроваджена на екскаваторах типів ЭКГ-5, ЭШ-6/45М, ЭШ-6,5/45, ЭШ-10/75, ЭШ-11/70 та інших і успішно продовжує працювати до цього часу та встановлюється на нові моделі машин.

У 80-ті роки «екскаваторною» групою працівників НДЛ-7 під керівництвом доц. Р. С. Кішка спільно з «ВНДІ Електропривод» був розроблений тиристорний збудник БЗ801, силова схема якого не мала аналогів у світовій практиці. Цей збудник був запущений у серійне виробництво (Гайський електромеханічний завод Оренбурзької області, Росія) і встановлений на головних копаючих механізмах



Вид на внутрішні панелі щита системи обліку та керування потоками сировини

більш ніж ста кар'єрних екскаваторів ЭКГ-10 (Іжорський завод) та 13 машинах ЭКГ-5 (завод Уралмаш), які до цього часу працюють на різних кар'єрах СНД.

Із приходом на кафедру доц. А. І. Дряхлова та доц. Б. Д. Дениса з'являється і формується напрям з дослідження та удосконалення електроприводів бурового та нафтодобувного устаткування. Починаючи з 60-х років, під керівництвом доц. Б. Д. Дениса (через НДЛ-4) проводилася низка робіт, пов'язаних із питаннями диспетчеризації глибинного видобутку нафти та створення засобів контролю і керування процесами буріння нафтових та газових свердловин. У 70-х роках до проведення цих робіт підключився доц. Б. С. Калужний. З 1959 по 1978 рр. під керівництвом доц. Й. І. Салая проводилися дослідження та вдосконалення електроприводів бурових установок (спільно з «ВНДІ Електропривод», Уралмашем та Волгоградським заводом «Барикади», Росія).

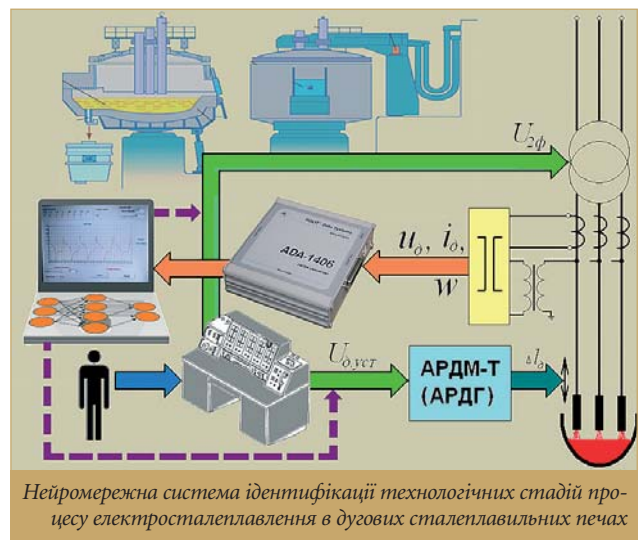
Також продовжує розвиватися напрям з оптимізації режимів електросталеплавлення в дугових печах. Під керівництвом доц. Б. Д. Дениса проведені роботи з розробки та впровадження екстремального керування режимами роботи дугових печей за критеріями максимальної продуктивності і мінімуму вартості продукції, з оптимізації електричних режимів печі за критеріями мінімуму електричних та теплових втрат енергії, розроблені теоретичні основи та системні рішення з реалізації оптимальної стабілізації координат електричного режиму в умовах дії інтенсивних випадкових збурень. Результати цих робіт впроваджені на Львівському заводі автонавантажувачів і відображені відповідно в кандидатських дисертаціях Б. Д. Кузьмяка, В. М. Глейзера (завод автонавантажувачів) та О. Ю. Лозинського.

У 1970 р. був укладений договір на дослідження та налагодження електроприводів вальцювального верстата 2000 з Ново-Липецьким металургійним комбінатом (НЛМК). Ця робота започаткувала новий напрям у науковій роботі кафедри — металургійні електроприводи, який очолив доц. А. О. Кардашов. Під його керівництвом було розроблено низку давачів струму та асинхронна одноканальна система керування головним електроприводом чистових клітей верстата 2000. Успішні роботи на НЛМК привели до розробки в 1973–1974 рр. та поставки і установки давачів нульового струму на аналогічному верстаті металургійного комбінату в Бокаро (Індія).

У зв'язку з широким впровадженням імпоротної техніки на НЛМК та успішній співпраці з кафедрою в 1982 р. паралельно з НДЛ-7 була створена спеціалізована галузева лабораторія пристроїв автоматики систем керування металургійними електроприводами, яка займалася розробкою та виготовленням вітчизняних аналогів для заміни і резервування окремих вузлів та давачів в імпортних системах керування. Потім ці роботи були поширені на Білоруський металургійний завод (м. Жлобін). Проіснувала ця лабораторія до 1992 р., але співпраця з БМЗ продовжувалася ще протягом десяти років.

У 90-х роках активно функціонував лише напрям, пов'язаний з розробкою електромеханічних систем для паперового виробництва, який очолює доц. В. М. Винницький.

Системи електроприводів з асинхронними двигунами і частотними перетворювачами та мікропроцесорним керуванням впроваджувалися на ВАТ «Жидачівський целюлозно-



паперовий комбінат», Кохавинській та Коломийській паперових фабриках, Львівській картонній фабриці, Рубіжанському картонно-тарному комбінаті та інших.

Співробітники кафедри надавали допомогу з модернізації існуючого та впровадження нового електрообладнання на підприємствах Львова і області через комерційні структури та НДЛ-7. Тут для прикладу можна відзначити співпрацю із ЗАТ «Ензим», Львівським локомотиворемонтним заводом, Львівським керамічним заводом, Львівським шкірзаводом «Світанок», Львівським експериментальним механічним заводом, Львівським інструментальним заводом, Ходорівським ДП «Поліграфіст», підприємством «Технолісіндустрія», Пустомитівським заводом залізничних технологій та іншими.

Після того, як у 2005 р. НДЛ-7 очолив доц. В. М. Винницький, спостерігається збільшення об'єму госпдоговорів, що виконуються на кафедрі.

Крім науково-дослідних робіт у рамках госпдоговорів, на кафедрі виконуються наукові дослідження в рамках робіт за державним замовленням, за замовленням державного фонду фундаментальних досліджень та в рамках гранту Президента України для молодих учених. Починаючи з 90-х років, на кафедрі проводяться наукові дослідження згідно з науковим напрямом кафедри «Створення засобів автоматизації, систем керування технологічними процесами і електроприводом». У рамках цього напрямку сформувалися наукові школи, роботи яких відомі як в Україні, так і за її межами.

Одна з них під керівництвом проф. О. Г. Плахтини займається створенням математичних моделей і комп'ютерного симулювання складних електромеханічних систем з напівпровідниковими перетворювачами. За результатами наукових досліджень опубліковано понад 400 наукових праць в тому числі дві монографії. Науковцями цієї школи підготовлено 4 доктори наук і 10 кандидатів наук.

Останні розробки науковців школи стосуються цифрових моделей збудників потужних синхронних генераторів теплових та атомних електричних станцій, які працюють у реальному часі і дають можливість налагоджувати відповідні системи автоматичного керування для введення їх в експлуатацію. Ці моделі впроваджені і продовжують впроваджуватися на електричних станціях України, Росії, Польщі.

Друга школа відома своїми роботами зі створення автоматизованих систем керування електричним режимом дугових печей. Під керівництвом заслуженого діяча науки і техніки України, проф. О. Ю. Лозинського проводяться наукові дослідження, спрямовані на автоматизацію дугових сталеплавильних печей. За їх результатами опубліковано понад 350 наукових публікацій, із них — одна монографія. На основі отриманих результатів були розроблені структура та принципи керування електричним режимом печі на основі стохастичних моделей процесів. Науковцями цієї школи підготовлено 5 докторів наук і 14 кандидатів наук.

Результати робіт наукової школи впроваджені на електродугових ДСП-6Н1, ДСП-50 («Невський завод», м. Ленінград, Росія), ДСП-100НЗА (Донецький металургійний завод), ДСП-100И6 (Молдовський металургійний завод, м. Рибниця) та ДСП-40 (завод «Красный Октябрь», м. Волгоград, Росія), на електродугових печах Львівського заводу автотранспорту і Нововолинського ливарного заводу.

Наукові напрями кафедри розвиваються залежно від вимог сьогодення. Одним із пріоритетних напрямів є розробка математичних моделей відмов і характеристик надійності електромеханічного обладнання на основі нестационарних Марковських моделей. Над цією проблемою активно працює доц. С. В. Щербовських.

Останнім часом на кафедрі розробляється новий науковий напрям під керівництвом д. т. н. проф. І. З. Шура, присвячений вивченню і енергетичному удосконаленню електроприводів та систем керування ними, розглядаючи останні як нерівноважні термодинамічні об'єкти.

Розвиваються також дослідження з розробки систем керування міським електричним транспортом (доц. Л. Ф. Карплюк).

При кафедрі функціонують докторантура і аспірантура за спеціальністю «Електротехнічні комплекси і системи».

За останні 5 років працівниками кафедри було отримано два гранти Президента України для підтримки наукових досліджень молодих вчених, іменну стипендію Верховної Ради України для найталановитіших молодих вчених, стипендію Кабінету Міністрів України, виконано одну роботу за державним замовленням, одержано грант Державного фонду фундаментальних досліджень.

Щороку працівники кафедри беруть активну участь у багатьох науково-технічних конференціях різного рівня, включаючи і міжнародні. Кафедра вже протягом п'ятнадцяти років є співорганізатором Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика». Наукові досягнення працівників кафедри широко опубліковані в монографіях, фахових періодичних науково-технічних виданнях та захищені авторськими свідоцтвами СРСР та патентами України й інших держав, включаючи видання з високим імпрест-фактором.

Кафедра електричних машин та апаратів

В 1928 р. у Львівській політехніці на механічному факультеті створено нову кафедру «Електричні машини». Це сприяло розвитку електротехнічних дисциплін та наукових досліджень. Але по-справжньому наукова робота кафедри почала зростати з кінця 40-х років минулого століття, коли професор Т. П. Губенко та наукова школа під його керівництвом розробили теорію, яка дала вичерпні

відповіді на низку проблем динаміки систем автоматичного регулювання з розподіленими параметрами, що дозволило здійснити їх практичну реалізацію. Але основним напрямом наукових досліджень кафедри в цей час стає теорія індукційних машин із високим ступенем використання активних матеріалів. Запропонована ідея спрямлення характеристики намагнічування сталі з одночасним перенесенням початку координат, і на цій основі розроблено метод розрахунку режимів і характеристик індукційних машин. Значним досягненням в теорії індукційних машин були роботи з дослідження несиметричних режимів, які значною мірою дали розв'язок даної проблеми та відкрили дорогу до практичного застосування цих режимів у приводах різноманітних механізмів.

До наукових досліджень залучались талановиті студенти й аспіранти. Вихована професором Т. П. Губенко наукова школа нараховує понад 25 кандидатів наук, з яких багато хто став надалі доктором наук, зокрема П. Бразаускас, Р. Фільц, В. Фокін, В. Чабан, Л. Глухівський, М. Яцун, Ю. Чучман, В. Маляр. Чимало з них стали видатними вченими і керівниками підприємств електротехнічної галузі. Серед них С. Тимошик — директор Лисівського турбогенераторного заводу, Рахманейко — головний інженер ЛЕЗ ЛЕО «Електросила», В. Куліш — директор Запорізького заводу «Перетворювач», М. Бікі — генеральний конструктор ВАТ «Запоріжтрансформатор», Ю. Кириленко — директор «ГАЛРЕМЕНЕРГО» та багато інших.

Результати досліджень кафедри стали підставою для створення у 1958 р. Галузевої науково-дослідної лабораторії Міністерства приладобудування засобів автоматизації і систем керування СРСР, яка на сьогоднішній день реорганізована у спеціальне конструкторське бюро електромеханічних систем.

Найвизначнішими науковими і практичними досягненнями лабораторії були: електробур з однопровідним струмомопідводом, автомати подачі долота для різних видів буріння нафтових і газових свердловин, системи централізованого керування буровими уставами і об'єктами видобутку нафти, системи керування процесами вальцювання і електроприводами вальцювальних механізмів.

Завершені роботи у названих напрямках успішно впроваджено на підприємствах Міністерства нафтової промисловості СРСР, в Україні і Західному Сибіру, на металургійних комбінатах в Маріуполі і в Липецьку.

Значним кроком у розвитку теорії електричних машин була розробка математичної теорії електромеханічних перетворювачів з нелінійними електромагнітними зв'язками, започаткована Т. П. Губенком і розвинена у працях Р. В. Фільца та Л. Й. Глухівського. Вона базувалася на узагальненому математичному підході, який, зокрема, вперше в електромеханіці використовував поняття динамічних електромагнітних параметрів. Була створена теорія усталених режимів, стаціонарних і перехідних процесів. Із використанням названого підходу в 70–80-х роках була розроблена теорія електромашинно-вентильних систем та вдосконалені чисельні методи розрахунку електромеханічних перетворювачів, доведені до практичного використання у вигляді комп'ютерних програм.

Основними науковими напрямами роботи кафедри в 70-х роках були нелінійна теорія електричних машин,

а також спеціальні та вентиляльні електричні машини. Роботи за першим напрямом виконувались під керівництвом к. т. н., доц. Р. В. Фільца.

Другий напрям охоплює розробку та дослідження високоточних вимірювальних електричних машин (тахогенераторів, давачів прискорення) (Ю. В. Осідач, В. Д. Завгородній), моментних двигунів (Ю. І. Чучман) та заглибних генераторів змінного струму стабілізованої напруги (М. А. Черник, В. Г. Гайдук). Результати цих робіт були впроваджені на прокатних станах низки металургійних заводів СРСР, а також у пристроях, які були розроблені для Московського інституту геофізики. Крім цього, проводились роботи з покращення охолодження трансформаторів на замовлення Хмельницького заводу трансформаторних підстанцій (доц. М. В. Власенко), створення нових типів обмоток для багатофазних багатошвидкісних машин (Є. О. Онишко та Р. Б. Гаврилюк), розробки, дослідження та впровадження електричних машин для автоматизованих систем і побуту (Р. В. Дишовий, І. І. Андрейко).

Названі роботи при кафедрі здійснювалися на базі науково-дослідної лабораторії НДЛ-53.

У кінці 70-х років завідувач кафедри к. т. н., доц. Й. І. Саляк привніс на кафедру тематику створення асинхронно-вентильних каскадів для бурових установок, випробувальних стендів для локомотиворемонтного заводу, підвищення надійності електродвигунів великої потужності в сірковідобувній галузі.

Крім того, в цей період група науковців кафедри під керівництвом доц. Ю. В. Осідача розпочала науково-дослідні та проектно-конструкторські роботи зі створення принципово нових вентиляльних двигунів із пасивним ротором і буфером енергії. За госпдоговорами група науковців розробляє головний привід та привід головок відеомагнітофона для спеціального конструкторського бюро побутової радіоелектронної апаратури (м. Львів), приводи дисків-розбризувачів та регулятора подачі рідких добрив сільськогосподарських машин для заводу «Львівхімсільмаш», позиціонера антени супутникового телебачення для науково-дослідного радіотехнічного інституту (м. Львів).

Ще один напрям досліджень сформувався на кафедрі електричних машин і апаратів з 1985 р., коли кафедру очолив д. т. н. проф. М. А. Яцун. Проф. М. А. Яцун є відомим спеціалістом у галузі неруйнівних методів і засобів контролю та технічної діагностики, ним було сформовано напрям з розробки засобів контролю та технічної діагностики для визначення технічного стану і залишкового ресурсу роботи електрообладнання, зокрема електричних машин. Під його керівництвом в НДЛ-53 доц. Р. О. Селепиною, асист. Ю. З. Хліпальським, інж. Р. І. Стасьо були розроблені прилади для контролю короткозамкнених кліток роторів асинхронних двигунів, які впроваджено в кінці 80-х і на початку 90-х років на Ужгородському заводі «Електродвигун», Полтавському електромеханічному заводі «Електромотор»,



Позиціонер антени супутникового телебачення на базі вентиляльного реактивного двигуна. Лабораторна настільна медична центрифуга крові

Лунінецькому заводі з виробництва електродвигунів для с/г (Білорусь), Вільнюському заводі «Elfa» (Литва).

У цей же час під керівництвом доц. В. І. Ткачука продовжуються наукові роботи з дослідження і створення електричних машин нового покоління для привода ротора медичної центрифуги для Львівського заводу «Біофізприлад».

Відкривається за головування проф. М. А. Яцуна спеціалізована рада із захисту кандидатських дисертацій зі спеціальності «Електричні машини і апарати».

У 1990 р. завідувачем кафедри стає проф. Л. Й. Глухівський, який розвиває нелінійну теорію електричних машин.

У 1991 році за результатами проектно-конструкторської роботи для заводу «Біофізприлад» з ініціативи Дніпропетровського заводу «Південмаш» його КБ «Південне» підписало масштабний господарський договір про створення електропривода мотор-коліс міні-господарського комплексу «Майстер-А», який був виконаний у рекордно

стилий термін — за півтора року і за яким було розроблено і виготовлено комплекти приводів на базі вентиляльних двигунів зі збудженням від постійних магнітів для двох транспортних засобів.

З 1994 р. кафедру очолив доц. В. І. Ткачук, який у 1999 р. захистив докторську дисертацію.

На базі екологічно чистого вентиляльного двигуна створюється електропривід ротора настільної лабораторної медичної центрифуги крові, яка розроблена в Науково-дослідному конструкторському інституті «ЕЛВІТ» Львівської політехніки і успішно пройшла медичні та промислові випробування й рекомендована до впровадження. На замовлення Львівського казенного експериментального підприємства засобів протезування та пересування розроблено та виготовлено електропривід мотор-коліс інвалідного крісла-візка на базі вентиляльного двигуна зі збудженням від постійних магнітів.

Видатним внеском у розвиток теорії і практики електромашинобудування можна вважати винахід вентиляльного реактивного двигуна з буферами енергії (доценти Ю. В. Осідач



Універсальний міні-комплекс «Майстер-А» з електроприводом на базі вентиляльних двигунів



Видання кафедри

та В. І. Ткачук) та створення теорії електромеханічного перетворення енергії в електромеханічних перетворювачах індукторного типу (професор В. І. Ткачук), на базі чого створено автоматизовані системи проектування та дослідження електромеханотронних систем із використанням цього електричного двигуна нового типу.

У 2003 р. кафедра відзначила своє 75-ліття проведенням Міжнародної науково-технічної конференції «Математичне моделювання в електротехніці, електроенергетиці й електромеханіці», в якій узяли участь понад сто вчених із 6 країн світу. Праці конференції опубліковано в двох випусках Вісника Національного університету «Львівська політехніка» (№ 485 та № 487).

На кафедрі в період з 1950 р. сформувався науковий напрям, який на даний час можна означити, як «Математичне моделювання, автоматизоване проектування та розробка електромеханічних перетворювачів і систем керування ними. Теоретичне та експериментальне дослідження електричних машин з урахуванням нелінійності електричних кіл і електромагнітних зв'язків», який належить до пріоритетного напрямку розвитку науки і техніки України «Новітні технології та ресурсозберігаючі технології в енергетиці, промисловості та агропромисловому комплексі». У межах цього наукового напрямку проводяться фундаментальні та прикладні дослідження, прикладні розробки, а також сформовані наукові напрями:

- математичне моделювання, розроблення електромеханічних перетворювачів та систем керування ними на основі теоретичного дослідження;

- електромеханотронні перетворювачі та системи: розроблення методик та автоматизованих систем проектування та дослідження.

За цієї тематики на кафедрі опубліковано: підручник «Електромеханотроніка» (автор — В. Ткачук), який відзначений дипломом 2-го ступеня в номінації «Найкращий підручник» Першого міжнародного форуму «Інформаційне забезпечення навчального процесу у вищій школі» та другою премією Національного університету «Львівська політехніка» за 2008 р.; навчальний посібник+CD «Автоматизоване проектування колекторних двигунів постійного струму» (автор — В. Ткачук), який відзначений другою премією Національного університету «Львівська політехніка» за 2009 р.; статті

в журналах Філадельфійського списку та ще понад 80 статей із цієї тематики.

Виконано 8 науково-дослідних та проектно-конструкторських робіт за господарськими угодами, серед них: «Розробка електромеханотронних перетворювачів для систем супутникового телебачення» (Львівський науково-дослідний радіотехнічний інститут); «Розробка колекторних і безконтактних двигунів постійного струму напругою 12 В для приводу диска розпилювача та приводу засувки сільгоспмашин» (Головне спеціальне конструкторсько-технологічне бюро Львівськільгоспмаш); «Розробка електромеханічного стояночного гальма колеса інвалідного візка» (Львівське казенне експериментальне підприємство засобів пересування та протезування); «Розробка вентильного двигуна і чотириканального комутатора з регулятором напруги для приводу мотор-колеса» (КБ Південне, м. Дніпропетровськ); «Розробка електроприводу центрифуги настільної лабораторної» (НДКІ ЕЛВІТ Львівської політехніки) та 2 науково-дослідні роботи за держбюджетним фінансуванням: «Теоретичні засади створення електромеханотронних перетворювачів та систем», «Теорія та синтез вентильних двигунів постійного струму».

Кафедра електропостачання промислових підприємств, міст і сільського господарства

Кафедра «Електропостачання промислових підприємств, міст і сільського господарства» в Національному університеті «Львівська політехніка» заснована в 1963 р. і є наймолодшою в Інституті енергетики та систем керування та однією з перших кафедр такого профілю у колишньому Радянському Союзі. На час заснування кафедри стало зрозуміло, що для успішного вирішення проблем із проектування, спорудження і експлуатації електропостачальних систем промислових підприємств, агропромислових підприємств і комплексів, все складнішого й енергонасиченішого комунально-побутового господарства міст потрібні спеціально підготовлені інженери-електрики.

Перший випуск спеціалістів з електропостачання промислових підприємств відбувся вже в 1964 р.

За час існування кафедри кілька разів змінювалась назва профільної спеціальності, тепер вона називається «Електротехнічні системи електроспоживання».

У зв'язку із загостренням проблем енергозабезпечення, необхідністю ефективнішого використання енергії в економіці держави в 1997 р. в Україні була відкрита спеціальність «Енергетичний менеджмент». Кафедра провела велику роботу з ліцензування освітньої діяльності з цієї спеціальності у Львівській політехніці, і саме на неї була покладена підготовка спеціалістів з енергетичного менеджменту. Перший випуск спеціалістів за новою спеціальністю відбувся у лютому 2003 р.

Всього за сорокап'ятилітню історію свого існування кафедра підготувала 3214 інженерів і 65 магістрів.

Першими викладачами кафедри стали співробітники інших кафедр факультету. Після переходу на нову кафедру вони продовжували розпочате на інших кафедрах електроенергетичного спрямування розроблення оригінальної наукової ідеї — одночасного пересилання електричної енергії змінним і постійним струмом спільними лініями електропередавання. Автором ідеї був проф. Г. І. Денисенко, в 1962 р.



У дослідницькій лабораторії електропостачальних систем. Зліва направо: проф. Л. О. Никонєць, доценти В. Г. Турковський і П. Ф. Тоголюк, завідувач кафедри проф. А. А. Малиновський

він захистив на цю тему докторську дисертацію, а на час створення кафедри електропостачання обіймав посаду ректора Львівської політехніки. В 1971 р. проф., член-кореспондент НАН України Г. І. Денисенко був переведений на посаду ректора Київського політехнічного інституту, за значну роботу з розвитку КПІ він удостоєний звання Героя праці.

Розроблення проблеми одночасної передачі енергії вимагало від дослідників належних знань із пересилання енергії як змінним, так і постійним струмом. Таке поєднання знань виявилось корисним і продуктивним як для розроблення одночасної передачі, так і для багатьох інших проблем. Із тематики одночасної передачі захистили кандидатські дисертації Г. А. Генріх, А. А. Малиновський, Л. О. Никонєць, П. Р. Хрущ, Н. В. Букович. Було споруджено дві дослідно-промислові установки одночасної передачі на напрузі ланки змінного струму 10 кВ. Перша установка між підстанціями Новий Яр — Судова Вишня на Львівщині була введена в дію в 1963 р., друга — між підстанціями Борщів — Більче Золоте на Тернопільщині — в 1973 р. На жаль, проблема одночасної передачі не дістала подальшого розвитку, в основному через недосконалість на той час елементної бази перетворювачів — випрямлячів та інверторів ланки постійного струму передачі. Можна сподіватися, що основна властивість одночасної передачі — істотне збільшення пропускної здатності ліній електропередач, зумовить відродження зацікавленості до неї в умовах зростання вартості землі для прокладання нових трас ліній пересилання енергії. До речі, відома електротехнічна фірма АBB уклала з Львівською політехнікою в 2008 р. угоду на проведення досліджень щодо актуальності ідеї одночасної передачі за сучасного стану техніки електропересилання.

Досвід наукових досліджень у суміжних напрямках електропередач змінного і постійного струму став передумовою залучення з 1968 р. працівників кафедри до вирішення проблеми запобігання масовому аварійному виходу з ладу повітряних ліній електропередач внаслідок відкладання ожеледі на їх проводах і тросах. Ця проблема розроблялась на кафедрі впродовж 25 років. Були створені принципово нові системи топлення ожеледі на повітряних лініях (ПЛ) всіх класів напруг, вирішені оптимізаційні задачі проектування установок топлення ожеледі (УПО) в масштабах електричних систем, опрацьовані рекомендації із застосу-

вання устаткування УПО для підвищення ефективності роботи електромереж в неожеледний період.

Науково-дослідна лабораторія при кафедрі перетворилась на провідну науково-дослідну, проектну, пусконаладжувальну організацію, яка, крім того, виготовляла нестандартне обладнання для всіх УПО, що впроваджувались у колишньому СРСР. Лабораторія опрацювала проекти організації топлення ожеледі для всіх енергосистем СРСР, розташованих в сильноожеледних районах; вона провела промислові випробування всіх нових систем топлення ожеледі з використанням перетворювачів. Успіху робіт сприяло тісне співробітництво з науково-дослідними і проектно-вишукувальними інститутами «Енергомережпроект», «Сільенергопроект», ВНДІЕ, НДІ «Електровипрямляч» та з низкою енергосистем. Ефективність пристроїв топлення ожеледі була підвищена за рахунок використання схем топлення ожеледі із застосуванням землі як зворотного провoda, опрацювання і впровадження УПО, що працюють у режимі заданого струму, оптимізації місць розташування УПО в енергосистемах, узгодження діагнозу довжин ділянок проводів і тросів ліній, на яких передбачається топлення ожеледі. Крім того, були опрацьовані унікальні схеми пофазного топлення ожеледі на проводах ліній зі збереженням пересилання енергії двома фазами та симетруванням таких режимів. Зокрема, така схема була опрацьована для ПЛ 220 кВ «Сахалінська ДРЕС — Тимовська». УПО, введені в експлуатацію безпосередньо силами працівників науково-дослідної лабораторії кафедри, обслуговували понад 10 тис. км повітряних ліній напругою 110–500 кВ. Офіційно підтверджений річний економічний ефект становив 3,5 млн крб.

За результатами розробок і досліджень із проблеми підвищення надійності і техніко-економічних показників електропересилень були захищені дві докторські дисертації (Г. А. Генріх — 1972 р., Л. О. Никонєць — 1988 р.), понад 10 кандидатських дисертацій (П. Ф. Тоголюк, В. Г. Денисенко, М. П. Дергільов, П. П. Климук, О. І. Конюхов, В. Я. Кузнецов, В. В. Мішин, В. П. Олійник, М. Й. Олійник, В. М. Стряпан, В. Г. Федішин, П. Є. Яковчук). Новизна запропонованих вирішень захищена близько 40 авторськими свідоцтвами на винаходи СРСР, 3 патентами США, 3 патентами Канади та 3 патентами Швеції.

Більшість із названих вище дисертантів стали провідними викладачами кафедри. Співробітники кафедри є основними співавторами керівних вказівок із топлення ожеледі, обов'язкових для енергетичних підприємств колишнього СРСР, тепер Росії та України (нормативний документ Міністерства енергетики і електрифікації України ГКД 34 від 31.12.1995). Це рідкісний випадок визнання високого рівня наукових розробок навчального закладу.

Паралельно з розробленням проблеми підвищення надійності повітряних ліній проводилися роботи, скеровані на підвищення техніко-економічних показників роботи електричних мереж з використанням статичних компенсаторів реактивної потужності безпосереднього регулювання. Одним із поштовхів для таких розробок стала ідея поєднання установок топлення ожеледі з установками регулювання компенсаторів реактивної потужності. Це дає можливість відмовитися від спеціального устаткування для УПО,

яке звичайно використовується не більше 10–15 годин впродовж року.

Були опрацьовані принципи створення статичних компенсаторів із регулюванням напруги на статичному реактивному елементі, в яких потужність регулятора (у випадку лише генерування чи лише споживання реактивної потужності) становить одну четверту від максимальної потужності реактивного елемента. У випадках, коли в розрахункових точках мережі потрібні і генерування, і споживання реактивної потужності, можливе використання лише одного регулятора з потужністю, що становить одну восьму від суми потужностей реактивних елементів. Запропоновано з використанням серійного устаткування не менше п'яти типів споживальних, восьми типів генерувальних та десяти типів комплексних безвентильних регульованих компенсаторів реактивної потужності безпосереднього регулювання. Їх питомі вартісні показники близькі до показників нерегульованих компенсаторів відповідної потужності. А можливість регулювання і форсування потужності є безсумнівними технічними перевагами нових компенсаторів. Як регульовальні елементи в згаданих схемах компенсаторів використовувались вольтододатні трансформатора. Перший такого типу компенсатор був введений в експлуатацію на підстанції «Михайлівська» Оренбургенерго (діапазон регулювання потужності 0–60 Мвар). Були розроблені проекти для підстанції «Опорна» Красноярськенерго з генерованою потужністю 200 Мвар та для підстанції «Таксимо» системи електропостачання Байкало-Амурської магістралі з потужністю споживання 60 Мвар. Останній проект розглядався як перший етап комплексного регульованого компенсатора.

Для випадків, коли потрібна більша швидкодія регулювання потужності, ніж та, яку забезпечують перемикачі вольтододатних трансформаторів, були опрацьовані принципи створення та схемні вирішення статичних вентильних компенсаторів прямого регулювання без вимушених перенапруг. Особливістю цих схем є використання некерованих режимів роботи випрямляча у поєднанні з параметричними обмеженнями допустимої області зміни кутів відновлення інвертора в усьому діапазоні регулювання. Цим вдалося уникнути головного недоліку відомих раніше технічних вирішень статичних компенсаторів із використанням для регулювання випрямляча й інвертора, а саме — появи значних перенапруг на устаткуванні.

За результатами досліджень статичних компенсаторів реактивної потужності безпосереднього регулювання було захищено 2 кандидатські дисертації (Є. І. Федів, О. М. Сівакова), одержано 5 авторських свідоцтв на винаходи.

Тривалий час на кафедрі ведуться дослідження зі схемно-технічних вирішень ефективних систем електропостачання дугових сталеплавильних печей. Виробництво електросталі в світі невпинно зростає. Актуальною є потреба зменшення питомих витрат електроенергії на її отримання. Одним із найперспективніших напрямів тут є використання електродугових сталеплавильних печей великої одиничної потужності, зокрема й надпотужних із пічними трансформаторами потужністю 150 МВА і більше. Але застосування надвеликих печей вимагає вирішення проблем усунення їх негативного електромагнітного впливу на мережу живлення та використання напруги понад 1000 В в обслуговуваних технологічним персоналом зоні.

Проведені на кафедрі дослідження показали, що традиційні засади розвитку систем електропостачання дугових сталеплавильних печей є у певній мірі хибними — вони передбачають застосування схемно-технічних вирішень, дія яких орієнтована на усунення негативного впливу, тобто зниження в мережі рівня тих електромагнітних збурень, що вже виникли внаслідок роботи печі.

Запропоноване спрямування схемно-технічних вирішень на джерело негативного впливу, тобто на робочу зону печі, теплофізичні та хіміко-металургійні процеси в якій визначають характеристики електричного режиму печі. Це дозволяє отримати більший економічний ефект та вищу енергоефективність за менших витрат коштів.

Проведені опрацювання показують, що запропоновані засади побудови схем надпотужних дугових сталеплавильних печей дозволяють вирішити проблему створення таких печей, яка не має успішного вирішення не лише в Україні, а й у світі.

За час роботи над проблемою підвищення енергетичної ефективності та електромагнітної сумісності електротехнологічних установок із нестаціонарним режимом роботи, зокрема дугових сталеплавильних печей, виконано широке коло досліджень аналітичними методами, фізичним моделюванням і за допомогою цифрових математичних моделей. Розроблено модель для синтезу схем установок стабілізації параметрів режиму (УСПР) за визначальною координатою та програмний комплекс для дослідження періодичних процесів схем із багатьма нелінійними елементами, орієнтований на отримання функційних залежностей.

У 1984 р. була впроваджена дослідна установка стабілізації параметрів режиму потужністю 2400 кВт (економічний ефект 70 тис. грн/МВт), а в 1994 р. — перша УСПР на дуговій сталеплавильній печі (економічний ефект — 50 тис. грн/т місткості печі).

За результатами досліджень і розроблення схем електропостачальних дугових сталеплавильних печей захищено кандидатська дисертація (В. Г. Турковський), готуються до захисту докторська і кандидатська дисертації, опубліковано 57 статей, одержано 9 авторських свідоцтв на винаходи.

З середини 90-х років ХХ ст. за ініціативою тодішнього завідувача кафедри «Електричні станції» проф. Л. О. Никонця та за активної участі працівників кафедри електропостачання розпочалися інтенсивні дослідження проблем електробезпеки. В результаті проведених досліджень опрацьована сучасна концепція підвищення рівня електробезпеки, яка полягає в обґрунтуванні нормативів електробезпеки за умови запобігання необоротним процесам травмування організму людини, в обґрунтуванні критеріальних вимог до безпечних електроустановок та принципів синтезу їх схемно-технічних вирішень. Обґрунтована можливість побудови вольт-амперних характеристик тіла людини як елемента електричного кола для широкого діапазону електричних дій за дослідними даними в діапазоні струмів і напруг, які не перевищують порогових значень початку відчуття дії електрики. Опрацьована модель ураження людини електричним струмом, з'ясований механізм виникнення необоротних процесів в організмі людини та запропонована методика моделювання цих процесів з використанням синтезованої узагальненої моделі тіла людини як елемента електричного кола, з'ясовані взаємозв'язок і взаємозумовленість факторів

ураження людини електричним струмом, запропоновані заходи з удосконалення нормативної бази електробезпеки. Синтезовані схеми безпечних електроустановок, запропоновані напрями подальших досліджень.

За результатами досліджень з електробезпеки захищена одна докторська дисертація (А. А. Маліновський), три кандидатських дисертації (В. І. Комаров, Ю. Л. Шелех, С. В. Голубов), подана до захисту ще одна кандидатська дисертація (В. М. Радченко), видані 2 монографії, 1 навчальний посібник, понад 40 статей. У Львівській політехніці введена для студентів електроенергетичних спеціальностей дисципліна «Теорія і практика електробезпеки».

На кафедрі ведуться також роботи у напрямі розроблення математичних моделей елементів електропостачальних систем і підсистем інженерного забезпечення як єдиних взаємозв'язаних комплексів для вирішення важливих практичних задач автоматизації їхнього проектування й експлуатації.

У результаті проведених досліджень створені ефективні математичні моделі для аналізу й оптимізації режимів електропостачальних систем помпових станцій нафтогонів і водогонів із частотно керованими асинхронними й синхронними електродвигунами з урахуванням функцій керування їхніх автоматичних регуляторів. Розроблено відповідне математичне й програмне забезпечення для вирішення широкого кола практичних задач енергоощадності й підвищення ефективності функціонування таких електропостачальних систем. Запропоновано наукові засади формування ефективних і адекватних моделей аналізу й оптимізації режимів і процесів електропостачальних систем у програмному середовищі MATLAB/Simulink, на підставі яких розроблено нові математичні моделі їхніх структурних елементів з урахуванням впливу підсистем інженерного забезпечення. В цих роботах кафедра співпрацює з фондом досліджень Державного університету штату Нью-Йорк, США (департамент технологій коледжу штату Нью-Йорк у Баффало).

Основні результати наукових досліджень у цьому напрямі доповідалися на 10 міжнародних наукових конференціях товариства інженерів з електротехніки й електроніки (IEEE) та автоматизації інженерного проектування (EDA) з опублікуванням матеріалів у США, Канаді та Великобританії, а також опубліковані у провідних наукових журналах НАН України. Готується докторська дисертація (П. Ф. Гоголюк), завершені дослідження за темою кандидатської дисертації (В. Г. Лисяк). Активну участь у цих дослідженнях бере доцент Т. М. Гречин.

Протягом останніх років ведуться дослідження резонансних явищ в ізоляції високовольтних апаратів. Встановлено, що саме явище внутрішнього резонансу в ізоляції є головною причиною пошкоджуваності трансформаторів, а відтак запропонована програма дій щодо підвищення надійності роботи обладнання з обмотками високої напруги класу 6–35 кВ. Показана необхідність кардинальної зміни підходів до вибору ізоляції електроустаткування з обмотками високої напруги та методів дослідження розрахункових перенапруг на її елементах.

За результатами досліджень захищена кандидатська дисертація (А. Е. Бубряк, науковий керівник — проф. Л. О. Никонєць), активно працює у цьому напрямі аспірант М. М. Молнар. Одержані патенти України і Росії на винаходи.

Налагоджена співпраця із всесвітньовідомою електротехнічною фірмою ABB.

В органічному поєднанні з навчальним процесом спеціальності «Енергетичний менеджмент» розробляються питання підвищення енергетичної ефективності систем теплопостачання.

Проблеми дефіциту енергоносіїв та зростання цін на них загострили кризовий стан з опаленням житлових і громадських будівель й активізували пошук шляхів їх розв'язання. Головним недоліком поширених у країні систем центрального опалення вважаються значні втрати під час транспортування теплоносія та неналежна якість теплопостачання. Однак проведені на кафедрі дослідження показали, що згадані недоліки центрального теплопостачання властиві не системі опалення в цілому, а є ситуативними, обумовленими станом, у якому опинилась більшість теплопостачальних підприємств. У результаті опрацьовані пропозиції з оптимізації гідравлічного режиму й температурного графіка подачі теплоносія, що базуються на поєднанні комплексного обстеження об'єктів енергоспоживання із сучасними комп'ютерно орієнтованими технологіями системного аналізу, основу яких становлять розроблені інформаційно-аналітичні програмні комплекси «Енерго-ефективна будівля», «Теплове навантаження» та «Гідравлічні режими».

Для систем централізованого теплопостачання пропонуються два етапи виконання робіт.

На першому етапі розробляють оптимальний гідравлічний режим теплової мережі, параметри якого відповідають фактичним характеристикам основного устаткування. За результатами вимірювання характеристик обладнання та визначення фактичного стану теплової ізоляції встановлюється індивідуальний для даної котельні температурний графік подачі теплоносія з якісно-кількісним регулюванням його подачі. За рахунок зниження обсягів циркуляції теплоносія та роботи системи теплопостачання з оптимальними показниками зменшуються теплові втрати та знижується споживання теплової і електричної енергії, підвищується якість теплопостачання. Даний захід практично не вимагає витрат коштів на реалізацію.

На другому етапі розробляють програми реконструювання теплових мереж та основного енергетичного устаткування, а також послідовність реалізації програми, за якої забезпечується отримання максимального енергетичного ефекту. За результатами розроблення гідравлічних режимів та за нинішнім і перспективним тепловими навантаженнями визначаються оптимальні характеристики трубопроводів теплових мереж, за яких термін окупності інвестицій у реконструювання мереж становить не 8–10 років, а 3,5–4,5. Одночасно оптимізуються загальна й одиничні потужності котлів й іншого енергетичного устаткування відповідно до перспективного теплового навантаження й зниженого рівня втрат.

За результатами проведених досліджень підготовлена кандидатська дисертація (А. З. Музичак).

Більшість згаданих досліджень виконуються в межах бюджету робочого часу викладачів за темами, які мають державну реєстрацію. Це такі теми:

«Розроблення теплогідравлічної моделі теплових ввідів будівель систем централізованого теплопостачання та

оптимізація їх режимів». Виконавці: А. Маліновський, А. Музичак. Термін виконання — 2010 р.

«Основи теорії і практики електробезпеки». Виконавці: Ю. Л. Шелех, Л. О. Никонєць, А. А. Маліновський, В. М. Радченко. Термін виконання — 2012 р.

«Розроблення технічних вирішень для підвищення надійності та ефективності роботи електричних мереж із силовими перетворювальними пристроями». Виконавці: Є. І. Федів, О. М. Сівакова. Термін виконання — 2010 р.

«Режими роботи ізоляції електрообладнання з обмотками високої напруги». Виконавці: Л. О. Никонєць, Є. І. Федів. Термін виконання — 2011 р.

«Математичне моделювання усталених режимів електропостачальних систем помпових станцій». Виконавці: П. Ф. Гоголюк, В. Г. Лисяк. Термін виконання — 2010 р.

«Розроблення схемно-технічних вирішень для дугових сталеплавильних печей надвисокої потужності та дослідження режимів їх роботи». Виконавці: В. Г. Турковський, О. В. Турковський. Термін виконання — 2010 р.

Кафедра електричних станцій

Враховуючи те, що електростанції та енергосистеми самі є складними і відповідальними поєднаннями тепло-технічного, гідротехнічного, ядерного, електротехнічного та іншого обладнання та цілих систем, загальний комплексний напрям кафедри «Електричні станції» охоплює дуже широкий спектр науково-дослідних проблем.

З 2005 року кафедрою завідує професор, д. т. н. Михайло Станкович Сегеда. Свого часу нею керували такі професори: Г. З. Сокольніцький, М. А. Ніколаєв, О. С. Міняйло, Л. О. Никонєць



Професор М. С. Сегеда

Кафедра має свою багату історію, глибокі корені. Видатних успіхів досягла в розробленні технології і конструюванні малогабаритних лінійних підвісних скляних ізоляторів із загартованого скла. Роботами з цього напрямку була створена галузь із випуску ізоляторів із загартованого скла. Наукове керівництво роботами в цьому напрямку здійснював д. т. н., проф. М. А. Ніколаєв, який працював на кафедрі з 1963 р. до 1994 р. Нині ж, коли наука швидкими темпами йде вперед, науковцям кафедри вдалося значно вдосконалити свої досягнення.

Колектив кафедри здійснював та здійснює науково-дослідну роботу за такими напрямками: математичне моделювання та дослідження внутрішніх перенапруг в електроенергетичних системах; математичне моделювання хвильових процесів в електроенергетичних системах; підвищення ефективності роботи електростанцій в енергосистемах, зокрема дослідження перехідних процесів в асинхронізованих генераторах АСТГ-200 та оптимізація розподілу реактивної потужності між синхронними та асинхронізованими генераторами в нормальних умовах і на випадок роботи одного з АСТГ-200 в асинхронному режимі; розробка, дослідження та підвищення надійності високовольтних ізоляторів із загартованого скла; розробка та експериментальні дослідження роботи обмежувачів перенапруг

в електропристроях надвисокої напруги; підвищення ефективності роботи гідроакмулюючих електростанцій (ГАЕС). Робота ведеться як за планом кафедри, так і за індивідуальними планами викладачів.

Науково-дослідницька робота виконується в межах бюджету робочого часу викладачів за темами, які мають державну реєстрацію, а саме:

1. Тема ДР № 0105u004846 «Дослідження внутрішніх перенапруг в електричних мережах 6–10 кВ ВАТ «Львівобленерго» та захист від перенапруг». Керівник — д. т. н., проф. М. С. Сегеда. Термін виконання — 2006 р.

2. Тема ДР № 0105u07307 «Дослідження перехідних процесів в асинхронізованих генераторах АСТГ-200 та оптимізація розподілу реактивної потужності на випадок роботи одного з АСТГ-200 в асинхронному режимі». Керівник — д. т. н., проф. М. С. Сегеда. Термін виконання — 2007 р.

3. Тема ДР № 0107u010252 «Дослідження усталених режимів в електричних мережах «Закарпаттяобленерго» та регулювання напруги в них». Керівник — д. т. н., проф. М. С. Сегеда. Термін виконання — 2008 р.

Виконується також наукові роботи за кафедральною тематикою:

1. Дослідження зовнішніх перенапруг в електричних мережах (керівник — д. т. н., проф. М. С. Сегеда).

2. Термічне загартування скляних ізоляторів (керівник — к. ф.-м. н., доц. О. І. Маврін).

Кафедра підтримує наукові зв'язки з Інститутом електродинаміки НАН України, Вроцлавським технологічним університетом, кафедрами електричних станцій Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», Донецького національного технічного університету, Вінницького національного технічного університету, технології матеріалів та інженерної графіки Українського національного лісотехнічного університету.

Результати виконаних наукових розробок кафедри електричних станцій характеризуються такими показниками:

- отримана Державна премія України в 1988 р.;
- продані ліцензії на технологію виготовлення ізоляторів у Румунію і Мексику, велися переговори в цьому напрямку з Канадою і Китаєм;
- опубліковано понад 1000 наукових статей, монографій, підручників та посібників (за період існування кафедри);
- впроваджені наукові розробки кафедри на Бурштинській та Добротвірській ТЕС, Загорській (Росія) та Дністровській ГАЕС, Львівському та Південно-Уральському (Росія) ізоляторних заводах, створено дослідні стенди на Західно-Українській підстанції напругою 750 кВ і Миколаївському цементному заводі, ВАТ «Львівобленерго» та ВАТ «Закарпаттяобленерго».

При кафедрі електричних станцій діють такі навчально-наукові лабораторії: лабораторія обчислювальної техніки; лабораторія техніки високих напруг; лабораторія електротехнічних матеріалів; лабораторія високовольтних електроапаратів.

До наукової роботи за госпрозрахунковими темами запрошуються студенти, що дає змогу постійно підвищувати професійний рівень майбутніх фахівців.

Викладачі беруть активну участь у міжнародних науково-технічних конференціях. У жовтні 2007 року на базі кафедри електричних станцій Інституту енергетики та систем керування була проведена 5 Міжнародна науково-технічна конференція «Математичне моделювання в електротехніці та електроенергетиці», учасниками якої були фахівці як вітчизняних, так і закордонних наукових шкіл.

Кафедра електричних систем та мереж

Кафедра електричних систем та мереж (до 2003 р. — кафедра електричних мереж та систем) причетна до вирішення сучасних проблем електроенергетики через підготовку фахівців на рівні вимог сьогодення та виконання наукових досліджень, що стосуються вироблення, пересилання й розподілення електроенергії та інформаційно-комп'ютерного забезпечення цих процесів.

Можна вважати, що витокі кафедри електричних систем та мереж (ЕСМ) лежать у 1891 р., коли у Львівській політехніці професор Р. Дзесьльський розпочав викладання електротехніки, створив зразкову, сучасну на той час лабораторію електротехніки й розпочав 1892/1893 навчальний рік доповіддю «Погляд на передачу сили електрикою», що було зовсім новою проблемою. У подальшому поряд з іншими видатними вченими вагомий внесок у становлення Львівської електротехнічної школи зробив професор Г. Сокольніцький — один із піонерів розвитку електроенергетики Західної України. У 1917–1918 рр. він керував реконструкцією устав електричного освітлення Львова та переведенням всієї електричної мережі міста на трифазний струм. Г. Сокольніцький виконав понад 30 проєктів, переважно електростанцій, зокрема для Самбора, Дрогобича, Стрия, Кременця, Криниць, Коросно, Надвірної, Перемишля, Рівного, Ходорова, Жовкви, Рави-Руської й інших міст.

У 1961 р. кафедру електричних станцій, мереж і систем, яку очолював Г. Сокольніцький, реорганізували у дві — електричних станцій під його керівництвом і електричних мереж та систем, яку очолив доцент Г. Денисенко.

Завідувачі кафедри ЕСМ: 1961–1971 рр. — професор Г. Денисенко; 1971–1983 рр. — доцент В. Перхач; 1983–1993 рр. — професор В. Стряпан; з 1993 р. — доцент Г. Лисяк.

За 1961–2009 рр. кафедра підготувала за різними формами навчання понад 3500 інженерів-електриків і понад 100 магістрів електротехніки, у тому числі 132 випускники одержали дипломи з відзнакою. Працівниками і випускниками кафедри захищено 7 докторських і понад 30 кандидатських дисертацій, видано понад 10 монографій, 50 підручників і навчальних посібників, опубліковано понад 600 наукових статей, зроблено понад 400 доповідей на конференціях і семінарах, отримано більше 100 патентів і авторських свідоцтв на винаходи. За цей же період багато випускників кафедри ЕСМ поповнили викладацький склад інших кафедр Львівської політехніки, досягли значних на-

укових і освітніх результатів та продовжують співпрацювати з рідною кафедрою.

Зараз на кафедрі працює 20 кваліфікованих викладачів, серед яких 3 доктори і 11 кандидатів технічних наук, зокрема 2 професори і 8 доцентів, які забезпечують якісну підготовку бакалаврів за напрямом «Електротехніка та електротехнології», та спеціалістів і магістрів за спеціальностями «Електричні системи і мережі» (з 1961 р.) та «Системи управління виробництвом та розподілом електроенергії» (з 1971 р.).

Кращі випускники кафедри проходять підготовку в аспірантурі за спеціальністю «Електричні станції, мережі та системи».

Фундаторами наукових напрямів, що розвиваються нині на кафедрі, були член-кореспондент АН України, доктор технічних наук, професор Г. Денисенко та лауреат Державної премії України, доктор технічних наук, професор В. Перхач (зав. каф. у 1971–1983 рр.).

Ще у 50-ті роки минулого століття Г. Денисенко очолив розроблення та дослідження запропонованого ним та М. Максимовичем способу пересилання електроенергії одночасно змінним і постійним струмами спільною лінією — електропересильною пульсуючого струму. Принципова новизна цієї ідеї, відсутність аналогів у світовій практиці стали передумовою формування міжкафедрального науково-виробничого колективу, який оволодів ґрунтовними знаннями і набув практичного досвіду як у галузі традиційної техніки змінного струму, так і в галузі перетворювальної техніки та пересилання електроенергії постійним струмом.

На підставі результатів теоретичних і фізичних досліджень у лабораторіях Львівської політехніки та Науково-дослідного інституту постійного струму (НИИПТ — Ленінград, тепер — Санкт-Петербург) у 1961 р. на базі реальної трифазної мережі 10 кВ була створена перша у світі електропересильна пульсуючого струму Новий Яр — Судова Вишня у Львівській області. Подальші натурні дослідження і випробування, проведені у 1963 р. на електропересильні змінної напруги 110 кВ Кашира — Москва з додатковим накладанням на лінію постійної напруги 100 кВ, підтвердили раніше одержані результати. Це дозволило розробити й виготовити у 1964–1965 рр. перший в Україні комплектний перетворювальний пристрій для зовнішньої установки (1,6 МВт; 13,8 кВ), який був необхідний для переведення ліній змінної напруги 6–35 кВ на пульсуючу; обґрунтувати технічну можливість і економічну доцільність конденсаторного відбору потужності від ліній пульсуючого струму; спорудити у 1971 р. більш досконалу електропересильну пульсуючого струму між підстанціями Борщів — Більче Золоте у Тернопільській області. Визнанням науково-практичної значимості цієї задачі стали успішні захисти дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора технічних наук (Г. Денисенко) та кандидата технічних наук (усього 16 дисертацій, із них на кафедрі ЕСМ — Г. Гловацький, Н. Букович, В. Сидоров, Ю. Кенс, А. Маліновський, Б. Кінаш), тобто була сформована Львівська наукова електроенергетична школа. Однак надалі, через відсутність надійної і дешевої перетворювальної техніки, електропересильні пульсуючого струму більше не споруджувалися. Зараз створюються сприятливі умови для повернення до цієї плідної ідеї та використання раніше



Доцент Г. М. Лисяк

одержаних результатів, що підтверджується інтересом до цієї ідеї провідних зарубіжних електротехнічних фірм, на замовлення однієї з яких Львівською політехнікою у 2008 р. були виконані відповідні пошуково-аналітичні дослідження.

Одним із піонерів адаптації методів і засобів обчислювальної техніки до розв'язання задач електроенергетики був В. Перхач. Проживши у 50–60-х роках вишкіл в електротехнічній та електроенергетичній школах Львівської політехніки і «НИИПТУ», В. Перхач визначив свій науковий напрям — «Математичне моделювання процесів й оптимізація електроенергетичних систем із вентильними пристроями». Засадничі досягнення В. Перхача в царині стратегії наукових досліджень, удосконалення й узагальнення традиційних і розроблення нових математичних методів, алгоритмів і моделей для розв'язання задач електроенергетики стали потужною основою, на якій у Львівській політехніці сформувалася сучасна науково-освітня школа математичного моделювання в електроенергетиці та в середовищі якої виконувались і виконуються більшість досліджень, кандидатських і докторських дисертацій.

У 70-х роках В. Перхач започаткував роботи зі створення автоматизованих систем навчання (АСН), вкрай необхідних для підвищення кваліфікації та зменшення помилок діянь оперативного персоналу електростанцій з керування електричною частиною енергоблоків і тим самим підвищення надійності їх функціонування. Спеціалізовані АСН на базі персональних комп'ютерів, розроблені під керівництвом В. Кідиби за участю Г. Гловацького, Я. Пришляк (Дембиської), П. Барана, були впроваджені в кількох електроенергосистемах України, Росії та Казахстану, зокрема на Ладижинській, Трипільській, Добротвірській, Екібастузській, Березовській ТЕС та Мінській і Єлабужській ТЕЦ. Ці АСН забезпечували відображення на моніторі реальних панелей щитів управління конкретними енергоблоками, відтворення у реальному масштабі часу всіх основних і характерних аварійних режимів та навчання й тренінг оперативного персоналу у варіантах демонстрації, контролю знань — з обмеженнями в часі і контролем допущених помилок та самонавчання — без жорсткого обмеження в часі.

Значна кількість наукових розробок кафедри була спрямована на створення і впровадження статичних тиристорних компенсаторів (СТК) реактивної потужності для оптимізації режимів електричних мереж. Започатковані В. Єніним теоретичні й експериментальні дослідження, у яких брали участь О. Скрипник, А. Журахівський, Т. Шелепетень, Ю. Варецький, дозволили у 1981 р. впровадити першу в колишньому СРСР промислову уставу СТК напругою 10 кВ і потужністю 7,2 Мвар на Рахівській підстанції в Закарпатті. В подальшому подібні СТК були впроваджені на ряді підстанцій Міненерго України. Дослідження за цим напрямом дозволили створити оригінальні схеми статичних компенсаторів на базі

здвоених реакторів (З. Бахор, Ю. Варецький, О. Данилюк, А. Журахівський, Г. Лисяк), впровадити СТК у промислові електричні мережі (Ю. Кенс, Ю. Варецький, В. Гапанович, О. Равлик), розробити схеми та пристрої ефективної діагностики й захисту конденсаторних батарей (Г. Гловацький, В. Садовський, Ю. Кенс, А. Журахівський, В. Гапанович, О. Сторчун).

Спектр наукових інтересів кафедри завжди був широким і характеризується участю її працівників у вирішенні таких задач: статистичний вибір ізоляції ліній електропередавання високих напруг; розвиток теорії і створення моделей надійності об'єктів електроенергосистем за дискретних багатofакторних діянь; дослідження перехідних відновних напруг на контактах вимикачів 220 кВ ВЕО «Львівобленерго»; цифрове моделювання електромагнітних процесів гідроагрегатів Волзької ГЕС, яка працює на електропередаванні постійного струму; дослідження режимів під час топлення ожеледі пульсуючим струмом на проводах ізолювано розщеплених фаз повітряних ліній; дослідження вставок і електропересилень постійного струму; дослідження комутаційних перенапруг ліній 750 кВ; розроблення перетворювачів, що живлять лазерні установки та електрофізичні системи для покращення екологічної ситуації; розроблення математичних моделей і програм для розрахунку складних видів пошкоджень автотрансформаторів 750 кВ з поздовжньо-поперечним регулюванням напруги; дослідження процесів самозапуску двигунів власних потреб електростанцій; створення математичного і програмного забезпечення для дослідження і проектування електромагнітних пристроїв; розроблення ємнісного подільника з узгоджувачем операційним посилювачем для заміни індукційних трансформаторів напруги; дослідження коронуючих ліній і створення математичного та програмного забезпечення відображення їх режимів за даними ОІК з урахуванням погодних умов; математичне моделювання автономних електроенергосистем з вентильними перетворювачами; математичне моделювання та дослідження електропересильні 1150 кВ з СТК; дослідження якості електроенергії на межі електроенергосистема — електроспоживач, визначення збитків від її погіршення та розроблення способів і засобів її покращення; дослідження електромагнітної сумісності дугових сталетопильних печей; моделювання й дослідження електроенергосистем з асинхронним генератором і вентильним перетворювачем.

Відомо, що за певних умов в електричних мережах виникають ферорезонансні процеси (ФРП), які у більшості випадків призводять до пошкодження традиційних електромагнітних вимірних трансформаторів напруги (ТН) з подальшим розвитком аварійного режиму. Такі ситуації виникають достатньо часто, а їх наслідками є недовідпуск електроенергії споживачам і значні збитки для електроенергетичних систем і енергопостачальних компаній. Під керівництвом А. Журахівського за участю Ю. Кенса, Р. Мединського, П. Батенька,



Професор А. Журахівський та к. т. н. А. Яцейко

Н. Засідковича, А. Яцейка проведені всебічні наукові дослідження і натурні експерименти на діючих об'єктах з аналізу ФРП в електричних мережах 6–330 кВ та розроблено комплекс нових технічних засобів для погашення ФРП або унеможливлення їх виникнення. Пристрої захисту типу ПЗФ, які призначені для виявлення виникнення й зриву ФРП в електромережах 6–35 кВ з ізольованою нейтраллю, характеризуються простотою, надійністю й ефективністю. Перші взірці успішно експлуатуються з 1997 р. в електричних мережах енергопостачальних компаній «Львівобленерго», «Закарпаттяобленерго», «Прикарпаттяобленерго» та Західної електроенергетичної системи ДП НЕК «Укренерго». Впроваджено понад 45 комплектів ПЗФ. Остання модифікація ПЗФ-5 виготовлена на мікропроцесорній основі, зручна в налагодженні й експлуатації. Пристрої захисту типу ЗФР, які призначені для недопущення виникнення ФРП в електромережах 110–330 кВ, використовують принципово новий підхід, розроблені на базі швидкодійних комутаційних елементів і не мають аналогів у світі. Пристрої ЗФР впроваджені й успішно виконують захисні функції на підстанціях «Калуш» — 220 кВ і «Західноукраїнська» — 330 кВ Західної електроенергетичної системи. У разі спорудження нових підстанцій 6–35 кВ чи заміни ТН на діючих підстанціях доцільно встановлювати нерезонуючі трансформатори напруги (НТН), розроблені на нових засадах в комплексі з мікропроцесорними вимірювачами напруги (ВН). Ці НТН принципово унеможливають виникнення ФРП, а пристрої ВН дозволяють вимірювати діючі значення фазних і лінійних напруг, сигналізувати про появу замикання фази на землю та пересилати інформацію в будь-яку мікропроцесорну систему. Цей комплекс не має аналогів у світі, а в Україні впроваджено понад 50 НТН. Актуальність досліджень, очолюваних А. Журахівським, підтверджується роботами, виконаними у 2008 р. на замовлення однієї з провідних зарубіжних електротехнічних фірм.

Під керівництвом О. Скрипника за участю П. Барана, В. Коновала, Л. Сторчуна, Т. Гречина (каф. ЕПМС) та Л. Романова і О. Скрипника (ВЕО «Львівобленерго») розроблений діалоговий автоматизований комплекс аналізу режимів (ДАКАР) електроенергетичних систем, який забезпечує диспетчерським службам і службам режимів усіх ієрархічних рівнів оперативного керування цими системами розв'язування більшості електротехнічних задач — від розрахунку струмів коротких замикань й аналізу усталених режимів з постійною і змінною частотою до аналізу довготривалих перехідних електромеханічних процесів з урахуванням реакції теплоенергетичного устаткування електростанцій. Подібні комплекси в Україні відсутні, а в порівнянні з прототипами деяких розробок Росії він є конкурентоздатним. ДАКАР уже багато років використовується у низці електроенергосистем України і країн СНД, а його впровадження, особливо в електроенергосистемах Росії, триває.

На основі запропонованого Г. Лисяком методу узагальнених незалежних змінних (УНЗ) були розроблені спільно

з О. Данилюком математична і цифрова моделі електричних систем змінно-постійного струму для ефективного аналізу довільних усталених режимів з урахуванням дії пристроїв керування елементів підсистеми постійного струму. Ці моделі не мали рівноцінних аналогів як в Україні, так і в країнах СНД. Метод УНЗ й надалі використовується в багатьох інших наукових дослідженнях і практичних розробках. Для чисельного розв'язання рівнянь перехідних процесів Г. Лисяком розроблений багатокроковий неявний метод формул інтегрування назад (ФІН), який забезпечує на порядок вищу точність розрахунків порівняно з відомим методом формул диференціювання назад (ФДН), а також запропонований разом з О. Равликом і Я. Пазиною спосіб оцінювання локальної похибки під час чисельного розв'язання диференціальних рівнянь явними однокроковими методами.

Результатом спільних наукових пошуків Г. Лисяка та А. Маліновського і Л. Никонця (каф. ЕПМС) стали нові схемотехнічні вирішення з підвищення надійності роботи електричних станцій і підстанцій, зокрема: системи електропостачання власних потреб енергоблоків електростанцій, у яких застосування додаткового робочого трансформатора власних потреб забезпечує підтримання бажаного рівня напруги на електроприймачах власних потреб під час зовнішніх коротких замикань; трансформаторні агрегати, у яких відсутні надструми під час виникнення виткових і міжкатушкових замикань їх обмоток; схеми електричної частини енергоблоків електростанцій на базі трифазних незв'язаних шестипровідних систем змінного струму, у яких порівняно з традиційними, значно нижчий рівень перенапруг під час однофазних замикань на землю та відсутні надструми під час міжфазних коротких замикань. У дослідженні режимних властивостей таких схем активну участь брали О. Пастух і В. Коновал.

Під керівництвом В. П. Кідиби за участю П. М. Барана, а також В. М. Шмагали (випускника кафедри, тепер провідний інженер ВАТ «Західенергоавтоматика», м. Львів) розроблена цифрова система тестування, призначена для налагодження та перевірки пристроїв релейного захисту та автоматики (РЗА) як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва, виконаних як на електромеханічній, так і на цифровій основі. Система має дворівневу ієрархічну структуру. Верхній рівень створений на основі персонального комп'ютера. На нижньому рівні знаходиться спеціальний випробувальний пристрій, до якого безпосередньо під'єднується об'єкт перевірки. Спеціальне програмне забезпечення GRAN Test System призначене для керування цифрою системою тестування та формування цифrogram для перевірки пристроїв РЗА. Це забезпечення має зручний та простий інтерфейс користувача. За допомогою програмного забезпечення реалізуються такі задачі: формування параметрів перевірки пристроїв РЗА; формування різних видів цифrogram перевірки; автоматичний аналіз результатів перевірки; формування результатів перевірки (протоколи); формування бібліотеки тестів для перевірки та налагодження типових



Доценти П. Баран та В. Кідиба

пристроїв РЗА; підтримання конфігурації цифрових терміналів у міжнародному форматі RIO.

За результатами наукових досліджень із розв'язання задач аналізу й оптимізації режимів на базі нейромережевих технологій, якими керує О. Данилюк, створено новий метод оперативного моделювання режимів електричних мереж енергопостачальних компаній в умовах невизначеності, який носить назву методу нейроматематичного моделювання, цілий ряд спеціалізованих математичних моделей, а також програмні комплекси, які впроваджені в АСДК енергопостачальних компаній, зокрема: АРЕМ — «Аналіз режимів електричних мереж»; АСТОР — «Автоматизована система технічного обслуговування ремонтів силового обладнання електричних мереж»; ЗОДАК — «Задачі оперативного-диспетчерського інформаційно-аналітичного комплексу». В цих роботах брали участь З. Бахор, Н. Дьяченко, С. Дьяченко, А. Козовий, Б. Дурняк, а також випускники кафедри Р. Саєвич, М. Швець, Я. Міркевич, В. Рибак.

Широкі можливості дослідження електротехнічних і електроенергетичних систем, їх пристроїв релейного захисту, автоматики, регулювання й керування в природних координатах режиму забезпечує створений під керівництвом О. Равлика за участю Т. Гречина (каф. ЕПМС) і Н. Равлика (випускник каф. ЕСМ, тепер — викладач каф. ЕС) автоматизований програмний комплекс. Цей практично універсальний комплекс призначений для експлуатації на персональних комп'ютерах типу IBM PC у середовищі Win32 (Windows NT, Windows 95) і дозволяє вирішувати такі задачі: аналіз електромагнітних та електромеханічних процесів у лінійних і нелінійних колах довільної конфігурації, що містять електричні лінії, електромагнітні й комутаційні апарати, вентиляльні пристрої, синхронні й асинхронні машини та їх пристрої РЗА, регулювання та керування; визначення оптимальних параметрів для налаштування систем автоматичного регулювання, підбір алгоритмів і постійних часу регулювання для отримання бажаної якості процесів; візуальне програмування алгоритмів роботи пристроїв РЗА й керування і трансляція цих алгоритмів у машинні коди відповідних мікропроцесорних систем, параметричну і структурну оптимізацію проєктованих пристроїв шляхом багатоваріантних розрахунків на основі підбору параметрів і схем з'єднання елементів цих пристроїв; створення автоматизованих систем навчання тощо. Перша версія цього комплексу (RE), яка була створена О. Равликом і Т. Гречином за наукових консультацій В. Стряпана і Г. Лисяка в кінці 80-х років, уже тоді за оцінками користувачів з «НИИПТУ», Всесоюзного електротехнічного інституту (Москва) та ВЕО «Львівенерго» була однією із кращих у колишньому Союзі. Слід зазначити, що практично всі дослідження електромагнітних процесів проводилися в останні роки працівниками кафедр електроенергетичного спрямування саме з використанням різних версій цього програмного комплексу.

Наукові дослідження, які проводяться під керівництвом Ю. Варецького,

пов'язані з проблемами якості електричної енергії, її впливом на режими та експлуатацію електричних мереж. У результаті здійснених робіт розвинуто й узагальнено теоретичні основи побудови засобів компенсації реактивної потужності для систем електропостачання неконвенційних навантажень, які є джерелом погіршення якості електроенергії в електричних мережах. У рамках цих досліджень опрацьовано методологію аналізу режимів електричних мереж та систем електропостачання неконвенційних навантажень зі статичними тиристорними компенсаторами, котра має важливе значення для електроенергетики і спрямована на створення системного підходу до їх проєктування. Вона охоплює принципи побудови систем регулювання, методи вибору та розрахунку параметрів обладнання, оцінки ефективності застосування статичних тиристорних компенсаторів, методологію. Розвинуто методологію дослідження процесів, що супроводжують замикання на землю та комутаційні операції в мережах, що містять конденсаторні батареї, силові фільтри вищих гармонік, статичні тиристорні компенсатори. Встановлено характеристики та розроблено інженерні методи оцінки рівнів перенапруг на обладнанні цих пристроїв під час повторно-нестійких замикань на землю в приєднаній мережі. Пояснено причини, встановлено умови існування та згасання субгармонічного резонансу, що викликається короточасними замиканнями на землю у мережах з ізольованою нейтраллю, та запропоновано інженерний метод оцінки умов існування субгармонічного резонансу. Враховуючи зростаюче насичення електричних мереж споживачами з нелінійними характеристиками і потребу їх контролю з боку електропостачальних компаній, під керівництвом Ю. Варецького розроблено інтелектуальну систему неперервного спостереження за якістю електроенергії у мережі та постійного контролю впливу компенсаторних пристроїв на рівень гармонік. Ця система побудована на технології штучних нейронних мереж і не потребує встановлення дорогих аналізаторів якості електроенергії у вузлах електричної мережі. Результати досліджень впроваджено в експлуатацію електричних мереж та практику їх проєктування.

Дослідженнями з вирішення проблем захисту приєднань секцій шин підстанцій 6–35 кВ і діагностування стану ізоляції кабельних ліній на базі впровадження мікропроцесорних пристроїв керує І. Сабадаш (одним з ініціаторів цих робіт був Т. Шелепетень). У наукових дослідженнях, математичних, фізичних і натурних експериментах брали участь М. Базилевич, П. Баран, В. Кідиба, О. Равлик. На підставі одержаних результатів розроблено низку мікропроцесорних пристроїв і систем, у тому числі: «Альтра» — призначений для діагностування стану ізоляції кабельних ліній та забезпечення селективного захисту приєднань секцій шин підстанцій електричних мереж 6–35 кВ; «Міні-Альтра» — використовуються в сукупності з пристроєм «Альтра» для виявлення в розгалужених кабельних електричних мережах ділянок з ослабленою ізоляцією, що дозволяє своєчасно вибракувати



Доцент І. Сабадаш та асистент М. Базилевич

кабелі й уберегти від дії тривалих перенапруг електрично зв'язану мережу в цілому; «Альтра-1» — забезпечує реєстрацію аналогових і дискретних сигналів під час нормальних і аварійних режимів, що дозволяє здійснювати аналіз процесів і контролювати правильність роботи пристроїв РЗА; «Альтра-2» — забезпечує можливість діагностування стану контактів пристроїв РПН трансформаторів і автотрансформаторів шляхом осцилографування процесу їх перемикання без необхідності прямого доступу до цих контактів. Окремі з розроблених пристроїв не мають аналогів у світовій практиці.

Нині наукові дослідження викладачів кафедри в межах їх робочого часу зосереджені на виконанні таких тем:

1. Методи та засоби нормалізації якості електроенергії в електричних мережах (керівник — д. т. н., проф. Ю. Варецький; № 0107U010244).

2. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішення в процесі оперативного керування режимами електроенергетичних систем та енергопостачальних компаній (керівник — д. т. н., проф. О. Данилюк; № 0107U010254).

3. Ферорезонансні та комутаційні процеси в електромережах, умови роботи електроустаткування, діагностика ізоляції електрообладнання (керівник — д. т. н., проф. А. Журахівський; № 0107U009531).

4. Моделювання, аналіз, оптимізація і синтез електроенергетичних об'єктів і активних електричних мереж, їх систем керування, автоматики, захисту й діагностики станів та створення тренінгових систем (керівник — зав. каф. ЕСМ, к. т. н., доц. Г. Лисяк; № 0107U008816).

З 1961 р. працівниками кафедри виконано понад 100 науково-дослідних робіт за госпдоговорами і держбюджетними темами та понад 30 робіт на засадах творчої співпраці з науково-дослідними, проектними і виробничими електроенергетичними організаціями України і зарубіжних країн. Основні результати досліджень і практичних розробок впроваджуються у навчальний процес та використовуються для покращення якості підготовки фахівців-електроенергетиків.

Кафедра охорони праці

На кафедрі охорони праці Національного університету «Львівська політехніка» проводиться робота за науковим напрямом «Проблеми охорони праці на підприємствах. Питання теорії і практики». У колективі працюють три доктори наук, професори та 13 кандидатів наук.

У межах наукового напрямку на кафедрі укладені та виконуються госпдоговори та наукова робота за темами: «Гармонізація системи управління охороною праці, що діє в Україні, з вимогами міжнародних стандартів»; «Нанотехнологія у процесах гасіння полум'я»; «Підвищення рівня екологічної та техногенної безпеки хімічних та нафтохімічних виробництв»; «Нові напрями очищення повітря від пилу», згідно з якими здійснюються розробки методичних рекомендацій щодо розроблення систем управління та підвищення рівня науково-дослідних робіт із розроблення та удосконалення охорони праці в промисловості регіону. За результатами цієї роботи опублікована значна кількість наукових статей, монографій, навчальних та навчально-методичних посібників.

У 1976 р. кафедрою була розроблена система управління охороною праці й впроваджена в Україні. В 1983 році ВЦ РПС і Держстандарт СРСР затвердили «Рекомендації управління охороною праці. Основні положення, розроблені за участю проф. Г. Г. Гогіташвілі, на підставі яких СУОП була впроваджена в СРСР. На кафедрі розроблений примірний стандарт підприємства «Система управління охороною праці та ризиком» (СУОП), у якому поєднана СУОП, що заснована на стовідсотковому виконанні нормативних актів, з ОHSAS-18001, що заснований на оцінці ризиків на робочих місцях. Цей примірний стандарт підприємства дає можливість кожному підприємству впроваджувати СУОП, що значно підвищує ефективність роботи щодо запобігання травматизму, профзахворюванням та аваріям. Враховуючи, що виробничий травматизм в Україні значно вищий, ніж у європейських країнах, впровадження СУОП підвищить ефективність охорони праці. У співпраці з технічним університетом міста Делф (Нідерланди) доктором Є. Ж. Карчевським проведена робота щодо гармонізації СУОП з вимогами Міжнародного стандарту ОHSAS-18001. Науковий керівник роботи — д. т. н., проф. Г. Г. Гогіташвілі.

Під керівництвом професора кафедри С. С. Левуша з 1987 р. виконаний значний обсяг робіт із наукової тематики «Підвищення рівня техногенної та екологічної безпеки хімічних та нафтохімічних виробництв», зокрема виконані і передані для реалізації на діючих промислових виробництвах розробки: утилізація оцтової кислоти кротонової фракції у процесі виробництва вінілацетату на Северодонецькому В/О «Азот»; для процесу сумісного одержання оцтового ангідриду та оцтової кислоти окисненням ацетальдегіду на кобальт-мідному каталізаторі на Северодонецькому В/О «Азот», розроблені вихідні дані для проектування виробництва оцтового ангідриду та оцтової кислоти щодо заміни повітря на кисень із метою покращення техніко-економічних та екологічних показників процесу. Внесено пропозиції щодо усунення причин накопичення пероксидних сполук у системі окиснення. Проведено лабораторні дослідження з розробки процесу отримання кротонової кислоти каталітичним окисненням кротонового альдегіду. Запропоновані інженерні рішення з виділення та очищення товарної кротонової кислоти.

Кафедрою систематично проводяться дослідження з встановлення причин нещасних випадків різних галузей народного господарства з метою розробки технічних та організаційних заходів із запобігання виробничому травматизму.

У 2005 р. кафедрою розпочаті наукові роботи з розробки засобів та пристроїв об'ємного пожежогасіння на основі дрібнодисперсних аерозолів.

Під керівництвом професора В. А. Батлук створені високоефективні відцентрово-інерційні пилеволовлювальні апарати для дрібнодисперсного виробничого пилу. Отримано більше 30 деклараційних патентів на пилеволовлювачі принципово нового типу. Проведені порівняльні дослідження новостворених апаратів з кращими світовими зразками, запропоновані пилеволовлювачі, за метало- та енергоємністю ефективніші, ніж вітчизняні аналоги, на 2–5 %. Результати досліджень дозволили впровадити розроблені пилеволовлювачі на магістральних нафтопроводах «Дружба», деревообробних підприємствах Львівської області.

На кафедрі «Охорона праці» функціонує лабораторія аналізу солей важких металів. Проводяться роботи з визначення хімічного складу матеріалів, що використовуються у важких умовах тертя і зношування, спільно з кафедрою інженерного матеріалознавства. За допомогою рентгенофлуоресцентного спектрометра (РФС) проводиться аналіз хімічного складу нанорозмірних структур композиційних матеріалів спільно з кафедрою прикладної фізики.

Із кафедрою захисту інформації ведуться спільні дослідження інформаційного стану води за аналізом її хімічного складу. Проводиться аналіз якості очищення води за допомогою фільтрів та електролізу. Розроблені методики пробовідбору за допомогою фільтрів, експрес-оцінка хімічного складу води за допомогою РФС, за допомогою якого також ведеться моніторинг хімічного складу природного середовища регіону (води, ґрунту, повітря) на предмет токсикогенних забруднень (важкими металами та їх солями), спричинених як токсикогенними аваріями, так і шкідливими виробництвами, автотранспортом.



Кафедра теоретичної та загальної електротехніки

Найбільш відомі наукові результати, отримані у міжвоєнний період на кафедрі, належать Станіславу Фризе.

Починаючи з 1923 р., виходять фундаментальні статті С. Фризе, присвячені основам теорії електричних кіл. Він творчо підійшов до теорії кіл змінного струму із застосуванням колових діаграм, запропонував систему стрілкування напруг і струмів у колах постійного та змінного струмів.

Крім навчальної роботи, багато професорів Львівської політехніки, зокрема кафедри електротехніки, брали активну участь у загальнодержавних дискусіях практичного спрямування. Наприклад, у 1929 р. у «Технічному Часописі» була розгорнута полеміка на тему: «Впровадження урядової концесії електрифікації Польщі фірмою В. А. Гаррімана», у якій проф. Габріель Сокольницький, проф. доктор Казімеж Ідашевські, інженер Мауріци Альтенберг і проф. доктор Станіслав Фризе не лише оцінили користь від цього проекту, а й навели негативні оцінки залежності Польщі від чужоземного капіталу, що призвело до закриття цієї «справи».

Наукові новації проф. С. Фризе та його колег із кафедри, зокрема доц. Ізаака Розенцвайга з теорії потужностей і теорії багатозазначних кіл, збагатили теоретичну електротехніку, значно спростили аналіз електричних кіл і допомогли розробити теорію потужності кіл із синусоїдними та несинусоїдними напругами й струмами. Ці наукові здобутки вивели проф. С. Фризе на вершину європейської електротехнічної науки. У міжвоєнний час львівська електротехнічна школа, поряд із німецькою електротехнічною школою професора Фріца Емде зі Штутгарта і проф. Й. Валлота з Берлінської Вищої школи, була провідною в Європі.

У 1946 р. кафедру електротехніки очолив д. т. н., проф. Олександр Олександрович Харкевич. Навколо нього згуртувалися обдаровані молоді вчені й інженери: кандидати технічних наук, доценти Юрій Нелюбов, Оліференко, інженери Микола Максимович, Серафим Кірпатовський, Борис Римар, Микола Ніколаєв, Богдан Блажкевич, Петро Газдайка,

Бенціон Швецький, Григорій Денисенко, Віталій Сігорський, які пізніше стали доцентами та професорами.

З 1948 р. кафедрою теоретичної та загальної електротехніки керує кандидат технічних наук, доцент Георгій Євгенович Пухов. Під керівництвом доц. Г. Пухова відбувалося інтенсивне становлення кафедри. Організовано науковий семінар кафедри.

У ці роки в теорії електротехніки велись інтенсивні дослідження, спрямовані на формалізацію методів аналізу електричних кіл (Г. Крон, С. Мейсон, К.-Л. Коутс, Е. Зелях, Е. Меєрович). У кращому стилі традицій Львівської електротехнічної школи на кафедрі на новому етапі розгорталися дослідження саме за цим науковим напрямом. Серед наукових робіт у 40-х роках слід відзначити досягнення доц. Г. Пухова і В. Сігорського, які розробили основи узагальненої теорії чотириполюсників. Результати цих робіт сприяли переходу до теорії багатополісників (основна ідея в цьому напрямі запропонована у 1950 р. Г. Пуховим), яка була пізніше доопрацьована В. Сігорським і Б. Блажкевичем.

Великим є доробок проф. Г. Пухова в царині електронного моделювання й нових обчислювальних пристроїв і систем. На його наукових роботах зросло в Україні і за її межами ціле покоління науковців, серед яких чимало докторів наук і членів академій.

Період 1950–1964 рр. пов'язаний з іменем завідувача кафедри, доктора технічних наук, професора Миколи Григоровича Максимовича — колишнього студента Львівської політехніки. Він помітно доповнив науковий доробок кафедри, розширив підготовку науково-педагогічних кадрів кафедри, зокрема через навчання в аспірантурі.

М. Г. Максимович ініціював і керував великою роботою авторських колективів кафедри з впровадження у навчальний процес новітніх методів і засобів програмованого навчання, зокрема екзаменаційних машин.

У цей час основним науковим напрямом, що сформувався внаслідок природного розвитку всієї попередньої діяльності кафедри, був напрям формалізованих методів аналізу електричних кіл. Розроблялися два підходи до цієї проблеми — дедуктивний, що його сповідував Б. Блажкевич, та індуктивний — його розвивав М. Максимович. Із кафедрою співпрацював і завідувач кафедри теоретичних основ радіотехніки, доктор технічних наук, професор Юрій Величко. Його наукові праці з теорії радіоелектронних кіл тісно корелювали з обома названими підходами кафедри ТЗЕ. Активно, часом бурхливо проходили наукові семінари кафедри, в яких брали участь працівники ряду кафедр електротехнічного профілю.

У подальшому проф. М. Максимович запропонував оригінальну математичну модель електричних кіл з найменшим числом змінних, іменованих «визначальними». Він узагальнив



Професор П. Г. Стахів

і формалізував теорію електричних кіл із багатополосниками, розробив топологічні методи аналізу таких кіл.

У 1961 р. вийшли з друку монографії М. Максимовича «Линейные электрические цепи и их преобразование» і Б. Блажкевича «Основні методи аналізу лінійних електричних кіл». Львівська електротехнічна школа стала однією з провідних шкіл у СРСР і у світі в царині формалізованих методів аналізу лінійних електричних кіл.

У другій половині 50-х років на кафедрі почав формуватися новий науковий напрям Львівської електротехнічної школи, орієнтований на моделювання й оптимізацію електроенергетичних систем з вентильними пристроями. Його розвивав асистент кафедри Володимир Перхач — новатор у галузі адаптації прикладної математики й обчислювальної техніки стосовно нелінійних динамічних кіл. Надалі становлення цього напрямку він продовжив, працюючи на електроенергетичному факультеті.

У жовтні 1986 р. доктор технічних наук, професор Володимир Степанович Перхач став завідувачем кафедри.

Науково-дослідна робота кафедри велася за основним науковим напрямом «Математичне моделювання процесів динамічних електричних кіл і електричних систем із вентильними елементами». За цим напрямом організовано постійно діючий науковий семінар Академії наук України (наук. керівник — проф. В. Перхач, учений секретар — доц. А. Воробкевич). Проф. В. Перхач був членом Вченої ради НАНУ з енергетики.

Проф. В. Перхач розробив методологічні основи моделювання динамічних електромагнітних кіл електроенергетичних систем на основі неявного методу формул диференціювання назад. У цьому методі розвинув теорію динамічних електромагнітних кіл, запропонував і розробив інверсію їх моделей. У 1991 р. за наукові досягнення В. Перхачу присуджено почесне звання лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки.

У 1990 р. за участю кафедри ТЗЕ та викладачів кафедр електромеханічного і електроенергетичного факультетів видано «Короткий російсько-український електротехнічний словник» за ред. В. Перхача. Для теоретичних досліджень і практичного розв'язання термінологічних проблем було створено видавничо-термінологічну комісію ЛПП, а при кафедрі ТЗЕ — держбюджетну науково-термінологічну лабораторію (НТЛ) НДЛ-89. У 1992 р. спільним наказом Держстандарту та Міністерства освіти України на базі Львівської політехніки створено Термінологічний комітет стандартизації науково-технічної термінології (ТК НТТ), який до 1996 р. очолював проф. В. Перхач.

Восени 1996 р. кафедру очолив доктор технічних наук, професор Петро Григорович Стахів, який у 1991–1996 рр. завідував кафедрою теоретичних основ електрорадіотехніки Львівського державного університету ім. І. Франка.

На кафедрі активно впроваджуються в навчальний процес комп'ютерні методи навчання. Зокрема, створено лабораторію і розроблено методичне забезпечення з основ мікропроцесорної техніки (доц. О. Гамола), запроваджено цикл імітаційних лабораторних робіт з теорії електричних кіл (проф. П. Стахів, доц. С. Рендзіняк), розроблено програмне забезпечення і методичні вказівки до використання комп'ютерних засобів під час виконання студентами розрахункових робіт (доц. М. Говикович).

Наукові дослідження на кафедрі сьогодні ведуться за такими напрямками:

- моделі та методи комп'ютерного аналізу електричних кіл та електромеханічних систем;
- математичне моделювання процесів динамічних кіл і електричних систем із вентильними елементами;
- макромодельовання електричних та електронних пристроїв;
- математичне моделювання процесів в електромагнітному полі;
- розроблення автоматизованої системи навчання з теоретичної електротехніки.

В останні роки на кафедрі суттєво покращилася підготовка наукових кадрів вищої кваліфікації, чому сприяло активне функціонування спеціалізованої вченої ради по захисту докторських та кандидатських дисертацій з електротехнічних дисциплін, яку з 1995 р. очолює проф. П. Стахів. За цей час захистили докторські дисертації В. Маляр, В. Гудим, С. Рендзіняк, кандидатські дисертації В. Горячко, В. Мадай, Б. Крупський, Ю. Козак, О. Гоголюк.

Працівники кафедри виконували держбюджетні науково-дослідні теми «Застосування методів макромодельовання та діакоптики до розрахунку складних електротехнічних систем», «Розроблення методів паралельних алгоритмів розрахунку динамічних процесів неоднорідних електротехнічних систем», «Створення методів, алгоритмів і програм для математичного та комп'ютерного моделювання динамічних процесів в електроенергетичних системах» (наук. кер. — проф. П. Стахів), «Моделі параметричної чутливості в теорії електромагнітного поля», «Польові математичні моделі електротехнічних пристроїв», «Розроблення комп'ютерних методів аналізу електромагнітних процесів у рухомих середовищах» (наук. кер. — проф. В. Чабан), «Розроблення методико-дидактичних засад АСН електротехнічних дисциплін з елементами штучного інтелекту» (наук. кер. — проф. В. Перхач).

Розвивалося міжнародне співробітництво кафедри. Так у рамках проекту Європейського Союзу «PHARE/TACIS» виконано госпдоговірну тему «Розроблення програмної оболонки для навчально-методичного центру екологічно чистої енергетики за програмою «Clean Energy» (наук. кер. — проф. П. Стахів). Укладено угоди про співробітництво з Варшавською, Вроцлавською та Зельногурською політехніками Польщі та Університетом прикладних наук Гессен-Фрідберга Німеччини. Результатом тісної співпраці з польськими ученими було проведення спільних українсько-польських шкіл-семінарів «Актуальні проблеми теоретичної електротехніки: наука і дидактика» в 1999 та 2001 рр. в Алушті (Україна) та в 2000 р. у Соліні (Польща), а також міжнародних семінарів «Обчислювальні проблеми в електротехніці», які відбулися в 2002 р. у Закопане (Польща) та в 2003 р. біля Бучача (Україна) під егідою IEEE. У 2005 р. кафедра була організатором міжнародного симпозіуму з теоретичної електротехніки ISTET-05. На базі кафедри проведено 2-у та 3-ю Міжнародні науково-технічні конференції «Математичне моделювання в електротехніці, електроніці та електроенергетиці» у 1997 та 1999 рр. Про активізацію міжнародної наукової співпраці свідчить і те, що чотири працівники кафедри є членами Міжнародного інституту інженерів-електриків (IEEE).

Кафедра теплотехніки та теплових електричних станцій

На кафедрі виконуються наукові роботи за такими напрямками:

1. *Наукові розробки в галузі енергетики із впровадження нових технологій з пуску енергетичного устаткування ТЕС.*

Роботи виконувались у 60-х роках минулого століття науковцями кафедри разом із «Трестом ОРГРЕС» — Львівським відділенням.

Колектив виконавців: Г. Є. Крушель (керівник розробки), А. Г. Прокопенко, Ю. В. Павлів, А. А. Фінкевич, Й. П. Густі, О. Й. Чабан.

Розроблена вперше у світовій практиці технологія пусків енергоблоків на ковзних параметрах пари: впровадження проводилось на енергоблоках 100 МВт Придніпровської ТЕС, а в подальшому на енергоблоках із проміжним перегрівом пари, з радіаційними первинним і вторинним пароперегрівачами на Несветай ТЕС і надвисокого тиску з аустенітними паропроводами і паровпускними частинами турбін потужністю 150 МВт — на Черепетській ТЕС. У 1957–1958 рр. спеціалісти кафедри разом із фахівцями Московського відділення ЦКТП розробили методику, що впроваджувалася на блоці 50 МВт з прямотечійним котлом 67-2СП 230/100 та з вбудованим сепаратором. У цей період розробляється методика, а в подальшому і типові інструкції з режимів пусків енергоблоків із барабанними і прямотечійними котлами з різних теплових станів. Вдосконалюються пускові схеми і деякі конструктивні вузли устаткування для раціоналізації і прискорення пусків, зокрема пристроїв обігріву циліндрів, фланців та шпильок турбін з подальшим їх впровадженням на всіх енергоблоках колишнього СРСР.

З урахуванням розроблених технологій і методик даються рекомендації заводом-виготовлювачам устаткування ТЕС, а також проектним інститутам для проектування пускових схем енергоблоків 150 і 200 МВт.

Головним технічним управлінням СРСР впроваджуються режими пусків на ковзних параметрах пари як найбільш раціональні.

Результати робіт здобули всеосяжне та світове визнання.

Набувши в ОРГРЕС інженерного досвіду пускових досліджень, стали працювати на кафедрі ТЕС штатними викладачами Ю. В. Павлів та О. Й. Чабан (1960–1968).

Наукова робота Ю. В. Павліва була направлена на проведення досліджень пускових режимів енергоблоків 300 МВт з прямотечійними котлами (з урахуванням власного досвіду керівника пусконаладжувальними роботами на енергоблоці Криворізької ТЕС). За комплекс виконаних наукових робіт ВАК СРСР присвоїв йому звання доцента (без захисту кандидатської дисертації).

О. Й. Чабан протягом 1958–1966 рр. керував комплексами пусконаладжувальних робіт та досліджень на першому в Європі енергоблоці з відкритою компоновкою обладнання (без стін і даху) потужністю 150 МВт на ТЕС в Азербайджані та на перших енергоблоках 200 МВт Молдавської ТЕС та Бурштінської ТЕС.

Особливістю барабанного енергоблоку 150 МВт була наявність радіаційного пароперегрівача по всій висоті і ширині топки. Для його охолодження в пускових режимах завод передбачив підведення 150 т/год пари від стороннього джерела.

У подальшому під керівництвом проф. Й. С. Мисака розробляються методики та керівні галузеві документи з визначення та мінімізації втрат енергії при пусках енергоблоків: «Витрати палива електроенергії і пари при пусках енергоблоків потужністю 110 і 250 МВт теплових електростанцій». Методика розрахунку. 34.10.501-96 ГД 34.09.106-96.

2. *Наукові розробки в галузі енергетики з розроблення та впровадження нових технологій експлуатації енергоблоків 300–800 МВт на ковзних параметрах пари.*

Роботи виконувались у 70–80-х роках минулого століття науковцями кафедри разом з інженерами ЛьвівОРГРЕС та електростанцій колишнього СРСР (Лукомльська ТЕС, Білорусь), Ладжинська, Трипільська, Запорізька ТЕС, Київська ТЕЦ-5 та Київська ТЕЦ-6.

Колектив виконавців: Й. С. Мисак (керівник розробки), Л. В. Голишев, М. В. Клуб, М. Ф. Заяць, О. С. Клиновий.

Вперше в колишньому СРСР розроблена технологія переведення енергоблоків 300–800 МВт у режим роботи на ковзних параметрах.

Проведені розрахунки гідродинамічної стійкості радіаційних поверхонь нагріву котлів ТПП-312 та ТП-210 енергоблоків 300 МВт з пилувугільними котлами та котлів ТГМП-314, ТГМП-344, ТГМП-114 конденсаційних та теплофікаційних енергоблоків 300 та 300/250 МВт та котлів ТГМП-204 енергоблоків 800 МВт із газомазутними котлами.

На основі розрахунків уперше запроваджено поняття теплогідравлічні розвірки в радіаційних та конвективних поверхнях нагріву. Показано, що діапазон навантажень енергоблоків при роботі на ковзних параметрах пари розширюється на 30–50 % порівняно з роботою на номінальних параметрах пари.

Для розширення регульовального діапазону котлів ТГМП-314 розроблені технічні рішення, а саме: встановлення гідродинамічних перемичок за 1 ходом НРЧ та підпірних шайб в підвідних трубах.

Рішення впроваджені на котлах ТГМП-314 енергоблоків 300 МВт в Україні, Білорусі та Російській Федерації.

Впровадження технічних рішень на котлах дозволило розширити діапазон навантажень до 40 % номінального значення. Визначені критерії надійності роботи котлів в режимах на ковзних параметрах пари.

На основі отриманих результатів досліджень видані рекомендації заводом-виготовлювачам котельних агрегатів щодо режимів роботи їх на ковзних параметрах пари.

Розроблено низку нормативних та керівних галузевих документів, зокрема: «Методичні вказівки щодо випробувань і режимів роботи прямотечійних котлів потужних енергоблоків під час розвантаження і роботи на ковзному тиску». СОУ-Н МПЕ 40. 1. 26. 303. 2005. Нормативний документ.

3. *Наукові розробки в галузі енергетики з дослідження надійності роботи та підвищення маневрових характеристик устаткування ТЕС.*



Професор Й. С. Мисак

Робота виконувалась у 60–90-х роках минулого століття науковцями кафедри разом з фахівцями електростанцій України, колишнього СРСР та ЛьвівОРГРЕС.

Колектив виконавців: Й. С. Мисак (керівник розробки), Л. В. Голишев, М. Т. Крук, М. Ф. Заяць, С. В. Юрчишин, М. В. Клуб, Я. Ф. Івасик, Й. П. Густі, Т. Ю. Кравець і Є. М. Якимів.

На електростанціях України та країн колишнього СРСР виконано цілу низку науково-дослідних робіт, направлених на підвищення маневрових характеристик устаткування, надійності та економічності їх роботи в широкому діапазоні навантажень. Результатом багаторічних теоретичних та експериментальних досліджень стало розроблення нормативних та керівних галузевих документів, а саме:

1. Оцінка економічної ефективності участі теплових електростанцій в режимі глибокого регулювання графіка навантаження енергосистем. (Методика). ГКД 34.25.503-96.

2. Маневреність енергоблоків із конденсаційними турбінами. Технічні вимоги. ГКД 34.25.503-96.

3. Розрахунок питомих витрат палива на відпущену електричну і теплову енергію на прогнозований період СОУ-Н. МПЕ 40.1.09.111.2005.

4. Звіт про роботу теплової і атомної електростанції за формою № 6 ТП. Інструкція щодо складання СОУ-Н. МПЕ 40.1.08.552:2005. Нормативний документ.

4. *Наукові розробки в галузі екологічних проблем у теплоенергетиці.*

Дослідження методів спалювання непроектного низькоякісного пилувугільного палива в парових котлах, зокрема й за триступеневою схемою для підвищення ефективності їх роботи, а також зниження викидів оксидів азоту в атмосферу. Роботи виконувалися на Ладжинській та Добротвірській ТЕС. Виконавці: Я. Ф. Івасик (керівник розробки), Й. С. Мисак, Н. М. Лашковська, Т. Ю. Кравець, Є. М. Якимів, Ю. М. Моспан.

Дослідження методів спалювання непроектного низькоякісного пилувугільного палива в парових котлах проводилося з метою:

- підвищення ефективності роботи енергетичних котлів та зниження викидів оксидів азоту в атмосферу;
- визначення впливу зольності і вологості палива на техніко-економічні показники роботи енергетичних котлів;
- визначення впливу режимних факторів на зниження викидів оксидів азоту в атмосферу під час роботи котлів за триступеневою схемою;
- визначення економічних і екологічних показників роботи енергетичних котлів за триступеневою схемою при спалюванні непроектних низькоякісних палив;
- розроблені методика та номограми з ефективного спалювання непроектних палив у пилувугільних котлах;

На основі досліджень встановлено, що впровадження схем в промислову експлуатацію знижує викиди оксидів азоту з димовими газами на 35–45 %.

За результатами багаторічних досліджень розроблена методика розрахунку «Викиди оксидів азоту з димовими газами котлів» ГДК 34.02.303-96. УНВО «Енергопрогрес». — Київ. — 1996. — 22 с.

Результати розробки впроваджені на теплових електростанціях Мінпаливенерго України.

5. *Наукові розробки в галузі нетрадиційних та поновлювальних джерел енергії.*

На початку 90-х років створена при кафедрі лабораторія «Нетрадиційна енергетика і енергоощадність» зі статусом науково-навчальної, з уставами, в якій основними напрямками є вітроенергетика, сонячна енергетика, біогазоенергетика. Колектив виконавців: Д. М. Грінченко, М. П. Кузик (керівники розробки), Н. М. Лашковська, В. Ф. Близнюк Я. Ф. Івасик, М. Ф. Заяць.

Досліджувалися питання можливості комплексного застосування для потреб сільського подвір'я поновлювальних джерел енергії в умовах Західного регіону України на предмет заміщення ними первинних джерел енергії (електроенергії, вугілля, природного газу, нафтопродуктів). При цьому здійснювався аналіз складових і пошук конфігурацій комплексного енергозабезпечення сільського подвір'я, сільського населеного пункту та малих міст із населенням до 30–40 тис. осіб нетрадиційними джерелами енергії з урахуванням регіональних особливостей.

Встановлено, що найбільш перспективним і прийнятним в економічному відношенні для регіону є використання сонячної та біогазової енергії. Проте лише комплексне застосування поновлювальних джерел енергії зможе ефективно вплинути на зменшення використання первинних видів енергії як в умовах сільського подвір'я, так і населених пунктів в цілому.

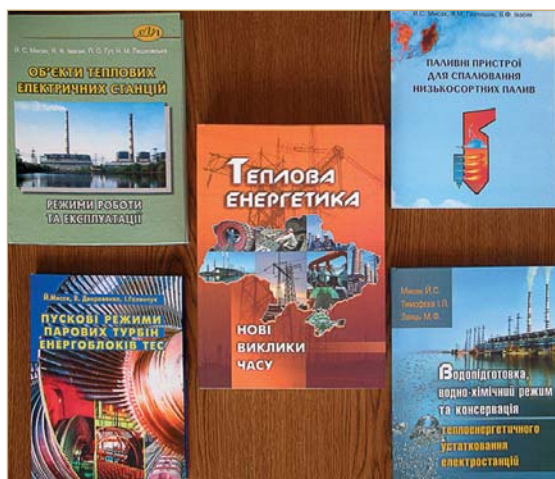
У схемі комплексного енергозабезпечення сільського подвір'я центральним елементом виступає біогазова установка,

головними елементами повинні служити сонячні колектори і концентратори, які частково зможуть покривати власні потреби біогазової установки в теплоті. Доповнювальними елементами виступають вітрова енергетична установка, пристрої утилізації теплоти ґрунту та сонячний ставок.

Розроблена конструкція плоского сонячного колектора, а також конструкції циліндричного і параболоциліндричного геліоконцентраторів з площею вхідної апертури 2,5–4 м, застосуванням дешевих і доступних конструкційних матеріалів. Запропоновані конструкції неповоротної вітроенергетичної установки з концентратором енергії вітрового потоку при орієнтації осі вітроколеса в напрямку румбів 14–6 т біогазової установки з посиленою теплоізоляцією.

Розроблена технологічна схема зменшення витрати біогазу на власний обігрів біоустановки шляхом ширшого використання теплоти спаленого газу.

Створена та досліджена математична модель протікання анаеробного процесу з метою визначення оптимальних



умов його протікання й ефективності роботи біогазової установки в цілому.

Отримані результати використані при створенні пілотної біоенергетичної установки, орієнтованої на переробку біомаси енергетичних полів, зокрема в зонах рекультивації земель.

6. Наукові розробки в галузі досліджень геотехнологічних процесів видобутку корисних копалин.

Протягом багатьох років колектив виконавців кафедри під керівництвом І. Л. Тимофеева займаються геотехнологічними процесами видобутку корисних копалин (сірки, озокериту, солей тощо), розробкою нових методів видобутку, пошуку способів їх інтенсифікації при застосуванні різних розчинників. Були проведені численні дослідження в лабораторних умовах та на Новояворівському родовищі з вивчення кінетики процесу вилугування сірки в умовах її підземного видобутку, створені математичні моделі розчинення стінок щільного циліндричного каналу, створення підземної порожнини у формі кульового сектора, торця циліндричного каналу тощо. Вивчений вплив інертних домішок на кінетику процесу розчинення стінок.

Сьогодні досліджуються проблеми кондиціонування води для потреб населення і промисловості з метою економії ресурсів (сировини, матеріалів, енергії, коштів тощо). Зеконотити ресурси доцільно попереднім частковим кондиціонуванням води у найпростіших безнасадових апаратах. Виявлена доцільність можливого використання електротакавитаційної обробки води, яка дешевша традиційного озонування.

7. Наукові розробки в галузі оптимізації процесу підготовки та спалювання органічного палива в паливних котлів.

Робота виконувалась у 70–90-х роках минулого століття.

Колектив виконавців: Й. С. Мисак (керівник розробки), В. Ф. Близнюк, Я. М. Гнатишин, В. І. Пеньков, В. В. Садовий, М. Т. Крук.

Вперше в колишньому СРСР науковцями кафедри теоретично обґрунтовано та експериментально досліджено переведення потужних газомазутних котлів на мінімально допустимі надлишки повітря. Роботи впроваджені на котлах ТГМП-314, ТГМП-114 енергоблоків 300 МВт Лукомльської ТЕС (Республіка Білорусь), Трипільської



В лабораторії (зліва направо) канд. техн. наук Т. І. Рymar, канд. техн. наук Т. Ю. Кравець

ТЕС, Київської ТЕЦ-5, на котлах ТГМП-344 Київської ТЕЦ-6 та Мінської ТЕЦ, на котлах ТГМП-204 енергоблоків 800 МВт Запорізької ТЕС та ін.

Тоді ж розроблена ціла низка технічних рішень, впровадження яких дозволило підвищити ефективність підготовки до спалювання палива та його спалювання. Основні з них: система зниження перетоків та присмоктив повітря в РПП; розробка та впровадження ефективних форсунок; вдосконалення системи підігріву мазуту та повітря, що поступає в паливну котлів тощо.

На основі теоретичних та експериментальних досліджень розроблено низку нормативних та керівних галузевих документів для Мінпаливенерго України, зокрема:

1. Високотемпературний підігрів повітря як ефективний спосіб зменшення корозії набивки регенеративних повітропідігрівників під час спалювання сірчистих мазутів. Газомазутні котли енергоблоків 250 і 300 МВт. Рекомендації УНВО «Енергопрогрес» — К., 1996.

2. Витрати газомазутного палива під час спалювання кам'яного вугілля з виходом летких речовин 20 % і більше на ТЕС України. Норми. ЦНВО «Енергопрогрес» — К., 1996.

8. Наукові розробки в галузі дослідження техніко-економічних показників роботи ТЕС, ТЕЦ.

Робота виконувалась у 1990–2009 роках науковцями кафедри.

Колектив виконавців: Й. С. Мисак (керівник розробки), І. П. Вінницький, Я. Ф. Івасик, О. С. Клиновий, С. М. Герасимов.

Для електростанцій Мінпаливенерго України розроблено нормативні документи з дослідження техніко-економічних показників роботи устаткування в умовах оптового ринку. Вперше в Україні розроблено методики визначення питомих витрат умовного палива теплової електростанції на відпущену електричну енергію і теплову енергію в процесі їх комбінованого виробництва, а також методики контролю палива на електростанціях, а саме:

1. Тверде, рідке і газоподібне паливо на електростанціях. Методика контролю якості палива для розрахунку питомих витрат. ГКД 34.44.201-96.

2. Розрахунок показників надійності для електростанцій, теплових мереж та енергокомпанії. Методика. Мінпаливенерго. ОПЕ «ГРІФРЕ», 2004.