

УДК 37.046.16+37.012

Є.В. КУЗЬМІНСЬКИЙ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
просп. Перемоги, 37, Київ, 03056, Україна

ІНТЕГРАЦІЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ І ВИКЛАДАННЯ НА ПРИКЛАДІ СТАНОВЛЕННЯ КАФЕДРИ ЕКОБІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОЕНЕРГЕТИКИ НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ УКРАЇНИ «КПІ»

На прикладі становлення кафедри екобіотехнології та біоенергетики НТУУ «КПІ» розглянуто основні положення нероздільності науки й освіти як найважливішої умови вдосконалення професійної підготовки майбутніх інженерів-біотехнологів. Акцентовано увагу на питанні співробітництва кафедри з провідними вченими та профільними інститутами НАН України.

Ключові слова: інтеграція, наука, вища технічна освіта, екологічна біотехнологія, біоенергетика.

Сучасна технічна освіта — це синтез
фундаментальної науки та інженерного мистецтва.

Академік НАН України М.З. ЗГУРОВСЬКИЙ

ВСТУП

Одним із загально визнаних світових пріоритетів у становленні постіндустріального суспільства — Knowledge Society — є розвиток системи підготовки фахівців, яка базується на принципі єдності освіти і науки, що забезпечує інтеграцію здобутків фундаментальної освіти і науки, можливості гнучкого реагування на потреби у фахівцях для розвитку актуальних наукових напрямів і наукоємних технологій. Для побудови інноваційної економіки необхідне досягнення неформальної взаємодії і співпраці між освітою, наукою та виробництвом, інтеграція їх у єдину систему, яка органічно поєднає в умовах ринкового господарства функціонування кожної з цих сфер діяльності людини.

Мета пропонованої статті — подати зразок інтеграції двох найважливіших видів діяльності в університетській підготовці майбутніх інженерів-біотехнологів — науково-дослідної й навчальної — на прикладі становлення кафедри екобіотехнології та біоенергетики НТУУ «КПІ».

ЕКОЛОГІЧНА БІОТЕХНОЛОГІЯ ТА БІОЕНЕРГЕТИКА

Однією з головних причин започаткування в НТУУ «КПІ» кафедри такого профілю є тотальний розвиток суспільства шляхом техногенезу та посилення його впливу на біосферу, що призвело до виникнення конфлікту між людиною з одного боку та середовищем її існування — з другого. Ліквідація всіх цих негараздів неможлива без застосування новітніх екологічних біотехнологій для діагностики забруднень довкілля, очищення стічних вод, знешкодження небезпечних га-

зових викидів, використання перспективних засобів утилізації твердих і рідких промислових відходів, підвищення ефективності методів біологічного відновлення забруднених ґрунтів, заміни низки агрохімікатів на біотехнологічні препарати тощо. Важливим напрямом також має стати розроблення екобіотехнологій, спрямованих на виробництво біогазу та водню з органічних відходів.

Екологічна біотехнологія – синтетичний міждисциплінарний напрям, що утворився в результаті перетину інтересів, підходів, принципів і методів прикладних напрямів екологічної науки та класичних і сучасних біотехнологій. Інакше кажучи, це технологічні процеси, що здійснюються завдяки використанню живих організмів та інших біологічних агентів і спрямовані на покращення, захист і відновлення порушеного людиною довкілля, збереження функціональної стійкості біосфери в цілому або її певних компонентів (природних екосистем) зокрема, а також задоволення енергетичних потреб суспільства.

Ґрунтуючись на цьому визначенні, акцентуємо увагу передусім на світоглядній значущості екобіотехнології порівняно з більш традиційними, зокрема, промисловими технологіями, основною метою яких є отримання прибутку. Традиційна промислова біотехнологія як складник технологій індустріального суспільства дає відповідь на питання «Як діяти?» і ставить за мету підвищення доданої вартості. Екологічна біотехнологія як невід’ємний складник суспільства майбутнього відповідає на питання «Як співіснувати?» і має на меті підвищення якості та безпеки життя членів суспільства [1]. Саме на цих особливостях зосередив увагу у своїй статті в газеті «Дзеркало тижня» ректор Національного технічного університету України «КПІ» академік НАН України М.З. Згуровський, який зазначив, що «...наше суспільство має великий дефіцит знань типу «Як співіснувати?» <...> Саме група екологічних індикаторів та показників (частка екологічно захищеної території складає всього кілька відсотків від загальної території України, тоді як для Європи – близько 9%;

викиди вуглекислого газу 6,2 і 8,9 метричних тонн на душу населення України і Європи відповідно; витрати на охорону здоров’я 7,6 і 13% від загальнодержавних витрат; рівень дитячої смертності 20 і 4,4 померлих дітей віком до 5 років на 1000 народжених) викликають суттєве занепокоєння» [2].

Наочним підтвердженням високої пріоритетності саме екологічної біотехнології і біоенергетики є результати широкого опитування, отримані експертною групою найвищого рівня під керівництвом директорів інститутів НАН України академіків НАН України С.В. Комісаренка, Г.В. Єльської та В.С. Підгорського з тематичного напрямку «Біотехнологія в рамках Державної програми прогнозування науково-технічного та інноваційного розвитку України [3]. Про значущість освітянського і наукового екологічного напрямку, задекларованого кафедрою, свідчить також наявність окремого розділу в Концепції національного виховання студентської молоді (додаток до рішення колегії МОН України від 25.06.2009 р., прот. №7/2-4): «поз. 5. Екологічне виховання: формування основ глобального екологічного мислення та екологічної культури; оволодіння знаннями та практичними вміннями раціонального природокористування; виховання почуття відповідальності за природу як національне багатство; виховання готовності до активної екологічної та природоохоронної діяльності».

Детально екологічна біотехнологія і біоенергетика як окремі самостійні напрями біотехнології охарактеризована в низці наших статей [1, 4–8], тому в цьому матеріалі ми розкриваємо інше питання – нероздільність викладання і дослідницької роботи в процесі становлення і розвитку як спеціальності «Екологічна біотехнологія та біоенергетика», так і однойменної кафедри НТУУ «КПІ».

ІНТЕГРАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В ОСВІТІ Й НАУЦІ

Питанням інтеграції наукового знання й освіти, визначенню типів, форм і рівнів цього процесу, значенню інтегровальних факторів

у розвитку суспільства, навчання присвячені праці низки вітчизняних і зарубіжних учених (Б. Ахлібінський, В. Вернадський, Б. Кедров, В. Левін, Є. Маркарян, Д. Менделєєв, С. Мелюхін, Г. Спенсер, А. Урсул, М. Чепіков та ін.). Про роль наукової роботи у професійній підготовці майбутніх фахівців ідеться і в дослідженнях багатьох українських учених (В. Андрущенко, В. Борисов, П. Горкуненко, Г. Кловак, Є. Кулик, М. Князян, В. Кремень, О. Мартиненко, О. Микитюк, О. Мурашко, С. Шейко та ін.) та російських науковців (Ф. Галіулліна, О. Глушенко, Т. Калашникова, А. Козлов, Л. Левченко, Г. Лобова, О. Набієва, О. Нечаєва, Т. Торгашина та ін. [9–12]). Аналіз інтеграційних процесів в освіті й науці також подано в низці дисертацій (П. Васильєв, О. Глушенко [13], А. Козлов [14], О. Микитюк, О. Нечаєва, З. Сазонова [15], Т. Торгашина, В. Чернолес та ін.).

Значущість такої інтеграції задекларована і Європейською асоціацією університетів (ЄАУ). Так, у 2007 р. для реалізації Лісабонської декларації «Університети Європи після 2010 року: різноманіття при єдності цілей» ЄАУ підготувала спеціальну програму, у якій розроблено стратегії організації й проведення наукових досліджень в університетах у контексті зв'язку вищої освіти й науково-дослідної діяльності [16].

Освітній аспект властивий науці з часу її виникнення, адже ще на зорі становлення університетів на стінах Болонського університету було написано: «Освіта без науки неможлива» [17]. На жаль, в Україні на державному рівні тільки починають реалізовуватися заходи щодо інтеграції науки й освіти в процесі підготовки фахівців у рамках відповідної державної цільової програми на 2008–2012 рр. «Наука в університетах» [18]. Аналізуючи зміст державних заходів щодо інтеграції науки й освіти, доходимо висновку, що вони лише розкривають механізми об'єднання через удосконалення нормативно-правової бази, забезпечення функціонування університетів дослідницького типу тощо. Водночас відкритим залишається питання, як якісно перебудувати процес на-

вчання у вищій школі, щоб підготовка майбутніх фахівців спиралася на наукові дослідження, які викладачі проводять спільно зі студентами.

ДОСВІД КАФЕДРИ ЕКОБІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОЕНЕРГЕТИКИ В ІНТЕГРАЦІЇ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ Й НАВЧАЛЬНОЇ РОБОТИ

У цій статті ми спробуємо розглянути проблему ефективного поєднання в університеті двох видів діяльності — науково-дослідної й навчальної на прикладі кафедри екобіотехнології та біоенергетики (КЕБ).

Про кафедру екобіотехнології та біоенергетики. Кожна професія (спеціальність) передбачає певні знання, уміння та навички, а отже — і комплекс дисциплін для навчальної програми, які можуть бути рекомендовані спеціалістами з класичної освіти (гуманітарні університети) і доповнені чи модернізовані спеціалістами з певного фаху (технічні університети) та з навичками інноваційних технологій (науково-дослідні інститути). Розробникам навчальної програми потрібно працювати над тим, щоб відкрити для студента майбутні професійні горизонти, а тоді впровадити формат освіти, який надає молодій людині можливість самостійно обрати певні цікаві та важливі для неї дисципліни, що забезпечило б її успішну професійну біографію. У такому форматі викладачі мають бути насамперед провідниками або прикладами, а не просто носіями знань. Тобто в системі освіти та дослідницькій галузі необхідно створити нові міждисциплінарні сфери й підготувати нових професійних науково-технічних виконавців із глобальною компетентністю, які були б здатні працювати ефективно і самостійно, обов'язково врахувавши не тільки технологічні, але й екологічні, громадські та ментальні особливості.

У зв'язку з викладеним постійну увагу було приділено становленню кадрового потенціалу КЕБ. За своїм змістом співвідношення біотехнологічного і хіміко-технологічного складників дисциплін навчального

плану спеціальності «Екологічна біотехнологія та біоенергетика» та дисциплін інших спеціальностей, які викладають на кафедрі, умовно можна визначити як 70% біотехнологічного спрямування і 30% хіміко-технологічного. Проте за кадровим складом на 01.01.2005 р. це співвідношення (від загальної кількості викладачів) становило: 15% — з біологічною освітою, 85 — з хіміко-технологічною і хімічною, з біотехнологічною — не було взагалі. Тому постало одне з нагальних завдань — відповідне коригування кадрового складу, у результаті якого нині це співвідношення становить: 34% — із біотехнологічною освітою, 28 — з хіміко-технологічною, 24 — з біологічною та 14 — з хімічною.

Останнім часом нарощування біотехнологічної кадрової складової відбувалося завдяки найкращим випускникам КЕБ: уже з першого випуску в 2010 р. на кафедрі працює двоє випускників магістратури і спеціаліста, у 2011 р. — магістра. Трьом викладачам кафедри присвоєно звання доцента. На сьогодні середній вік професорсько-викладацького складу КЕБ — 44 роки, навчально-допоміжного персоналу — 40 років. Для порівняння: середній вік докторів наук в Україні становить 62 роки, кандидатів — 52; середній вік співробітника НТУУ «КПІ» — 51,1 року. Про позитивну динаміку формування кадрового складу КЕБ свідчить також такий комплексний показник, як рейтинг навчально-педагогічного персоналу кафедри (рис. 1), який щорічно визначають у НТУУ «КПІ» (необхідний мінімум — 1000 одиниць).

З огляду на світовий досвід і досвід країн СНД у галузі біотехнології на кафедрі було проведено організаційну роботу щодо надання пріоритетному напрямку «Екологічна біотехнологія та біоенергетика» статусу окремої спеціальності у трансформованому переліку спеціальностей за галузями знань.

Біотехнології поділяють на промислові (індустрія, АПК, медицина тощо) та спрямовані на збереження довкілля, зокрема біоенергетика. За участі керівництва філій КЕБ

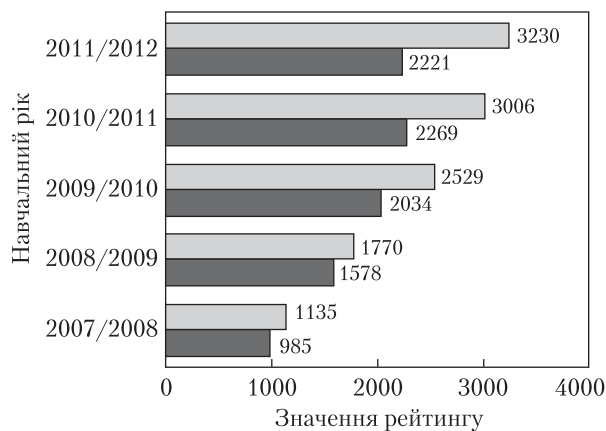


Рис. 1. Рейтинг навчально-педагогічного персоналу КЕБ: світлий колір — завідувача кафедри, темний колір — середнє значення для викладачів кафедри

при інститутах НАН України були підготовлені та погоджені з рядом профільних кафедр (факультетів) країни (Національний аграрний університет, Національний авіаційний університет та ін.) пропозиції щодо доцільності надання статусу окремої спеціальності пріоритетному напрямку з екобіотехнології та біоенергетики, які були розглянуті та враховані МОН України.

Згідно з розробленою кафедрою Концепцією спеціальності «Екологічна біотехнологія та біоенергетика» підготовлено і представлено Державній акредитаційній комісії (ДАК) відповідний ліцензійний пакет документів. За поданням експертної ради ДАК у 2005 р. надано ліцензію на провадження НТУУ «КПІ» освітньої діяльності з цієї спеціальності. У тому ж році було набрано першу групу студентів-екобіотехнологів.

Для акредитації підготовки спеціалістів і магістрів з екобіотехнології та біоенергетики у 2010 р. на кафедрі працювали комісії МОН України, які у своїх висновках відзначили, що діяльність кафедри екобіотехнології та біоенергетики НТУУ «КПІ» відповідає вимогам Закону України «Про вищу освіту», Положенню про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах і Статуту університету; зміст підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного



Академік НАН України В.П. Кухар знайомить студентів та викладачів КЕБ із проблемами утилізації відходів діяльності людини

рівня «спеціаліст» та «магістр» з програми професійного спрямування «Екологічна біотехнологія та біоенергетика» напряму підготовки «Біотехнологія» відповідає встановленим вимогам щодо програм названого рівня підготовки і забезпечує державну гарантію якості освіти; навчальний процес має достатнє навчально-методичне, кадрове, матеріально-технічне та інформаційне забезпечення для підготовки фахівців за цією спеціальністю. Всі ці складники функціонування кафедри дають змогу забезпечити подальший активний розвиток спеціальності відповідно до потреб національної економіки, рівня світових досягнень і сучасних вимог до фахівців.

Як впливає з аналізу наших напрацювань, реалізація «трикутника успіху» (наука – освіта – інновація) – складний процес, спрямований на організацію та здійснення навчальної діяльності через дослідницьку, уміння застосовувати знання з різних галузей у розв'язанні конкретного науково-дослідного завдання, коли навчальний процес ґрунтується на проведенні наукових досліджень викладачів, докторантів та аспірантів, студентської молоді. Це вимагає формування в студентів здатності самостійно виконувати творчі дослідження, бажання активно виражати себе в науці. Отже, інтеграцію науково-дослідної й навчальної роботи ми розглядаємо як

найважливіший чинник, рушійну силу, необхідну умову вдосконалення професійної підготовки майбутніх інженерів-біотехнологів.

Залучення провідних учених до співробітництва з кафедрою. Аналіз наукової літератури й дисертацій із проблематики статті дає підстави для висновку, що достатньо розвинене і стійке інтегрування науки й освіти відбувається в такій формі, як залучення провідних учених і фахівців наукових організацій до роботи за сумісництвом на кафедрах ВНЗ. У процесі становлення КЕБ до науково-освітньої діяльності було залучено провідних учених (докторів і кандидатів наук) НАН України: Інституту біоорганічної хімії та нафтохімії (ІБОНХ), Інституту колоїдної хімії та хімії води (ІКХХВ) ім. А.В. Думанського, Інституту біоколоїдної хімії (ІБКХ) ім. Ф.Д. Овчаренка; установ іншого підпорядкування: ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Українського інституту експертизи сортів рослин Державної служби з охорони прав на сорти рослин Міністерства аграрної політики України та ін. Вони забезпечували взаємодію академічної науки за задекларованими пріоритетними напрямками КЕБ із навчальним процесом на кафедрі, консультували студентів під час виконання курсових і дипломних робіт, брали участь у спільних дослідженнях та роботі державної екзаменаційної комісії.

Так, наприклад, для забезпечення якісного наповнення дисциплін навчального плану спеціальності «Екологічна біотехнологія та біоенергетика» і кращого розуміння її змісту за безпосередньої участі керівника філії кафедри, директора ІБОНХ НАН України академіка НАН України В.П. Кухаря було опубліковано низку статей у профільних виданнях («Вісник НАН України», «Вища освіта України») та газеті «Дзеркало тижня». Академік В.П. Кухар прочитав для співробітників та студентів КЕБ і факультету біотехнології та біотехніки цикл лекцій із проблематики спеціальності на такі теми:

«Проблеми утилізації відходів діяльності людини та сталий розвиток», «Назад до природи: використання біосировини в хімічних технологіях», «Біомаса — сировина для біоенергетики та органічного синтезу» та ін. У межах філії з ІБОНХ НАН України кафедра виступила співорганізатором і, залучивши студентів-екобіотехнологів, узяла участь у роботі Другого міжнародного симпозіуму «Регулятори росту рослин: внутрішньоклітинна гормональна сигналізація та використання в аграрній промисловості» (8–12 жовтня 2007 р., Київ).

Головний науковий співробітник ІКХХВ ім. А.В. Думанського НАН України доктор біологічних наук, професор П.І. Гвоздяк, як професор-сумісник КЕБ, підготував навчально-методичне та наукове забезпечення дисциплін напряму «Біотехнології очищення води та збагачення мінеральної сировини», у співавторстві зі співробітниками кафедри опублікував ряд статей, отримав патенти на винаходи та корисні моделі. Для подальшого вдосконалення методик викладання спеціальних дисциплін він прочитав відкриті лекції для студентів кафедри і факультету: «Особливості відновлення якості води», «Екобіотехнології очищення стічних вод» та ін.; провів ознайомчі екскурсії та практичні заняття на Бортницькій станції аерації ВАТ АК «Київводоканал»; разом із завідувачем кафедри був учасником прямого ефіру (дві години «живого» спілкування) на радіо 96 FM «Ера» на тему «Екологічна біотехнологія — наукові та освітянські аспекти, перспективи становлення в Україні».

Заступник директора з наукової роботи ІБКХ ім. Ф.Д. Овчаренка доктор технічних наук В.А. Прокопенко неодноразово виконував обов'язки голови державної екзаменаційної комісії під час захисту дипломних проектів і робіт, магістерських дисертацій освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», «спеціаліст» і «магістр» з екологічної біотехнології та біоенергетики.

Інтегровані науково-освітні структури.

Іншою дієвою формою координування розвитку науки й освіти є створення інтегрова-

них науково-освітніх структур, наприклад базових кафедр і філій кафедр у науково-дослідних інститутах, дослідно-конструкторських і виробничих організаціях та ін. [19]. Для забезпечення бази виробничих практик, проведення лабораторних занять і напрацювання матеріалів для дипломних проектів і робіт, якісної підготовки фахівців з вищою освітою та спеціалістів вищої кваліфікації в галузі екобіотехнології і біоенергетики, а також для подальшого розвитку інтеграційних зв'язків між Університетом та НАН України створено філії КЕБ при ІБОНХ (2004 р.) та ІБКХ ім. Ф.Д. Овчаренка (2005 р.), а також при Українському інституті експертизи сортів рослин Державної служби з охорони прав на сорти рослин Міністерства аграрної політики України (2008 р.).

Особливе місце в навчанні за технічними спеціальностями в будь-якій країні світу займає практика. Наприклад, у німецьких технічних університетах передбачено більшу кількість годин для її проходження, ніж в українських. Крім того, порядок розподілення практики протягом навчання в Німеччині інший, ніж в Україні. Так, у більшості технічних університетів цієї країни обов'язковим є проходження практики на підприємстві ще перед вступом до університету, що дає змогу абітурієнтові не лише ознайомитися з виробництвом, але й є елементом фахової орієнтації і можливістю визначити його професійну придатність. З цією метою кафедра уклала договори про співпрацю з Інститутом експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.Є. Кавецького НАН України, Інститутом клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Інститутом колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України, санепідемстанціями ряду районів Києва, ВАТ АК «Київводоканал», ВАТ «Пиво-безалкогольний комбінат «Славутич», ВАТ «Завод дитячого харчування «Салюс», ВАТ «Україна», ДП «Еней», ЗАТ «Пирятинський сир-завод», ТОВ «Екомед» та ін. Для ознайомлення студентів із тематикою досліджень



Перший випуск магістрів кафедри екобіотехнології та біоенергетики НТУУ «КПІ», 2010 р.

наукових інститутів, сучасним обладнанням та приладами організують оглядові лекції; проводять лабораторні та практичні заняття. Для магістрів кафедри створюють умови, що забезпечують їхню успішну роботу над дисертаціями.

Згідно з розробленою Концепцією становлення та розвитку кафедри екобіотехнології та біоенергетики і Концепцією спеціальності «Екологічна біотехнологія та біоенергетика», яка погоджена з головним управлінням освіти і науки Київської міської держадміністрації, основними напрямками освітньої та науково-дослідної діяльності кафедри є біоенергетика — біотехнології

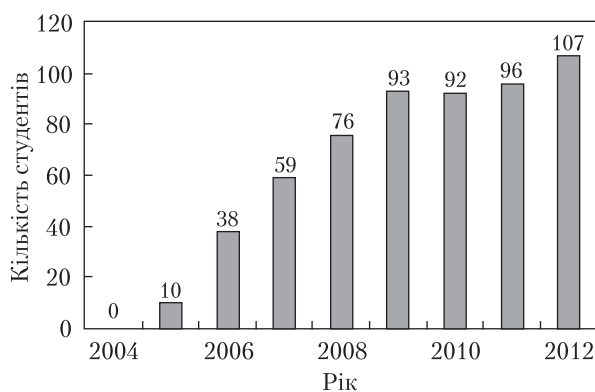


Рис. 2. Динаміка зміни чисельності студентів-екобіотехнологів у 2004–2012 рр.

виробництва та перетворення енергії в біологічних системах, а саме: біопалива, біопаливні елементи та ін.; природоохоронні біотехнології — біотехнології очищення стоків різного походження, добування та збагачення мінеральної сировини, перероблення промислових і побутових відходів та ін.; моніторинг навколишнього середовища та біосенсорика, екологічна експертиза і контроль якості продукції. Така концепція ґрунтується на тісній інтеграції викладання і дослідницької роботи, у тому числі на використанні результатів досліджень у практиці навчання студентів, що і є стрижнем діяльності дослідницького університету та його кафедри.

Перший випуск на кафедрі за ОКР «бакалавр» (10 осіб) здійснено в 2008 р.: 3 бакалаври отримали дипломи з відзнакою, 4 — продовжили навчання за ОКР «магістр», 6 — за ОКР «спеціаліст». Перший випуск за ОКР «спеціаліст» і «магістр» здійснено в 2010 р.: 3 магістри отримали дипломи з відзнакою, 2 магістри та 1 спеціаліст вступили до аспірантури НТУУ «КПІ» і працюють за сумісництвом на посадах асистентів КЕБ, один магістр навчається в аспірантурі Інституту фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, другий — в аспірантурі Центру екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України; інші спеціалісти працюють у відділі біотехнології та молекулярної біології компанії «ALT Україна» (Київ) та в технічному центрі компанії ТОВ «МТІ» (Київ).

Усі студенти кафедри, що навчаються за ОКР «магістр», на час вступу до магістратури мали публікації та виступили з доповідями на науково-практичних конференціях різного рівня, брали участь у Всеукраїнських олімпіадах із біотехнології, здобувши призові місця (у 2010 р. — II командне місце по Україні; у 2011 р. — III командне місце по Україні; у 2012 р. — II місце по Україні в індивідуальному заліку).

Динаміка зміни чисельності студентів-екобіотехнологів, що навчалися за державний кошт, наведена на рис. 2.

Навчально-методична та організаційно-виховна робота КЕБ. Вона здійснюється відповідно до нормативних документів та рекомендацій щодо навчальної діяльності кафедр університету. Наукову роботу планують згідно з напрямками діяльності КЕБ (роботи магістрів, аспірантів, докторантів) — біотехнології природоохоронного спрямування, біоенергетика, біомоніторинг.

В основу інноваційної інженерної освіти покладено цілеспрямоване формування професійних знань, творчого потенціалу, практичної орієнтованості й методологічної культури, а також комплексну підготовку фахівців у галузі техніки і технології до інноваційної інженерної діяльності. Такий підхід спирається на відповідний зміст, методи навчання і наукоємні освітні технології з використанням світових інформаційних ресурсів і баз знань, з орієнтацією на найкращі зарубіжні освітні програми, що забезпечує конкурентоздатність як на внутрішньому, так і на світовому ринку. Творчий характер підготовки підсилюється характерною для інтегративного підходу спрямованістю освітнього процесу, його змісту, форм організації, методів навчання на формування творчого потенціалу студентів. На організаційному рівні під цим розуміємо перехід до орієнтації професійної підготовки на засвоєння методології інноваційної інженерної діяльності. Як загальноінженерні, так і спеціальні дисципліни можуть сприяти систематичному використанню творчого потенціалу студентів під час розв'язання ними інженерних задач, які поетапно ускладнюються, в умовах, максимально наближених до професійної діяльності сучасних фахівців. Особливий інтерес у цьому контексті становить застосування міждисциплінарного підходу до вивчення природничо-наукових і технічних дисциплін, базових для екологічної біотехнології та біоенергетики.

Слід зазначити, що на необхідності зміни освітніх програм і навчальних планів шляхом застосування проблемно-орієнтованих методів і проектно-організованих техноло-

гій навчання, роботи в команді активно наголошують як зарубіжні, так і українські науковці. Таке навчання дає змогу відтворити реальні умови інженерної діяльності. У такий спосіб студенти набувають необхідних навичок для роботи в колективі, вміючи не лише знаходити правильний підхід до вирішення комплексних проблем, але й налагоджувати ділові міжособистісні контакти, використовуючи відповідні закони управління і соціальної поведінки. Для подальшого вдосконалення методик викладання дисциплін кафедри застосовують нові, нетрадиційні форми занять — колоквиуми, дискусії, екскурсії, тренінги (робота в малих групах); проводять відкриті лекції, семінари та практичні заняття для студентів; на кафедрі постійно діє науково-методичний семінар, у межах якого за участі провідних учених НАН України, інших організацій та підприємств, а також студентів обговорюють нагальні для кафедри питання. Наприклад, у 2011 р. на базі Національного університету «Львівська політехніка» було проведено спільний семінар кафедри технології біологічно активних сполук, фармацевції та біотехнології цього ВНЗ і кафедри екобіотехнології та біоенергетики, на якому фахівці обмінялися досвідом та інформацією про навчально-методичну та науково-інноваційну діяльність і було підписано договір про співпрацю на рівні проректорів з наукової роботи.

З огляду на те, що майже всі дисципліни (понад 20) викладають в Україні вперше і за відсутності готових підручників, усі викладачі кафедри мають електронні версії лекцій та відпрацьовують подання матеріалу й проведення лабораторних практикумів з метою створення якісних підручників і методичних посібників. На сьогодні викладачі КЕБ підготували і видали 4 підручники (3 з грифом МОН України), 5 навчальних посібників (2 з грифом МОН України), 11 методичних вказівок і лабораторних практикумів. Для забезпечення якісної доуніверситетської підготовки за тематикою спеціальності на кафедрі також розроблено низку

методичних посібників для абітурієнтів. Ці навчально-методичні матеріали використовують для підготовки студентів і в інших вищих навчальних закладах.

Кафедра має три лабораторії, у яких зі студентами проводять лабораторні заняття, а магістри, докторанти й аспіранти виконують дипломні та наукові дослідження. Лабораторні та дипломні роботи готують на базі як лабораторій КЕБ, так і філій кафедри та на основі договорів про співпрацю в інститутах НАН України й інших установах. На кафедрі створено ряд установок для проведення лабораторних і науково-дослідних робіт із біотехнології очищення води й одержання електричної енергії та водню, одна з них — «біоконвеєр» — є постійним експонатом виставки Наукового парку НТУУ «КПІ». Стабільно зростає балансова вартість обладнання, приладів тощо, а також суми коштів, спрямованих на поточне утримання та подальший розвиток кафедри.

Методологічна підготовка й орієнтація на розвиток самостійності у здобутті знань — необхідні умови ефективного навчання сучасних технічних фахівців, оскільки саме вони дають змогу студентам легше опанувати нові напрями науки і техніки й надалі використовувати ці знання й навички у професійній діяльності [20]. Така підготовка надзвичайно актуальна на теперішньому етапі розвитку науки і техніки, адже сучасний технічний фахівець повинен володіти методологією індивідуальної і колективної наукової роботи й мати креативне стратегічне мислення, яке базується на чітких методологічних позиціях і зорієнтоване на нестандартне розв'язання завдань винахідницького характеру.

На кафедрі практикують поступове впровадження механізму розподілу навчального навантаження залежно від змісту й ефективності наукової роботи викладачів. У «Нормах часу планування й обліку навчальної роботи педагогічних і науково-педагогічних працівників» бажано було б передбачити спеціальні години для керівництва науковою роботою студентів. Серед викладачів

КЕБ, згідно з їхнім фахом, щорічно розподіляють і затверджують на засіданні кафедри блоки дисциплін навчального плану, враховуючи єдність напрямів навчання і наукових досліджень.

Розвиваючи науково-інноваційну роботу, КЕБ виходить як з основних напрямів своєї освітньої та науково-дослідної діяльності, так і головного завдання дослідницького університету — здобуття нових знань і, відповідно, вдосконалення системи освіти. Зрозуміло, що участь студентів у реальних дослідницьких проектах — чудовий засіб навчання, який, безумовно, є корисним і для виконання самих проектів.

Світовий досвід показує, що точкою органічного поєднання наукової і навчальної діяльності в університеті є третій, найвищий, цикл підготовки кадрів вищої наукової кваліфікації. Саме на цьому рівні наукова лабораторія стає навчальною аудиторією (і навпаки), а «слухач» — суб'єктом наукової дії. За сучасною європейською практикою аспірант (точніше докторант) прослуховує спеціальні докторські програми і водночас навчається в ході власних досліджень, які він обов'язково презентує академічній спільноті у вигляді результатів, що стають новим навчальним матеріалом. В одній особі він і споживач знань, і продуцент нових ідей, і їхній поширювач. Саме досягнута на цьому етапі єдність науки й освіти забезпечує якість усіх інших рівнів вищої школи.

У контексті викладеного для КЕБ обов'язковим є вибір комплексних кафедральних тем наукових досліджень, виконуючи які, можна буде досягти такої інтеграції науки й освіти, за якої навчальний процес спиратиметься на наукові дослідження, що проводять викладачі спільно з аспірантами і студентами. Орієнтиром для виконання фундаментальних досліджень і науково-дослідних розробок є нормативний документ НАН України «Основні наукові напрями й найважливіші проблеми фундаментальних досліджень у галузі природничих, технічних і гуманітарних наук на 2009–2013 роки» [21].

Науково-дослідна діяльність КЕБ. Науково-дослідна діяльність кафедри передбачає такі заходи: проведення наукових досліджень і здійснення творчих пошуків як основи підготовки науково-педагогічних кадрів вищої кваліфікації і майбутніх фахівців; сприяння інтеграції наукової, навчальної і виробничої діяльності, зв'язку наукових досліджень із майбутньою професійною діяльністю студентів і запитами реальної практики; забезпечення органічної єдності змісту освіти і програм наукової роботи; розвиток співпраці з установами та організаціями для розв'язання складних наукових проблем, впровадження результатів наукових досліджень і розробок; широка участь викладачів, докторантів, аспірантів і студентів у регіональних, всеукраїнських та міжнародних конференціях, де відбувається апробація результатів їхніх наукових досліджень; регулярне проведення кафедральних науково-методологічних семінарів і науково-практичних конференцій, на які запрошують випускників кафедри та провідних фахівців НАН України й інших інституцій; розширення участі кафедри в загальноукраїнських і міжнародних проектах з екобіотехнології та біоенергетики; систематична публікація результатів наукових досліджень за кафедральною тематикою; підвищення вимогливості та відповідальності наукових

керівників і консультантів за якість підготовки докторантами й аспірантами кафедри наукових досліджень, їх своєчасне подання для розгляду на засіданнях кафедри і міжкафедральних наукових семінарах; підвищення відповідальності аспірантів, молодих викладачів кафедри за якість виконання науково-дослідних робіт, результати яких мають бути відображені в наукових статтях, тезах доповідей на науково-практичних конференціях різного рівня, впроваджені шляхом захисту дисертацій, використані в навчальному процесі й господарському комплексі м. Києва й України в цілому; налагодження партнерських відносин із представниками як наукових структур, так і практиками через проведення спільних наукових досліджень; розвиток наукових і ділових контактів із вітчизняними та зарубіжними вищими навчальними закладами й науковими установами екобіотехнологічного профілю; сприяння впровадженню науково-дослідних розробок кафедри у навчальний процес; залучення найкращих студентів до участі в науково-дослідній роботі кафедри з урахуванням специфіки їхнього навчання та майбутньої професійної спрямованості; розвиток кадрового потенціалу кафедри, підвищення кваліфікації її науково-педагогічного складу. Результати реалізації зазначених заходів подано в табл. 1.

Табл. 1

Динаміка забезпечення дослідницької складової підготовки спеціалістів з екобіотехнології та біоенергетики

Кількісні показники КЕБ	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012 станом на 01.09.2012
Докторанти	—	—	—	—	1	1	1	1+1 пошукач	1 пошукач
Аспіранти	—	1	1	2	2	2	5	5+1 пошукач	5+1 пошукач
Захищені дисертації	—	—	—	—	—	1к	—	1д	—
Монографії	—	—	—	—	—	1	—	3	1
Статті	2	11	11	9	14	19	18	25	16
Проведення конференцій (КЕБ як співорганізатор)	—	—	—	1	1	1	1	3	1
Тези доповідей на конференціях	5	15	20	19	19	61	78	83	20
Охоронні документи	—	—	—	2	2	—	4	5	1

Із 125 статей, опублікованих співробітниками КЕБ у фахових виданнях, 11 підготовано у співавторстві зі студентами; з 320 тез доповідей, виголошених на конференціях, 155 підготовано за участі студентів, а 115 — це самостійні студентські роботи; з 14 патентів 2 одержано спільно зі студентами.

Тематика виконуваних на кафедрі науково-дослідних робіт відповідає пріоритетним напрямам розвитку науки і техніки («Національне природокористування») та стратегічним пріоритетним напрямам інноваційної діяльності в Україні на 2009–2013 рр. («Вдосконалення хімічних технологій, нові матеріали, розвиток біотехнологій» та «Охорона і оздоровлення людини та навколишнього середовища»).

За отриманими в процесі виконання НДР результатами підготовано наукову концепцію, яка полягає в комплексному підході до очищення висококонцентрованих стічних вод промислових підприємств і стічних вод міст [22]. Анаеробно-аеробну біотехнологію очищення стічних вод впроваджено на очисних спорудах ВАТ «Славутський солодовий завод» (2010 р.); на очисній станції РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал» застосовано технологію багатоступеневого анаеробно-аеробного очищення міських стічних вод із використанням іммобілізованих мікроорганізмів (2012 р.).

Результати науково-дослідних робіт активно застосовують у навчальному процесі, зокрема під час викладання дисциплін «Гідробиологія», «Біотехнології очищення води», «Гідроекологія», «Біологічні та хімічні сенсорні системи», «Біохімія ксенобіотиків», «Основи біоенергетики», «Біотехнології перероблення побутових відходів», «Екологічний моніторинг» та ін. Студенти здійснюють наукові дослідження з актуальної проблематики в межах навчальних дисциплін і презентують їхні результати у формі статей, доповідей, науково-дослідних проєктів тощо.

Крім того, за результатами названих вище робіт докторант кафедри доцент Л.А. Саблій підготувала і в 2012 р. успішно захистила

докторську дисертацію на тему «Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод»; видано дві монографії: «Біоелектрохімічне продукування електричної енергії та водню» (Є.В. Кузьмінський, К.О. Щурська, І.А. Самаруха), «Екологічна біотехнологія очищення стічних вод та культивування кормових організмів» (Л.А. Саблій); впроваджується наскрізна інтегрована підготовка магістр-кандидат наук (PhD); 5 аспірантів, випускників магістратури, виконують дисертаційні роботи; опубліковано 1 навчальний посібник, понад 20 статей, отримано 5 патентів України. Щорічне зростання кількості аспірантів і докторантів сприяє підвищенню якості підготовки наукових кадрів, розширенню меж науково-дослідної роботи кафедри, упровадженню її результатів у навчальний процес.

Робота над науково-дослідними проєктами повинна бути неодмінною складовою навчального процесу в технічних університетах, адже вона повною мірою розвиває аналітичне мислення студентів, дає їм змогу реалізувати свої здібності. Робота над проєктами, приділення посиленої уваги практичній компетентності майбутніх фахівців — це елементи організації науково-дослідної діяльності студентів технічного університету.

Науково-дослідна робота зі студентами кафедри спрямована на формування в них загальної наукової культури, дослідницьких умінь і навичок; виявлення здібної і творчо мислячої молоді, залучення її до різних форм наукової діяльності; популяризацію наукових досліджень. Щорічно понад 20 студентів-екобіотехнологів стають учасниками наукових проєктів; за тематикою НДР захищено 10 дипломних проєктів, 8 магістерських робіт; 19 студентів є членами наукового товариства студентів та аспірантів факультету біотехнології і біотехніки, 10 — членами наукового товариства студентів та аспірантів НТУУ «КПІ». У 2011 р. Президія Національної академії наук України присудила Премію

НАН України для молодих учених і студентів вищих навчальних закладів за кращі наукові роботи двом випускникам магістратури КЕБ – І.А. Самарусі та К.О. Щурській за комплексну наукову роботу «Біоелектрохімічне отримання електричної енергії та водню».

Як свідчать зарубіжні й вітчизняні дослідження останніх десятиліть, проблему організації науково-дослідної діяльності студентів у технічних університетах розглядають крізь призму двох основних аспектів соціально-практичної актуальності – необхідності покращення якості підготовки фахівців у напрямі розвитку творчого ставлення до майбутньої професії і забезпечення потреби в неперервному зростанні наукового потенціалу особистості. Наприклад, досвід Німеччини цікавий для української системи вищої технічної освіти тим, що університети, зберігаючи під час навчання пріоритет наукової діяльності, почали реалізовувати ефективну систему розвитку творчого потенціалу фахівців, здатних до інноваційної діяльності [23].

Використанню цих напрацювань за наших реалій, а також єдності навчання і дослідницької роботи значною мірою сприяють закордонні стажування студентів кафедри. Ідеться, зокрема, про участь у різноманітних міжнародних літніх школах: у Бонн-Рейн-Зігському університеті прикладних наук (Bonn Rhein-Sieg University of Applied Sciences), Бранденбурзькому технічному університеті в Коттбусі (Cottbus LS Mechanische Verfahrenstechnik), Люнебурзькому (Leuphana Universität Lüneburg) і Бохумському (Ruhr-Universität Bochum) університетах, Федеральному інституті дослідження й випробування матеріалів (Federal Institute for Material Research and Testing) за грантами Міжнародної асоціації обміну студентами технічних спеціальностей, DAAD; «New solutions to old problems – Biotechnology for a sustainable future» (Лундський університет, Швеція), «Contribution of Chemistry and Material Engineering to Environmental Issues» у Варшавській та



Лауреати Премії НАН України для молодих учених і студентів, випускники КЕБ І.А. Самаруха та К.О. Щурська

Кошалінській політехніках; «Recent hybrid drive technology – unconventional sources of energy» на базі Варшавської політехніки. Старшокурсники неодноразово брали участь і виступали з доповідями на різного рівня конференціях: Міжнародній студентській конференції з природничих наук «COINS–2010» (Вільнюський університет, Литва); «Ломоносов–2010» (Московський державний університет ім. М.В. Ломоносова, Російська Федерація); Першій міжрегіональній науково-практичній студентській конференції «Точка зору»; у з'їзді СНД «Самоврядування молодіжних організацій» (Нальчик, Російська Федерація); XIV виставці-ярмарку «Екологія–2011» та ін.

Ряд студентів-магістрантів успішно виконали програми НДР за грантами, які двічі вигравали на конкурсах на одержання фінансової підтримки науково-дослідних робіт студентів і аспірантів НТУУ «КПІ». У 2011 р. студентка IV року навчання КЕБ К.В. Демиденко вступила до магістратури в Бонн-Рейн-Зігському університеті прикладних наук (Німеччина), а студентка-третьокурсниця А.І. Долман отримала грант Міжнародної програми Фулбрайта на виконання магістерської програми в університеті США.

Табл. 2

Порівняльна характеристика інтегральних показників КЕБ

Показник	Кафедри передових університетів	Кафедра екобіотехнології та біоенергетики
Орієнтація на сучасні пріоритетні напрями науки і техніки	+	+
Прагнення до лідерства	+	+
Проведення власними силами фундаментальних досліджень і виконання прикладних розробок	+	+
Наявність власної системи забезпечення якості освіти	+	+
Залучення провідних фахівців на тимчасову роботу	+	+
Співвідношення чисельності викладачів і студентів	1:6	1:16
Конкурсний підхід до формування складу студентів та викладачів	+	+
Щорічне видання підручників і навчальних посібників з грифом (на 10 наук.-пед. працівників)	підручники – не менше ніж 0,08; посібники – 0,45	підручники – 5,7 посібники – 20
Кількість монографій та наукових оглядів (друк. арк. на 10 працівників за рік)	5,1	7,1
Участь викладачів у наукових дослідженнях і розробках	+	+
Використання результатів досліджень у практиці навчання студентів	+	+
Кількість студентів, які беруть участь у виконанні науково-дослідних робіт	28%	22%
Частка дослідницької роботи в обсязі навчальних планів магістрів	не менш ніж 30%	не менш ніж 30%
Кількість докторантів (на 10 працівників)	0,07	1,4
Кількість аспірантів (на 10 працівників)	2,0	7,1
Наявність наукових публікацій у магістрів	не менше ніж 50%	100%
Інноваційна спрямованість, участь у роботі наукових технопарків	+	+
Кількість проведених конференцій та семінарів (на 10 працівників)	3,0	7,1
Інформаційна відкритість	+	+
		сайт, радіо, преса

ПОКАЗНИКИ КАФЕДРИ

Як вельми позитивний результат нероздільності викладання і дослідницької роботи в процесі становлення кафедри екобіотехнології та біоенергетики НТУУ «КПІ» наведемо такі показники КЕБ порівняно з іншими 136 кафедрами Університету за підсумком 2011 р.:

- за рейтингом викладачів – 4 місце – 2269 балів (середній бал по НТУУ «КПІ» – 1586);

- за результатами навчально-методичної роботи – 10 місце – 1170 балів (середній бал по НТУУ «КПІ» – 969);

- за результатами науково-інноваційної діяльності – 8 місце – 743 бали (середній бал по НТУУ «КПІ» – 395);

- за середнім інтегральним рейтингом магістратури – 6 місце – 21 бал (максимум по НТУУ «КПІ» – 23 бали).

І насамкінець, порівняльна характеристика інших інтегральних показників КЕБ і

середньостатистичного провідного «західного» університету, наведена в табл. 2, свідчить про правильність обраних пріоритетів і напрямів розвитку кафедри як структурного підрозділу дослідницького університету.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Кузьмінський Є.В., Голуб Н.Б., Кухар В.П.* Предмет і освітні аспекти екобіотехнології // Вища освіта України. — 2007. — № 2. — С. 55–62.
2. *Згуровський М.З.* Шлях до суспільства, заснованого на знаннях // Дзеркало тижня. — 21–27 січня 2006. — № 2.
3. Прогноз науково-технічного та інноваційного розвитку України / за ред. А.П. Шпака, А.М. Гуржія. — К.: Фенікс, 2006. — С. 45–49.
4. *Кухар В.П., Кузьмінський Є.В., Ігнатюк О.А., Голуб Н.Б.* Екобіотехнологія та біоенергетика: проблеми становлення і перспективи розвитку // Вісник НАН України. — 2005. — № 9. — С. 3–18.
5. *Кузьмінський Є.В., Кухар В.П.* Біоенергетика — вибір майбутнього // Дзеркало тижня. — 16 липня 2005. — № 27–28.
6. *Кузьмінський Є.В., Голуб Н.Б.* Біоенергетика — невід’ємна складова екобіотехнології // Біотехнологія. Біотехніка. Харчові технології. — 2006. — № 1. — С. 110–117.
7. *Кузьмінський Є.В., Голуб Н.Б., Щурська К.О.* Стан, проблеми та перспективи біоенергетики в Україні // Відновлювана енергетика. — 2009. — Т. 17, № 4. — С. 70–79.
8. *Кузьмінський Є.В.* Екологічна біотехнологія та біоенергетика — реклама спеціальності // Кампус. — 2010. — № 6(13). — С. 55.
9. *Кларк Б.Р.* Интеграция исследований и обучения: модели XIX и XX столетий // Вестник высшей школы. — 2007. — № 2. — С. 35–37.
10. *Дежина И.Г.* Интеграция науки и образования: оценка работы научно-образовательных центров и ведущих российских университетов // Вестник высшей школы. — 2008. — № 7. — С. 20–23.
11. *Манушин Э.А.* Перспективные направления интеграции науки и высшего образования России // Экономика и управление. — 2007. — № 3. — С. 126–128.
12. *Шорин В.П.* Интеграция науки и высшего образования // Высшее образование сегодня. — 2002. — № 1. — С. 3–8.
13. *Глуценко А.А.* Влияние интеграции учебной и научной деятельности преподавателей высшей школы на качество подготовки специалиста: дисс. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. — М., 1998. — 431 с.
14. *Козлов А.В.* Проектирование и реализация системы научно-исследовательской деятельности студентов технического колледжа на основе учебно-научно-производственной интеграции: дисс. ... д-ра пед. наук: 13.00.08. — Тольятти, 2004. — 267 с.
15. *Сазонова З.С.* Интеграция образования, науки и производства как методологическое обоснование подготовки современного инженера: дисс. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. — Казань, 2008. — 439 с.
16. Лиссабонская декларация. Университеты Европы после 2010 года: многообразие при единстве целей // <http://eua.be>.
17. *Левчишена О.М.* Интеграція вищої освіти і науки України в умовах реформування та соціально-економічних змін (1996-2007 рр.) // http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/inb/2009-2/09_levchyshena.pdf.
18. Державна цільова науково-технічна та соціальна програма «Наука в університетах» на 2008–2017 роки // <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/>.
19. *Маршнина Т.В.* О ходе реализации Федеральной целевой программы «Интеграция науки и высшего образования России на 2002–2006 годы» // Физическое образование в ВУЗах. — 2003. — № 3. — С. 6–8.
20. *Ратнер Ф.Л.* Дидактические концепции и современные тенденции развития творческих способностей студентов в научной деятельности за рубежом: дисс. ... д-ра пед. наук: 13.00.01. — Казань, 1997. — 326 с.
21. Основні наукові напрями і найважливіші проблеми фундаментальних досліджень у галузі природничих, технічних і гуманітарних наук на 2009–2013 роки // http://www.nas.gov.ua/infrastructures/Legaltexts/Others/mon/Documents/091126_1066_609.pdf.
22. Біотехнологія очищення стічних вод різноманітного походження з одночасним одержанням електрики: звіт про НДР. — К., 2010. — 258 с.
23. *Strategieprozesse: Ideen für die Zukunft in Bildung und Forschung* // <http://www.bildungsserver.de/innovationsportal/zeigen.html?seite=4733>.

Стаття надійшла 27.08.2012 р.

Е.В. Кузьминский

Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»
пр. Победы, 37, Киев, 03056, Украина

ИНТЕГРАЦИЯ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ
И ПРЕПОДАВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ
СТАНОВЛЕНИЯ КАФЕДРЫ
ЭКОБИОТЕХНОЛОГИИ И БИОЭНЕРГЕТИКИ
НАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА УКРАИНЫ «КПИ»

На примере становления кафедры экобиотехнологии и биоэнергетики НТУУ «КПИ» рассмотрены основные положения единства науки и образования как наиболее важного условия усовершенствования профессиональной подготовки будущих инженеров-биотехнологов. Особое внимание уделяется вопросам сотрудничества кафедры с ведущими учеными и профильными институтами НАН Украины.

Ключевые слова: интеграция, наука, высшее техническое образование, экологическая биотехнология, биоэнергетика.

Y.V. Kuzminskiy

National Technical University of Ukraine
«Kyiv Polytechnic Institute»
37 Prospect Peremogy, Kyiv, 03056, Ukraine

INTEGRATION OF SCIENTIFIC & RESEARCH
WORK AND TEACHING ON THE EXAMPLE
OF DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL
BIOTECHNOLOGY AND BIOENERGY
FORMATION IN NTUU «KPI»

The paper presents the main provisions of the unity of science and education on the example of Department of Environmental Biotechnology and Bioenergy formation in NTUU «KPI» as the most important condition for the improving of professional training of future biotechnology engineers. The cooperation of Department with leading scientists and institutions of NAS of Ukraine is highlighted.

Keywords: integration, science, higher technical education, environmental biotechnology, bioenergy.