

М.А. ТКАЧУК, докт. техн. наук, проф., зав. каф. ТММ і САПР, НТУ «ХПІ»

ДО 125-РІЧЧЯ НТУ «ХПІ». КАФЕДРА ТММ І САПР: ФОРМУВАННЯ ТА РОЗВИТОК НАУКОВО-ОСВІТНЬОГО ПРОСТОРУ

В статті описано розвиток науково-образовательного простору на прикладі кафедри "Теорія і системи автоматизованого проектування механізмів і машин" Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут".

In this paper development of research and education space on the example of chair «Theory and Systems of Mechanisms and Machines Automated Design» of the National technical university «Kharkov Polytechnic Institute» is described.

1. Постановка проблеми створення науково-освітнього простору на різних рівнях. Освітньо-науковий простір поєднує дві складові: новаторську за змістом та консервативну за формами. Болонський процес, що захопив українські університети, стимулює розвивати першу складову та універсалізувати другу. При цьому перехід до єдиних, уніфікованих з Європою, вимог до підготовки студентів передбачає, крім позитивних моментів, ще й деяку обмеженість свободи при складанні навчальних планів. Особливо це відчутно в умовах України.

Таким чином, складається певне протиріччя між запитамі роботодавців, інтересами студентів та можливостями університетів. Цю особливість даної ситуації можна було спрогнозувати вже багато років тому. Більше того, не викликає сумніву, що найближчим часом вона ще більш загостриться. У зв'язку з цим потрібно запропонувати нові шляхи розвитку навчально-освітнього процесу, які б дали змогу природним чином інтегрувати нашу освіту у європейський простір.

На кафедрі «Теорія і системи автоматизованого проектування механізмів і машин» протягом декількох років ідуть пошуки форм та змісту навчально-дослідницької діяльності, які змогли би створити сприятливі умови для розв'язання проблеми, що виникла. Стаття, що присвячена 125-річчю Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» та 90-річчю створення кафедри «Теорія і системи автоматизованого проектування механізмів і машин» (ТММ і САПР), містить опис шляхів та напрямків, які визначила та частково реалізувала кафедра ТММ і САПР НТУ «ХПІ» протягом 2005 – 2010 років.

Основним напрямком роботи кафедри протягом багатьох років є втілення стратегії інтеграції освіти і науки в університеті. Цей напрям цілком співзвучний ідеям Болонського процесу, проте має свої певні особливості.

Першою тезою запропонованого підходу є ідея про формування в університетах єдиного *науково-освітнього простору*.

Проста механічна реалізація цієї, здавалося би, незаперечної тези в умовах вітчизняних реалій гальмується обставинами, що об'єктивно склалися на сьогодні. По-перше, у плані технічного оснащення наші університети більшою частиною *неконкурентоспроможні* порівняно із зарубіжними. Їхня лабораторна база застаріла і фізично, і морально. Так, деякі демонстраційні моделі та лабораторні установки на кафедрі ТММ і САПР були введені в дію більше півстоліття тому. виправити це вимагає часу, коштів, кадрів, волі та прагнення не тільки освітянської спільноти, а всього суспільства, держави та бізнесу.

По-друге, на даний час склалася ситуація, для якої характерне неспівпадіння *номенклатури напрямів* підготовки спеціалістів не тільки з потребами роботодавця, але й із аналогічним переліком у Європі та світі. Так, наприклад, у всьому світі, у Європі та Росії іде підготовка фахівців у галузі САПР та комп'ютерної механіки, а у нас вони відсутні. А це один з найбільш актуальних секторів ринку праці.

По-третє, склалися *перекоси та деформації у пріоритетах* щодо підготовки фахівців за різними напрямками. Зокрема, сформувався значний дефіцит інженерів (проектувальників, технологів, дослідників), які глибоко володіють фундаментальними знаннями у тій чи іншій предметній області, з одного боку, та сучасними інформаційно-комп'ютерними засобами розв'язання прикладних задач, – з іншого.

З урахуванням відмічених особливостей пропонується формування науково-освітнього простору проводити поступово, але неухильно. Таким чином, другою тезою є *часова поступовість*.

Третя теза: *розширення* процесу, так би мовити, «у просторі» – тобто вичленення в освітянському просторі тих напрямів, що найбільш чутливі до процесу, та стимулювання змін спочатку в них, а вже вони будуть виступати локомотивом процесу у всіх інших.

З цього випливає четверта теза – про необхідність *визначення пріоритетів* при формуванні науково-освітнього простору, оскільки без цього важко профілювати зусилля освітянської спільноти.

І, нарешті, п'ята теза, яка визначає загальний критерій застосування перших чотирьох – *прагматизм* у процесі формування науково-освітнього простору. Якраз підходи такого типу звільнені від пут формальності, оскільки орієнтовані не на форму, що йде від вузького кола чиновників, які приймають рішення, а на їх сутність, причому з огляду на стратегію розвитку суспільних потреб у науково-освітньому середовищі, його послугах та його продукті – кадрах та знанні.

Таким чином, через призму даних підходів можна визначити конкретні критерії та варіанти дії на різних рівнях – від загальнодержавних структур до базових. Зокрема, як уже зазначалося, мова йде про формування складової частини науково-освітнього простору на рівні кафедри «Теорія і системи автоматизованого проектування механізмів і машин» Національного

технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

Опис науково-освітньої діяльності кафедри ТММ і САПР до 2005 р. міститься у статті [1]. Крім того, деякі напрями роботи освітлені у статті [2]. Тому основна увага приділена нижче в основному періоду 2006 – 2010 рр. Проте для повноти картини необхідно коротко висвітити основні моменти її історії.

2. Історична база. Є підстави вважати датою заснування кафедри 1920 рік. Проте курс «Теорія механізмів і машин» викладався з самого початку навчального процесу в НТУ «ХПІ», який почав діяльність 125 років тому як Харківський технологічний інститут. Враховуючи, що курс «Теорія механізмів і машин» є центральним, базовим при підготовці інженерів-механіків, у всі часи на рівень його викладання зверталася особлива увага. Тому й кваліфікація викладачів була високою. Різні покоління студентів і донині пам'ятають таких професорів та викладачів як проф. Д. С. Зернов, проф. П. М. Мухачов, проф. Я. В. Столяров, проф. Я. Л. Героніmus, проф. І. Є. Любарський, проф. Я. М. Майєр, доц. Ю. В. Епштейн, проф. О. А. Грунауєр, проф. В. П. Ізюмський, доц. В. П. Заблоцький, проф. І. Д. Долгих, проф. В. М. Загребельний, проф. В. О. Новгородцев, доц. В. І. Бобров, доц. Є. П. Рапота, доц. Л. С. Даниленко, доц. О. О. Хлус, доц. Р. М. Сухомлінов.

На кафедрі діяла навчальна лабораторія, у свій час оснащена досить добре. У цьому заслуга доц. Ю. В. Епштейна та інженера кафедри А. Д. Мукоеда. На даний час завідувачем лабораторії є Л. В. Васильковська, у складі лабораторії працюють інженери С. Б. Беспалько, О. А. Немчік, В. Г. Танасевський, Л. Г. Олійник.

Весь період своєї діяльності кафедра творчо й уміло поєднувала навчальний процес і наукові дослідження. Зокрема, проводились роботи з розв'язання задач зрівноважування ланок в різноманітних машинах, а саме живильників мартенівських печей, холодильних машин, двигунів самохідних шасі, механізму паророзподілення паровозу, вуглемийного комбайну (під керівництвом доц. Ю. В. Епштейна). Також вирішувались задачі синтезу кулачкових механізмів копіїв токарних та ткацьких верстатів, кулачків паливних насосів дизелів. Багато наробок кафедра мала у напрямі покращення геометрії, а також міцності і точності зубчастих коліс вугільних комбайнів, силових передач тепловозів, бортових передач тракторів (керівники доц. В. І. Бобров, доц. О. О. Хлус). Протягом багатьох років на кафедрі вирішувались проблеми регулювання двигунів внутрішнього згоряння (під керівництвом проф. О. А. Грунауєра та проф. І. Д. Долгих). На кафедрі також створювався троххідний роторно-поршневий компресор (керівник – доц. Р. М. Сухомлінов). Значний період часу проводились наукові розробки у напрямку розвитку робототехніки (під керівництвом проф. В. П. Ізюмського).

Таким чином, самим змістом та духом попередньої діяльності були

створені передумови для якісно нового етапу розвитку кафедри та подальшого створення науково-освітнього простору, що поєднує традиційні здобутки та нові напрями її діяльності.

На даний час на кафедрі ведуться роботи з декількох наукових напрямків. Напрямок «Комп'ютерні методи моделювання складних та надскладних механічних систем»: керівник напрямку – проф. М. А. Ткачук. Цей напрям підтримують дослідження викладачів та науковців Є. В. Пелешка, О. В. Кохановської, Л. М. Бондаренко, Г. Г. Кондратьєвої, О. Є. Коноваленко, Ю. В. Веретельника, О. В. Веретельника, А. Ю. Васильєва, О. В. Мартиненка, А. В. Грабовського, А. Ю. Танченка, Т. О. Васильєвої, О. К. Міхєенка, Ю. В. Костенка, К. О. Суздальцевої, С. М. Кавецького, Р. М. Виноходової, Є. Ю. Гладищевої, С. Б. Єрмоєнка, Т. О. Пелешко. Результати досліджень з цього напрямку знайшли практичне застосування при виконанні господарчих договорів з такими підприємствами, як ВАТ «Азовмаш», «Завод ім. Малишева», ХТЗ, ВАТ «Головний спеціалізований конструкторсько-технологічний інститут», ВАТ «Ізюмський тепловозремонтний завод», Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. Ситенка, КП «Харківське конструкторське бюро з машинобудування ім. О. О. Морозова».

Під керівництвом д. т. н., доц. О. О. Золочевського проводяться дослідження в галузі механіки пошкоджуваності, механіки наноматеріалів, моделювання фізико-механічних процесів у матеріалах паливних елементів, біомеханіки.

Під керівництвом доц. В. І. Серикова досліджується динаміка механізмів для підйому стандартних вантажів.

Під керівництвом доц. О. В. Устиненка ведуться плідні дослідження зубчастих передач, редукторів і трансмісій (аспіранти Р. В. Протасов, О. В. Бондаренко).

Під керівництвом проф. А. О. Зарубіної група викладачів та наукових співробітників, а саме доц. В. Б. Зеленський, доц. З. С. Сафонова, наук. співроб. І. Я. Храмцова, досліджують питання аналізу, синтезу та моделювання роботи різноманітних механізмів, зокрема, механізму ходьби на протезі, досліджують кінематику та динаміку троххідного компресора.

На кафедрі також підготовлено дисертацію з дослідження видавлювання в умовах вихрової течії металу ст. викладачем Г. А. Кротенко, захищено дисертацію з синтезу важільних механізмів з вистоем веденої ланки доц. О. І. Зінченко, а також з синтезу систем керування приводом подачі металорізальних верстатів на основі електрогідрравлічних модулів доц. О. В. Крахмальовим.

Підполковник Штатов О. Є. та доц. Пелешко Є. В. захистили дисертації з моделювання фізико-механічних процесів, які супроводжують експлуатацію транспортних засобів спеціального призначення.

Крім того, підготовлено до захисту дисертації А. Ю. Васильєва, О. В. Мартиненка з моделювання фізико-механічних процесів і станів в

елементах легкоброньованих транспортних засобів спеціального призначення. А. В. Грабовський і А. Ю. Танченко завершили дисертаційні дослідження вібраційних машин та високонавантажених кранів-перевантажувачів з урахуванням корозійного зносу та переміщення навантаження в процесі роботи.

Ю. В. Веретельник та О. В. Веретельник підготували до захисту дисертації, що розв'язують задачі аналізу напружено-деформованого стану тіл з великою кількістю регулярних вирізів та тіл, які складаються із матеріалів з різко відмінними властивостями матеріалів. Крім того, у їхніх роботах значна увага приділена, зокрема, дослідженню біомеханічних об'єктів (ендо- та екзопротези різних відділів хребта).

На кафедрі здійснюються дослідження також і з інших напрямів.

3. Постановка, аналіз проблеми. Аналіз ситуації в окремо взятому університеті, факультеті, на кафедрі не можна здійснювати без огляду на загальне тло, яким служить стан сучасної вітчизняної науки і освіти, та напрями їх перебудови.

При визначенні основних критеріїв перебудови науки та освіти необхідно відштовхнутися від незаперечних реалій, тенденцій та національних інтересів України:

- Світові тенденції глобалізації, інтенсифікації усіх сторін життя та жорсткої конкуренції вже давно диктують не тільки бізнесову складову життя, політичну та інші його складові, але й наукову. Тому інфантилізм, тенденції утримання, ізоляціонізму треба викреслити, змінивши сам погляд на вітчизняну науку та освіту, її роль, місце та стратегії розвитку.

- Незважаючи на світові інтеграційні процеси, науковий потенціал кожної розвиненої держави є однією з найбільших цінностей нації, до якої ця держава ставиться з особливою увагою.

- В Україні наука за своїм змістом збереглася значною мірою в університетських закладах та академічних установах, але пригноблюється формою управління, що склалася, та державною політикою у цій галузі.

- Загальноприйнятою практикою у світі є визначення групи стратегічних напрямів фундаментальних та прикладних наукових досліджень, що саме у даній країні на даному історичному відрізку можуть дати найбільший ефект. Цей прагматичний підхід є повною протилежністю тієї політики, що проводилася в Україні: мізерне фінансування широкого спектру досліджень без чітко виділених пріоритетів. Немає пріоритетів – немає результатів. І це підтверджується історією майже п'ятнадцятирічного самостійного існування української науки: дуже мало реальних досягнень, мізерна ефективність впровадження результатів досліджень, занепад наукових шкіл.

Аналіз історичних уроків світового досвіду дозволяє сформулювати наступні *критерії* науково-технічного розвитку України: прагматизм; визначення пріоритетів; конкурсна основа розгляду масштабних наукових

проектів; формування чітких критеріїв оцінки діяльності наукових закладів, колективів, керівників; залучення світового досвіду наукових доробок та технологій; зв'язок «наука – виробництво – освіта», що оформлюється в системну співпрацю; перегляд ролі університетів та формування системи «університет – науково-дослідний інститут» як основної одиниці науково-освітньо-виробничого комплексу.

У цьому контексті досить яскраво виглядає проблема впровадження передових комп'ютерних технологій в науку, освіту та виробництво, причому з акцентом на реальний сектор економіки.

4. Пріоритети розвитку науки і освіти: механіка, машинобудування, комп'ютерні технології. Україна на даний час знаходиться на етапі формування напрямів розвитку як самостійна держава у всіх галузях. Це стосується в першу чергу і високотехнологічних галузей промисловості, і оборонних технологій, і аналізу процесів у складних системах різної природи. Аналіз ситуації у сфері наукових досліджень з точки зору комп'ютеризації та інформатизації дає можливість сформулювати наступні висновки.

Невідповідність політики у науковій сфері потребам та можливостям, що склалися. Зокрема, фінансування наукових проектів за рахунок державного бюджету не має цільового спрямування, а також аналізу ефективності використання коштів. Дуже часто фінансування здійснюється «від досягнутого», причому неперспективні напрями фінансуються, а ті, що кричуще необхідні для розвитку науки, промисловості, суспільства (в першу чергу – інформаційні та комп'ютерні технології для реального сектору економіки), не можуть отримати відповідного фінансування та розвитку.

Ігнорування ситуації, що складається у найближчому майбутньому. Інноваційний шлях розвитку, що заявлений для України, для держави, яка вступає в СОТ, в умовах глобалізаційних процесів приведе до наступних проблем:

1) ліцензування програмного забезпечення, в т.ч. для систем моделювання фізико-механічних процесів, яке використовується для обґрунтування параметрів машин та обладнання, що йде на експорт;

2) необхідність різкого підвищення рівня *конкурентоспроможності* вітчизняних товарів навіть на внутрішньому ринку;

3) *аналіз та прогноз* процесів у вітчизняній фінансово-економічній системі;

4) наявність колективів висококваліфікованих *дослідників-аналітиків* з різних галузей, зосереджених бажано в окремих центрах;

5) фінансова *неспроможність* та недоцільність для окремих підприємств, фірм та галузей самостійно вирішувати цю проблему;

6) створення центрів *відтворення* висококваліфікованих фахівців, в тому числі найвищої кваліфікації.

Для цього необхідні високі потужності обчислювальної техніки,

зосереджені під державним контролем, оскільки «самотужки» вирішувати дані проблеми ніякі організації та установи не в змозі.

Критичні напрямки. Серед наукових напрямків, що критичні для розвитку та національної безпеки України, є, зокрема, проблема створення нових *інтегрованих комп'ютерних технологій* наукових досліджень, що поєднують переваги наукових розробок вітчизняних учених та світові досягнення у тій чи іншій галузі.

Все це зумовлює необхідність створення державних центрів, що акумулюють наукове, програмне та апаратне забезпечення на найбільш критичних напрямках у вигляді *унікальних програмно-апаратних комп'ютеризованих комплексів*.

5. Інноваційні комп'ютерні технології в науці, освіті, виробництві.

Україна знаходиться на самому початку шляху до глибинного впровадження інформаційних технологій в науку, освіту, виробництво. Це видно хоча б з порівняння деяких фактичних матеріалів.

1). Порівняльний стан апаратного забезпечення (АЗ).

Одним із наочних «моніторів» поточного стану проблеми є порівняння комп'ютерних потужностей, що встановлені в Україні, країнах СНД та у світі.

У рейтингу «ТОП-500» кращих комп'ютерних систем світу (<http://www.top500.org>) на середину 2010 р. лідирує система Oak Ridge National Laboratory (США), з продуктивністю 1,8-2,3 Pflops (1 Pflops – 10^{15} операцій в секунду). Найнижчий рівень систем у цих рейтингах на сьогодні – біля 25 – 50 Tflops (1 Tflops – 10^{12} операцій в секунду). Україна в цьому рейтингу не представлена. В той же час у рейтингу «ТОП-50» кращих комп'ютерних систем країн СНД (<http://parallel.ru/>) лідирує Московський університет з продуктивністю системи біля 400 Tflops, тоді як кращі українські системи посідають 22, 23-те місце з продуктивністю до 7,5 Tflops.

Таким чином, аналіз цих даних свідчить про наступне:

- Для підтримання комп'ютерних ресурсів на світовому рівні потрібно використовувати кластерні системи, що володіють масштабованістю та можливістю нарощування, а також є більш дешевими;

- Для оволодіння сучасними кластерними технологіями доцільно розвивати мережу державних спеціалізованих регіональних комп'ютерних кластерних систем помірної потужності та відносно недорогих;

- Для отримання переваг світової співпраці необхідно використовувати для розв'язання найбільш актуальних і важливих задач GRID-технології, тобто, наприклад, підключення провідних університетів Києва, Харкова, Львова, Донецька, Дніпропетровська та інших міст через систему URAN до Європейської системи GEANT-2, причому це повинно здійснюватися не тільки заради самого підключення, але й заради створення умов для виконання реальних дослідницьких проєктів.

2). Порівняльний стан програмного забезпечення (ПЗ).

Якщо аналізувати програмне забезпечення, то найбільш катастрофічна ситуація з ліцензійним програмним забезпеченням складається у галузі механіки та машинобудування. У зв'язку зі вступом до СОТ Україна отримує проблемну ситуацію, коли університети, НДІ, підприємства не будуть забезпечені такими ліцензійними CAD/CAM/CAE-системами як Pro/ENGINEER, Siemens PLM, ANSYS, Nastran, ADAMS, SolidWorks, Inventor, CATIA, LS-DYNA, Fluent та десятками інших. Це не тільки спричинить значні штрафи та позови, але й створить умови «самовідтворення» ситуації через неможливість підготовки кадрів в університетах на цих ліцензійних системах.

Для розв'язання проблемної ситуації НТУ «ХПІ» пропонує сконцентрувати ліцензійні CAD/CAM/CAE-системи в потужних університетських центрах, що дасть змогу згладити «перший удар ліцензійного шоку» для України та готувати інженерні та наукові кадри. Саме такі системи розгорнуті в Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» в центрі «Тензор».

Основна перевага такого шляху – економія ресурсів у сотні мільйонів доларів, цивілізованість та створення комфортного перехідного періоду у 3-5 років до світового рівня.

3). Порівняльний стан наукового забезпечення (НЗ).

Якщо перші 2 позиції демонструють провали та відставання від світових лідерів, то якраз оригінальні наукові розробки вітчизняних учених є прикладом конкурентоспроможності на світовому ринку.

Для забезпечення розвитку цього надбання у першу чергу необхідні технології інтеграції цих знань у світові програмно-апаратні розробки. Так, у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» (НТУ «ХПІ») створено науковий напрямок із комп'ютерного моделювання фізико-механічних процесів у складних та надскладних механічних системах для забезпечення науково обґрунтованих проектних рішень, що дозволяє різко підвищити технічний рівень вітчизняних виробів на світовому ринку.

Учені мають значний науково-практичний досвід та значний доробок у напрямі, впровадження комп'ютерно-інформаційних технологій у науку, освіту, виробництво:

1) для опису складних та надскладних механічних систем авторами розроблено *узгаальнений параметричний метод*, принциповою новизною якого є теоретико-множинний підхід до опису якісних та кількісних характеристик складних та надскладних механічних систем;

2) запропоновано принципово нову *технологію* досліджень складних механічних систем: замість розробки частинних математичних моделей або адаптації універсальних до вирішення специфічних складних задач пропонується створення *метамodelей*, які складаються з 2-х частин – загальної та спеціалізованої;

3) на основі метамоделей запропоновано методи створення *метасистем* комп'ютерного моделювання на основі поєднання спеціалізованих авторських модулів, що враховують специфіку об'єкта досліджень, та універсальних систем комп'ютерного моделювання.

6. Приклади масштабних проєктів

Особливістю поточного стану наукових досліджень є переміщення центру їх ваги із наукових лабораторій в профільні КБ, заводи НДІ, що займаються розробкою та виготовленням сучасних машин, споруд та обладнання. При цьому дослідницькі задачі, що супроводжують ці розробки, поєднують, з одного боку, необхідність залучення теоретичних основ для опису складних механічних процесів. З іншого боку, при цьому виникають складні дискретні моделі великого обсягу, що потребують використання потужних обчислювальних ресурсів та програмного забезпечення. І, нарешті, потрібні новітні технології, що поєднують усі названі складові у єдиний потужний інструмент досліджень, та обґрунтування проєктно-технологічних рішень з метою підвищення технічних характеристик створюваних машин.

Всі ці характерні моменти проявилися під час сумісних фундаментальних та прикладних досліджень з академічними інститутами, галузевими НДІ, КБ, заводами та зарубіжними партнерами, які проводили учені кафедри ТММ і САПР та центру «Тензор».

На кафедрі протягом 2005-2010 рр. виконується низка науково-дослідних фундаментальних та прикладних робіт:

- держбюджетні теми М1202 «Шторм», М1203 «Гром», М1204 «Хвиля», М1205 «Розвиток теоретичних основ синтезу геометрії та моделювання втомної міцності нових зубчастих зачеплень» під керівництвом проф. Ткачука М.А. та доц. Устиненка О.В.;

- гранти на виконання Державних цільових програм: IT/480-2007 «Розробка теоретичних основ комп'ютерних кластерних технологій та унікального програмно-апаратного комплексу для дослідження складних та надскладних механічних систем» у рамках Державної програми «Інформаційні та комунікаційні технології в освіті і науці» на 2006-2010 роки та НЧ/429-2007 «Вітроенергетичні установки: теоретичні основи методів моделювання та підвищення ресурсу силових елементів конструкцій» у рамках Державної науково-технічної програми «Ресурс» під керівництвом проф. Ткачука М. А.;

- гранти з міжнародного співробітництва: № М151-2007 (партнер – США), М 46-2008 за україно-французькою програмою «Дніпро»; грант CRDF за україно-американською програмою дослідження перовськітоподібних матеріалів (2008–2010) під керівництвом д.т.н., доц. Золочевського О. О.;

- господарчі договори з ВАТ «Головний конструкторсько-технологічний інститут» (ГСКТИ), м. Маріуполь: №12765 з дослідження віброударних машин, №12827 з моделювання напружено-деформованого стану перевантажувачів, №12878 з дослідження кінематики, статички та

міцності механізму нахилу дугової сталеплавильної печі; договір №12770 з моделювання корпусів транспортних засобів, замовник – ХКБМ ім. О. О. Морозова; договір № 12493 з моделювання процесів у корпусах легкоброньованих машин, замовник – ДП «Завод ім. Малишева»; договір №12495 про дослідження напружено-деформованого стану елементів тепловозів типу 2ТЕ, замовник – ВАТ «Ізюмський тепловозоремонтний завод»; договір № 12361 про дослідження процесів у транспортних засобах легкої категорії за масою, замовник – ВАТ «ХТЗ»; договір №12572 з моделювання гідропневмообладнання, замовник – ВАТ «Промгідропривод», та інші. Договори виконуються під керівництвом проф. Ткачука М. А. та доц. Золочевського.

Крім того, були укладені та успішно виконані сумісно з іншими кафедрами університету договори про співробітництво з КП «Харківське конструкторське бюро з машинобудування ім. О.О. Морозова», з ДП «Завод ім. Малишева», з ВАТ «Головний спеціалізований конструкторсько-технологічний інститут» (ГСКТІ, м. Маріуполь), з Інститутом патології хребта та суглобів (ІПХС) ім. проф. Ситенка (м. Харків), з концерном «Бронетехніка України», з Харківським бронетанковим ремонтним заводом.

Зокрема, проведені дослідження кінематики, статички, динаміки, напружено-деформованого стану рам тепловозів типу 2ТЕ, корпусів легкоброньованих машин, густоперфорованих елементів машинобудівних конструкцій, елементів біомеханічних систем, силових елементів вітроенергетичних установок, вібраційних машин з дебалансним приводом, великогабаритних кранів-перевантажувачів, механізму нахилу дугової сталеплавильної печі, елементів гідропередач, цистерн паливозаправників, бронетранспортерів, штампів та прес-форм, а також багатьох інших об'єктів (рис. 1-15).



Рисунок 1 – Дослідження динаміки та напружено-деформованого стану конструкцій тепловозів (рами) 2ТЕ методом скінченних елементів із використанням параметричних моделей (договір із ВАТ «Ізюмський тепловозоремонтний завод»)

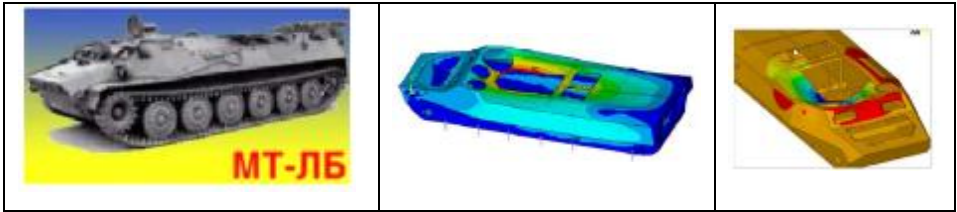


Рисунок 2 – Дослідження напружено-деформованого стану силових елементів багатоцільових тягачів МТ-ЛБ методом скінченних елементів із використанням параметричних моделей (договір із ВАТ «Харківський тракторний завод»)

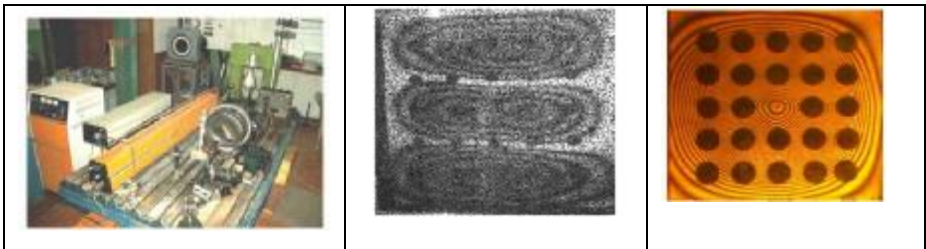


Рисунок 3 – Розробка нового методу розрахунково-експериментального дослідження напружено-деформованого стану складних механічних об'єктів методом скінченних елементів та методом голографічної інтерферометрії (грант №1064 із Науково-технологічним центром в Україні на замовлення США)

На кафедрі у 2009-2010 рр. у співдружності з фірмою «ТАВІ», ДП Укрзалізниця, ВАТ «Ізюмський тепловозремонтний завод», Харківським національним автомобільно-дорожнім університетом та Національним транспортним університетом виконано комплекс досліджень із теоретичного обґрунтування технології дискретного зміцнення елементів високонавантажених машин. Вони є складовою роботи «Створення високонадійної транспортної техніки на основі науково-технічної розробки процесів дискретного зміцнення високонавантажених деталей форсованих двигунів та агрегатів», що подана у 2010 р. на здобуття Державної премії України в галузі науки і техніки.

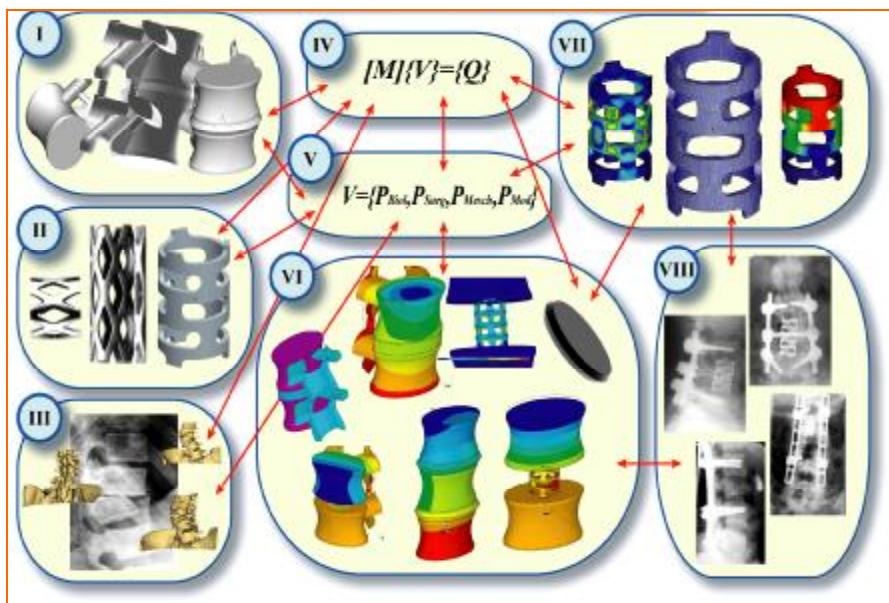


Рисунок 4 – Загальна структура та етапи досліджень елементів біомеханічних систем на основі поєднання методів узагальненого параметричного опису складних систем, геометричного та скінченно-елементного моделювання (НТУ «ХПІ» сумісно з ПХС ім. проф. Ситенка АМН України)

7. Презентація масштабних проєктів та підготовка кадрів. Наукові результати досліджень доповідалися на конференціях з проєктування транспортних засобів спеціального призначення (Алушта, Харків), методів проєктування раціональних конструкцій (Львів) та семінарах з питань автоматизованого проєктування на ДП «Завод ім. Малишева» та КП «Харківське конструкторське бюро з машинобудування ім. О.О. Морозова», на щорічних міжнародних конференціях «Інформаційні технології: наука, техніка, освіта, здоров'я» (MicroCAD) у Харкові, на Міжнародних симпозиумах українських інженерів-механіків у Львові, на міжнародних конференціях «Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні» і «Проблеми і перспективи розвитку процесів і машин обробки тиском» на базі Донбаської державної машинобудівної академії (м. Краматорськ), на Міжнародній науково-технічній конференції «Прогресивні методи і технологічне оснащення процесів обробки металів тиском» на базі Балтійського державного технічного університету «Воснмех» ім. Д.Ф. Устінова (м. Санкт-Петербург), Міжнародній конференції «Актуальні проблеми прикладної математики і механіки» (Харків, ІПМаш ім. А. Підгорного), міжнародній науково-технічній конференції «Вібрації в

техніці та технологіях» (м. Львів), конференції «Енергетика у АПК» (м. Мелітополь), Міжнародній науково-технічній конференції «Машинобудування та техносфера XXI століття» (м. Севастополь), Міжнародній науково-технічній конференції пам'яті академіка В.І.Моссаковського «Актуальні проблеми механіки суцільного середовища і міцності конструкцій» (м. Дніпропетровськ), Всеукраїнських науково-практичних конференцій «Перспективи розвитку озброєння і військової техніки в Збройних Силах України» (м. Львів), II міжнародній науково-технічній конференції молодих спеціалістів «Азовмаш-2008» за участю ЮНЕСКО (м. Маріуполь), Міжнародних науково-технічних конференціях «Фізичні і комп'ютерні технології» (м. Харків), Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Біоматеріали в ортопедії та травматології» (м. Харків), міжнародних науково-технічних конференцій «Динаміка, надійність і довговічність механічних і біомеханічних систем і елементів їх конструкцій» (м. Севастополь).

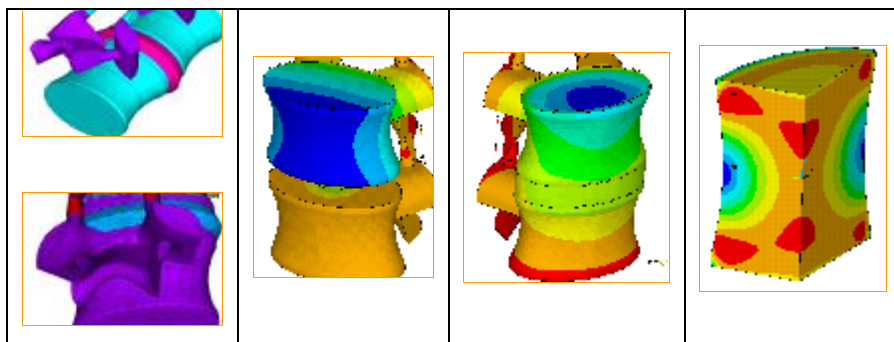


Рисунок 5 – Дослідження напружено-деформованого стану сегментів хребта з імплантатами методом скінченних елементів із використанням параметричних моделей

Крім того, кафедра з 2008 р. проводить щорічні науково-технічні конференції «Проблеми якості і довговічності зубчастих передач, редукторів, їх деталей і вузлів», які проходять у серпні-вересні у м. Севастополі.

Також здійснено біля 40 доповідей на різних інших конференціях у Москві, Дніпропетровську, Харкові, Ріо-де-Жанейро, Мінську, Севастополі, Львові.

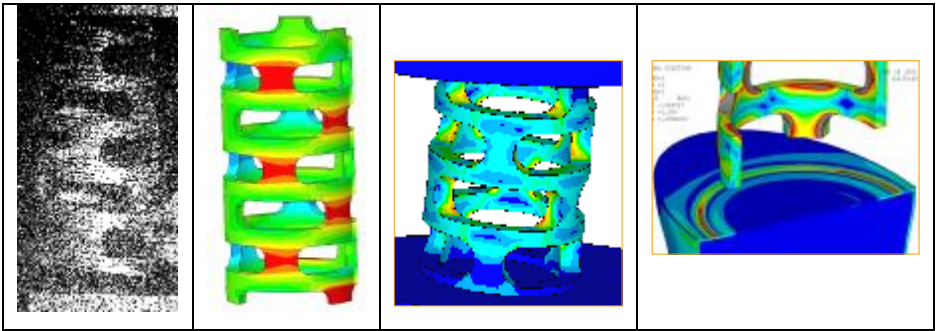


Рисунок 6 – Розрахунково-експериментальне дослідження напружено-деформованого стану імплантів хребта методами скінченних елементів та голографічної інтерферометрії

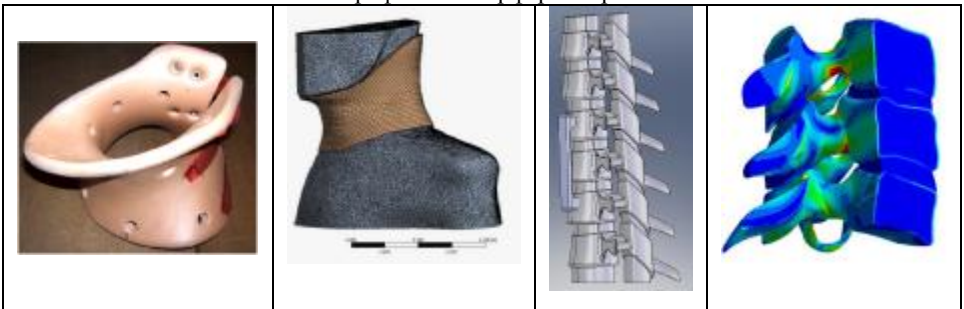


Рисунок 7 – Дослідження напружено-деформованого стану шийного відділу хребта з імплантатами та ортезами методом скінченних елементів із використанням параметричних моделей (НТУ «ХПІ» сумісно з ПІХС ім. проф. Ситенка АМН України)

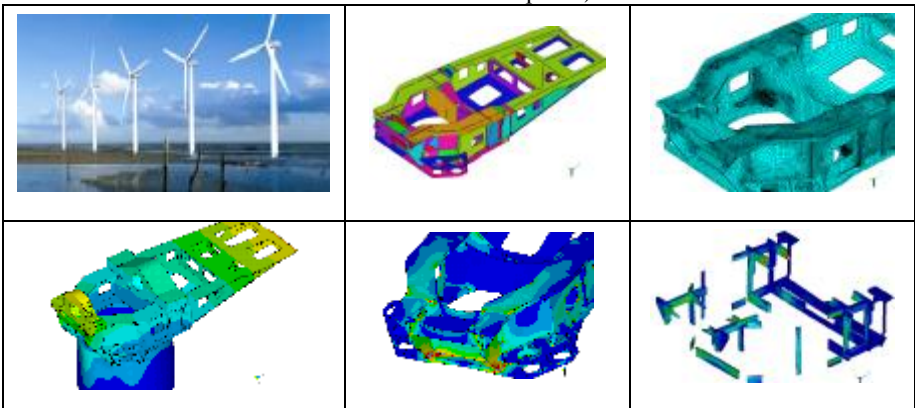


Рисунок 8 – Комплекс геометричних та скінченно-елементних моделей зварних рам ВЕУ та результати досліджень (НТУ «ХПІ» сумісно з ГСКТІ та фірмою Nordex, Німеччина)

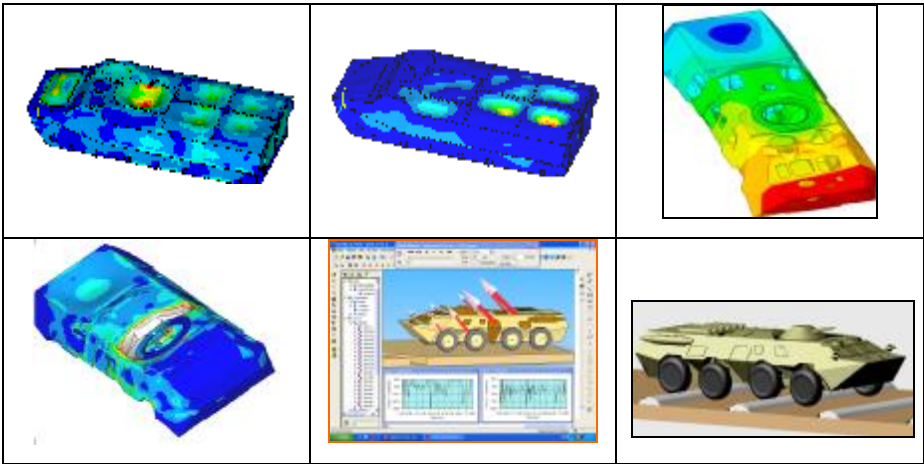


Рисунок 9 – Дослідження динаміки та напружено-деформованого стану бронекорпусів легкоброньованих машин в процесі дії імпульсних зусиль від бойових модулів, оснащених скорострільними артилерійськими системами, та від дії ударних хвиль і зусиль від підвіски

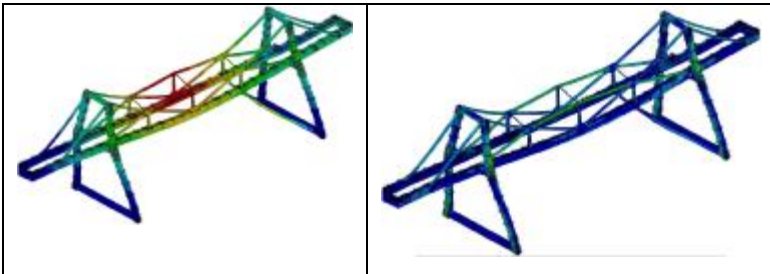


Рисунок 10 – Моделювання напружено-деформованого стану елементів перевантажувача ПМГ-20 вантажопідйомністю 20 т (сумісно з ГСКТІ та ВАТ «Азовмаш»)



Рисунок 11 – Моделювання напружено-деформованого стану цистерни автопаливозаправної машини АТЗ-22 (сумісно з ГСКТІ та ВАТ «Азовмаш»)

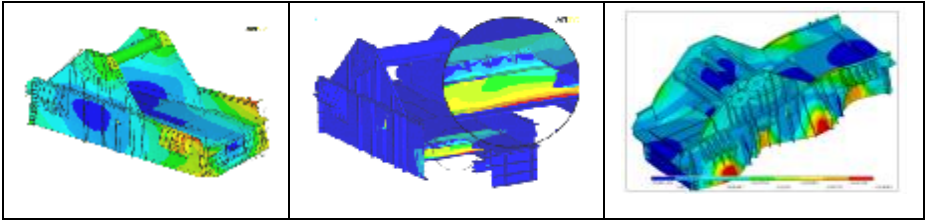


Рисунок 12 – Моделювання динамічних процесів та напружено-деформованого стану віброударних машин для очистки великогабаритних відливок (сумісно з ГСКТІ та ВАТ «Азовмаш»)

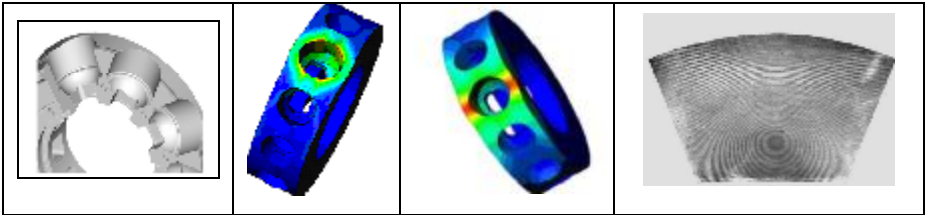


Рисунок 13 – Моделювання напружено-деформованого стану та контактної взаємодії елементів гідрооб'ємних передач (сумісно з ХКБМ ім. О.О. Морозова у рамках договору про науково-технічне співробітництво)

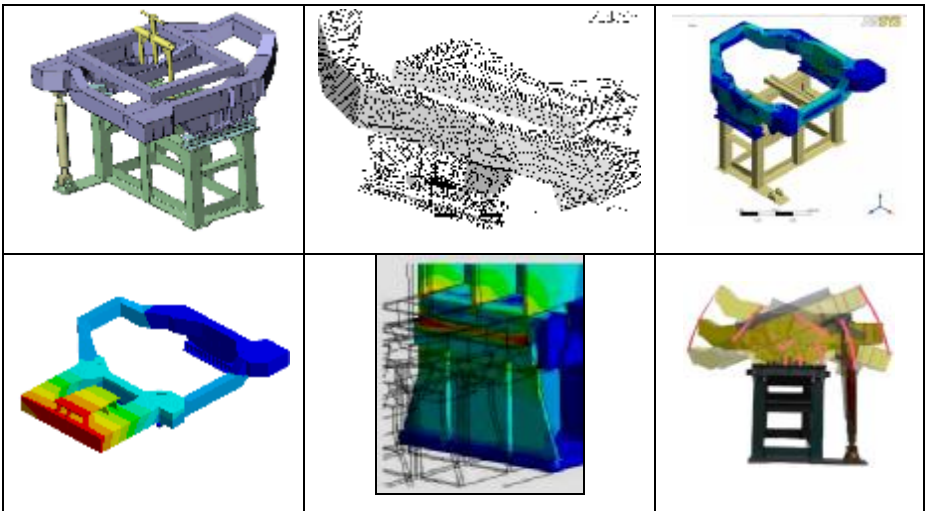


Рисунок 14 – Моделювання кінематики, статички, напружено-деформованого стану та контактної взаємодії елементів механізму нахилу унікальної електроплавильної печі ємністю 60 т (сумісно з ГСКТІ та ВАТ «Азовмаш»)

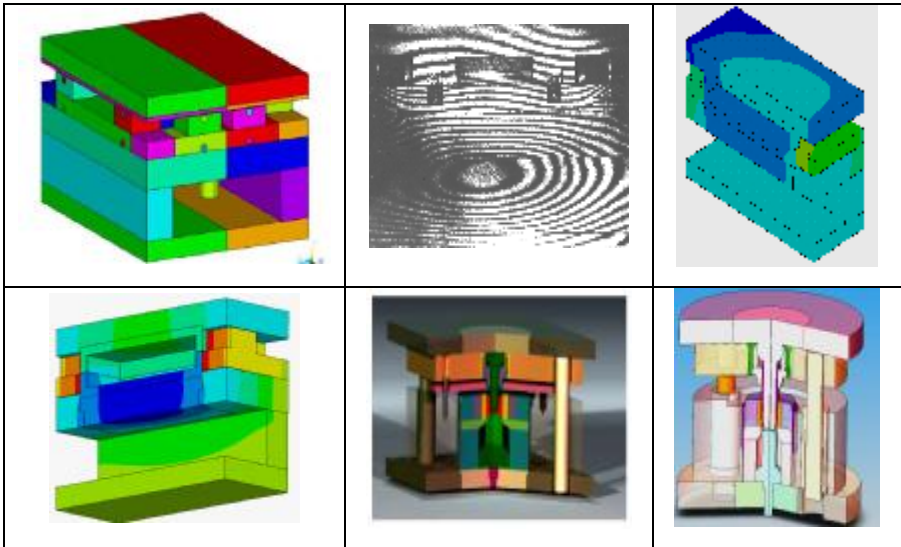


Рисунок 15 – Моделювання напружено-деформованого стану елементів технологічних систем на прикладі прес-форм та штампів (сумісно з ДП «Завод імені Малишева» у рамках договору про науково-технічне співробітництво)

До науково-дослідної роботи залучаються студенти. Зокрема, бакалаврська дипломна робота студента гр. ТМ-84Б Костенка Ю. В. зайняла 3 місце на конкурсі дипломів бакалаврів, що проводився в НТУ «ХП». Також ця робота була представлена на III регіональному конкурсі студентських наукових робіт та була відзначена дипломом II ступеня. А дипломна робота спеціаліста Костенка Ю. В. зайняла 2 місце на конкурсі дипломів спеціалістів НТУ «ХП». Крім того, його робота «Вибрационная установка «Грохот» відзначена в міжнародному конкурсі фірми АСКОН.

Бакалаврська дипломна робота студентки гр. ТМ-85Б Негробової Н. Б. була представлена на Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт та була відзначена дипломом II ступеня.

За 5 років здійснено 14 сумісних зі студентами наукових публікацій та 38 доповідей на конференціях.

У системі підвищення кваліфікації викладачів вищих навчальних закладів організовано семінар «Сучасні комп'ютерні системи автоматизованого проектування». Проводиться підготовка та перепідготовка науково-технічних кадрів з напрямку систем автоматизованого проектування на базі програмних комплексів Pro/ENGINEER, SolidWorks, ANSYS, LS-DYNA, Inventor, КОМПАС. Розгорнута підготовка фахівців, які на високому рівні володіють цими системами та застосовують їх як ефективний

інструмент у навчальному процесі та наукових дослідженнях.

Основні наукові розробки кафедри за напрямом «Комп'ютерні методи моделювання складних та надскладних механічних систем» стосуються методів узагальненого параметричного опису та комп'ютерного моделювання складних та надскладних механічних систем. Опубліковано за 5 років близько 190 статей, у яких знайшли відображення наукові та методичні розробки. Підготовлено до друку у складі авторського колективу підручник та конспект лекцій з курсу «Теорія механізмів і машин». Готується до друку підручник із систем автоматизованого проектування.

Значну роботу на кафедрі за новим науковим напрямком проводить з 2006 р. д.т.н. Золочевський Олександр Олександрович. За його ініціативою та безпосереднім керівництвом виграні та успішно виконані міжнародні гранти. Є значні перспективи співробітництва з університетами Котбуса (Німеччина), Сент-Етьєна (Франція), Арізони (США). Протягом 2008-2010 років д.т.н. Золочевський О.О. разом зі своїми учнями здійснив кілька грантових поїздок у названі університети. Крім того, із зарубіжних університетів кафедру відвідують науковці. Вони виступають із доповідями перед співробітниками та студентами кафедри (проф. Лін з університету штату Арізона, США, проф. Альтенбах з університету Галле, Німеччина, доктор Вересель з Національної вищої гірничої школи м. Сент-Етьєн, Франція, доктор Шпрінгман з Бранденбурзького технічного університету, Німеччина).

У 2008 р. кафедру відвідала делегація агенції CRDF (США) під керівництвом Мерілін Пайфер.

Досягнення кафедри експонувалися на виставці «СЕВІТ'2006» у Ганновері, Німеччина.

На кафедрі за новим науковим напрямком – проблеми моделювання складних та надскладних механічних систем – з 2004/2005 навчального року відкрита підготовка фахівців із спеціалізації «Комп'ютерне моделювання механічних систем» (спеціальність «Інформаційні технології проектування»). Кафедра проводить постійно діючі семінари і готує дистанційні курси з тематики розвитку і впровадження САПР в практику наукових досліджень, підготовку фахівців і у виробництво України.

У 2009р. за підтримки ректорату та у співробітництві з індустріальною групою «УПЕК» створено навчально-дослідний комп'ютерний кластер та центр для підготовки висококваліфікованих кадрів в галузі комп'ютерного проектування, моделювання та технологічної підготовки виробництва машинобудівних конструкцій в Україні (рис. 16).

Висновки. Підсумовуючи, можна запропонувати як найбільш ефективний шлях до розв'язання проблеми створення *унікальних державних центрів*, оснащених програмним забезпеченням, науковими розробками та кластерними системами «потрійного» призначення: наука-освіта-виробництво. Саме вони можуть стати центрами кристалізації при формуванні науково-освітнього простору. Саме цей напрям і був обраний

кафедрою «Теорія і системи автоматизованого проектування механізмів і машин» як стратегічний.



Рисунок 16 – Комп’ютерні навчально-дослідницькі кластери «Політехнік-120» та «Політехнік-125» (НТУ «ХПІ» сумісно з ІГ «УПЕК», РТС та Pro/Technologies, Москва)

Кафедра ТММ і САПР на даний час має великі потенційні можливості у науково-дослідній роботі, навчально-методичній діяльності та у підготовці кадрів. Стратегічний напрям розвитку кафедри і наукової школи, що склалася - формування науково-освітнього центру з проблем комп’ютерного моделювання складних та надскладних механічних систем.

Список літератури. 1. Ткачук Н. А. Кафедра ТММ і САПР: годы, имена, события (к 85-летию основания) // Вестник НТУ „ХПИ”. Тем. вып.: „Машиноведение и САПР”, 2005, №53, с.3-11.
2. Ткачук М. А. До 125-річчя НТУ «ХПІ». Університет, кафедра, студент: хартія наукового прагматизму // Вестник НТУ „ХПИ”. Тем. вып.: „Машиноведение и САПР”, 2010, №19, с.3-11.

Поступила в редколлегию 30.09.2010