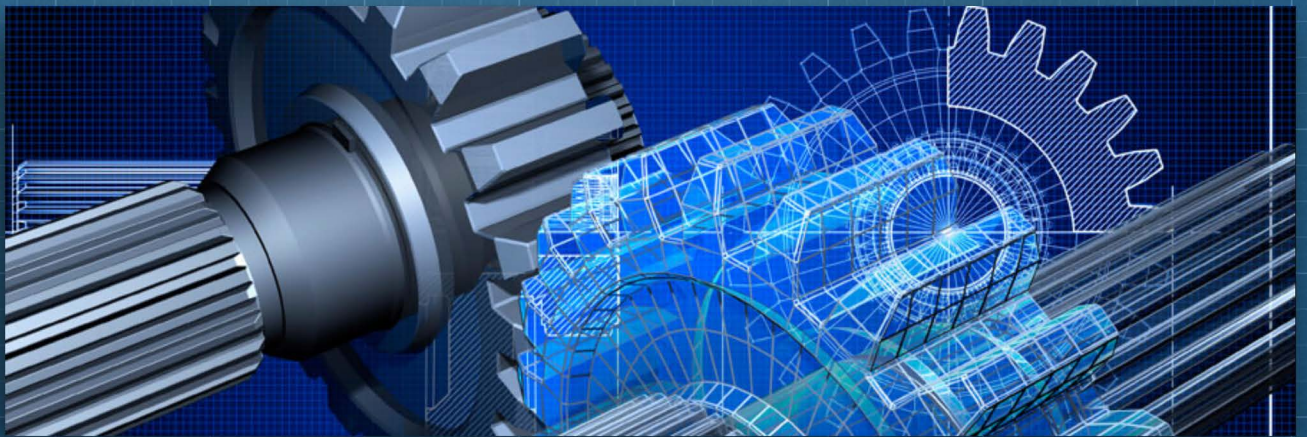


Основи становлення сучасного інженера

Навчальний посібник

За загальною редакцією
В. О. Іванова, О. Г. Гусака





Розроблено в рамках виконання проекту Темпус
«Модернізація вищої інженерної освіти в Грузії, Україні та Узбекистані відповідно до
технологічних викликів»

Проект фінансується за підтримки Європейської комісії. Зміст публікації відображає
точку зору авторів, і Європейська комісія не може бути відповідальною
за будь-яке використання інформації, наведеної в публікації.

ОСНОВИ СТАНОВЛЕННЯ СУЧАСНОГО ІНЖЕНЕРА

Навчальний посібник

За загальною редакцією В. О. Іванова, О. Г. Гусака

Харків
НТМТ
2015

УДК 378.147(075)
ББК 74.584(4Укр)я73

Авторський колектив:

- Іванов Віталій Олександрович**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів, заступник декана факультету технічних систем та енергоефективних технологій з міжнародних відносин;
- Гусак Олександр Григорович**, канд. техн. наук, доцент, декан факультету технічних систем та енергоефективних технологій;
- Криворучко Дмитро Володимирович**, д-р. техн. наук, доцент, професор кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів, головний редактор журналу інженерних наук;
- Артюхов Артем Євгенович**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв, начальник Центру науково-технічної та економічної інформації;
- Івченко Олександр Володимирович**, канд. техн. наук, доцент, докторант кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів;
- Лазненко Дмитро Олексійович**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри прикладної екології, керівник Наукового центру прикладних екологічних досліджень;
- Левченко Дмитро Олексійович**, канд. техн. наук, старший викладач кафедри технічної теплотехніки;
- Решетняк Марина Валеріївна**, викладач кафедри іноземних мов;
- Гапонова Оксана Петрівна**, канд. техн. наук, доцент кафедри прикладного матеріалознавства і технології конструкційних матеріалів;
- Євтухов Артем Віталійович**, канд. техн. наук, доцент кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів;
- Загорюлько Андрій Васильович**, канд. техн. наук, доцент, в. о. завідувача кафедри загальної механіки та динаміки машин;
- Зінченко Руслан Миколайович**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів;
- Кушніров Павло Васильович**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів;
- Ляпощенко Олександр Олександрович**, канд. техн. наук, доцент, докторант, доцент кафедри процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв, заступник декана факультету технічних систем та енергоефективних технологій з інформаційних та медіа-технологій;
- Недбаєва Наталія Вікторівна**, заступник директора бібліотеки Сумського державного університету з питань автоматизації;
- Павленко Іван Володимирович**, канд. техн. наук, старший викладач кафедри загальної механіки та динаміки машин;
- Панченко Віталій Олександрович**, асистент кафедри прикладної гідроаеромеханіки, заступник декана факультету технічних систем та енергоефективних технологій з навчально-виховної роботи;
- Савченко Євген Миколайович**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри загальної механіки та динаміки машин, заступник декана факультету технічних систем та енергоефективних технологій з навчально-організаційної роботи;
- Сапожников Сергій Вячеславович**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри прикладної гідроаеромеханіки;
- Сотник Микола Іванович**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри прикладної гідроаеромеханіки;
- Тарасевич Юлія Ярославівна**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри загальної механіки та динаміки машин

Рецензенти:

- Алексєєв Олександр Миколайович**, д-р пед. наук, доцент, професор кафедри «Технологія машинобудування, верстати та інструменти» Сумського державного університету;
- Карпуть Владислав Євгенович**, д-р техн. наук, професор, професор кафедри «Інженерна механіка» Національної академії Національної гвардії України

*Рекомендовано до видання вченою радою Сумського державного університету
(протокол № 10 від 26.06.2014 року)*

Основи становлення сучасного інженера : навчальний посібник / В. О. Іванов, О-75 О. Г. Гусак, Д. В. Криворучко та ін.; за заг. ред. В. О. Іванова, О. Г. Гусака. – Харків : НТМТ, 2015. – 275 с.
ISBN 978-617-578-235-4

У рамках виконання програми Європейської комісії TEMPUS проекту «Модернізація вищої інженерної освіти в Грузії, Україні та Узбекистані відповідно до технологічних викликів» (ENGITEC) у навчальний процес підготовки аспірантів запроваджено міждисциплінарний навчальний модуль «Основи становлення сучасного інженера», який пройшов успішну апробацію у 2014–2015 н. р. Метою є підвищення якості підготовки й професійного виховання фахівців технічного спрямування шляхом інформування про сучасні тенденції в освіті, науці та інженерній справі, розширення світогляду аспіранта про дослідження у суміжних галузях знань.

Навчальний посібник складається з чотирьох розділів, кожний з яких є взаємодоповнювальним і необхідним для становлення сучасного інженера. Так, розділ 1 інформує слухачів про тенденції в інженерній освіті, зокрема про інноваційні підходи щодо розроблення та впровадження навчальних програм підготовки, основи сталого розвитку та важливість здобуття професійних компетенцій. Розділ 2 дає вичерпну інформацію про найважливіші складові для становлення науковця та інженера в умовах сьогодення. Ефективні підходи та методи для здійснення наукової діяльності розглянуто у розділі 3, зокрема увагу приділено методам оптимізації та імовірнісним розрахункам технічних систем і виробничих процесів, автоматизованим технологіям проектування та високопродуктивним обчисленням. Розділ 4 дозволяє розширити світогляд слухачів шляхом надання інформації про актуальні наукові напрямки, технології та обладнання.

Навчальний посібник призначений для інженерно-технічних і науково-педагогічних працівників та аспірантів інженерних спеціальностей вищих навчальних закладів.

УДК 378.147(075)
ББК 74.584(4Укр)я73

ISBN 978-617-578-235-4

© Іванов В. О., Гусак О. Г., 2015

ЗМІСТ

Introduction (<i>Gusak O. G., Ivanov V. O.</i>).....	5
Вступ (<i>Гусак О. Г., Іванов В. О.</i>).....	6
Сучасне обличчя факультету технічних систем та енергоефективних технологій (<i>Гусак О. Г., Іванов В. О.</i>).....	7
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ В ІНЖЕНЕРНІЙ ОСВІТІ.....	18
CDIO – сучасний підхід до інженерної освіти (<i>Іванов В. О., Євтухов А. В.</i>).....	19
Формування професійних компетенцій: досвід країн Європи (<i>Іванов В. О., Криворучко Д. В.</i>).....	30
Вплив інновацій на сталий розвиток інженерної освіти (<i>Криворучко Д. В.</i>).....	35
Можливості дистанційного навчання для підготовки сучасного інженера (<i>Павленко І. В.</i>).....	41
РОЗДІЛ 2. НЕОДМІННІ СКЛАДОВІ СТАНОВЛЕННЯ ІНЖЕНЕРА.....	48
XXI СТОЛІТТЯ	
Ефективні методи командної роботи при вирішенні інженерних завдань (<i>Сапожніков С. В.</i>).....	49
Самоменеджмент в організації наукової діяльності (<i>Івченко О. В.</i>).....	58
Основи інженерної психології для сучасних дослідників (<i>Кушніров П. В.</i>).....	67
Іноземна мова як елемент самоповаги: особливості підготовки до мовних тестів (<i>Решетняк М. В.</i>).....	75
Академічна мобільність: підготовка успішних заявок на гранти у сфері інженерії (<i>Решетняк М. В.</i>).....	81
Міжнародна грантова діяльність – інструмент інтеграції у світову науку (<i>Артюхов А. Є.</i>).....	89
Електронні бази даних для інженерів: ефективний пошук необхідної інформації (<i>Недбаєва Н. В., Іванов В. О.</i>).....	98
Інтелектуальна власність інженерних розробок (<i>Панченко В. О.</i>).....	108
Комерціалізація інженерних розробок: секрети успішного науковця (<i>Лазненко Д. О.</i>).....	115
Трансфер технологій у вищих навчальних закладах (<i>Артюхов А. Є.</i>).....	125
Висвітлення результатів наукової діяльності у високореєтингових журналах (<i>Криворучко Д. В.</i>).....	134
Академічна чесність при проведенні наукових досліджень (<i>Артюхов А. Є.</i>).....	141
Основні положення з підготовки атестаційних матеріалів для захисту дисертації (<i>Савченко Є. М.</i>).....	149

РОЗДІЛ 3. ПІДХОДИ ТА МЕТОДИ ДЛЯ ЗДІЙСНЕННЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	159
Методи оптимізації технічних систем (Загорулько А. В.)	160
Імовірнісні методи інженерних розрахунків технічних систем (Тарасевич Ю. Я.)	166
Конструкторсько-технологічна підготовка виробництва на прикладі програмного забезпечення DELCAM (Зінченко Р. М.).....	174
Інтегровані технології автоматизованого проектування об'єктів хімічних, нафтогазопереробних та харчових виробництв (Ляпощенко О. О.).....	184
Високопродуктивні розрахунки під час розв'язання прикладних інженерних задач (Криворучко Д. В.).....	195
РОЗДІЛ 4. ТЕНДЕНЦІЇ В ІНЖЕНЕРНІЙ СПРАВІ.....	203
Адитивні технології: від ідеї до прототипу (Іванов В. О.).....	204
Розроблення та застосування нових матеріалів у промисловості (Гапонова О. П.)	224
Енергоефективність виробничих процесів та обладнання (Сотник М. І.).....	233
Енергетичні машини у промисловості (Левченко Д. О.).....	240
Альтернативні джерела енергії (Левченко Д. О.).....	247
Вплив технологій на довкілля (Лазненко Д. О.).....	257
Технічне регулювання та основні засади управління якістю (Івченко О. В.).....	263
Контрольні запитання.....	272

INTRODUCTION

Training of highly skilled engineers who are capable to solve complicated tasks of design, implementation and maintenance of innovative technical systems and techniques, requires modern approaches to the organization of educational process.

Modernization of the educational programs is insufficient for ensuring the education quality. In order to make the higher engineering education relevant to technological challenges and needs of society, an active dialogue between the higher educational institutions and industrial enterprises should be introduced. The main objectives of such cooperation within the educational programs are the increase of the graduates' competitiveness at the labor market, obtaining and accumulation of production experience, adaptation of work programs to the needs of industrial production. This will facilitate the publication of qualitative educational and research materials that meet the interests of the business, the application of knowledge and scientific experience for solving important production problems, finding new scientific and research topics for students' and postgraduate students' projects.

This tutorial is prepared by a team of researchers of the Faculty of Technical Systems and Energy Efficient Technologies within the ENGITEC project "Modernizing higher engineering education in Georgia, Ukraine and Uzbekistan to meet the technology challenge" of EU-funded TEMPUS program.

In this tutorial the current trends in engineering education are considered, particularly the experience of using the CDIO (Concept – Designing – Implementation – Operation) at the faculty is offered, the

possibilities of distance learning are analyzed and the impact of innovations on the sustainable development of engineering education is shown.

Among the essential components of modern engineer formation the following are pointed out: foreign language skills, academic mobility and international grant activity. The questions of intellectual property of engineering products and their commercialization, technology transfer in higher educational institutions and presentation of the results of scientific activity in highly-ranked journals as well as principle regulations for preparation of the attestation materials for the thesis defense are considered.

In this tutorial the modern approaches and methods for the implementation of engineering activity are considered, as well as the principle trends in engineering, in particular additive technology, application of new materials in the industry, energy-efficiency of production processes and equipment, the impact of technologies on the environment, engineering regulations and the main principles of quality control are shown.

Special attention is paid to the fact that nowadays the scientific and technical work became a sphere of collective activity, separate creative individuals work together in interdisciplinary teams: the first one is the generator of ideas, the second – criticizes these ideas, the third – plays the role of work organizer, the fourth is the executor and so on.

The authors do not claim to the exhaustiveness of given information and approaches, but hope that this tutorial will facilitate the formation of modern engineer of Ukraine.

*Oleksandr G. Gusak, Ph.D., Associate Professor,
Dean of the Faculty of Technical Systems and Energy Efficient Technologies*

*Vitalii O. Ivanov, Ph.D., Associate Professor,
Principal Investigator of ENGITEC project in Sumy State University*

ВСТУП

Підготовка висококваліфікованого інженера, здатного вирішувати складні питання розроблення, впровадження та обслуговування інноваційних технічних систем і технологій, потребує новітніх підходів до організації навчального процесу.

Модернізація навчальних програм не є достатньою для забезпечення якості освіти. Повинен бути запроваджений активний діалог між навчальними закладами й промисловими підприємствами з метою забезпечення відповідності вищої інженерної освіти технологічним викликам та потребам суспільства. Основні цілі такої співпраці в рамках навчальних програм – це підвищення конкурентоспроможності випускників на ринку праці, набуття та накопичення виробничого досвіду, адаптація робочих програм до потреб промислового виробництва. Це буде сприяти публікації якісних навчальних та науково-дослідних матеріалів, що відповідають інтересам бізнесу, застосуванню знань і наукового досвіду для вирішення важливих виробничих завдань, знаходженню нових науково-дослідних тематик для студентських та аспірантських проєктів.

Цей навчальний посібник підготовлений колективом науковців факультету технічних систем та енергоефективних технологій (TeCET) у рамках виконання проєкту «Модернізація вищої інженерної освіти в Грузії, Україні та Узбекистані відповідно до технологічних викликів» (ENGITEC), що фінансується Європейським Союзом за програмою TEMPUS.

У посібнику розглянуті сучасні тенденції в інженерній освіті, зокрема наведений досвід використання на факультеті концепції CDIO (Планувати –

Проектувати – Реалізувати – Керувати), проаналізовані можливості дистанційного навчання, показаний вплив інновацій на сталий розвиток інженерної освіти.

Серед неодмінних складових становлення сучасного інженера виділені: знання іноземної мови, академічна мобільність, міжнародна грантова діяльність. Розглянуті питання інтелектуальної власності інженерних розробок та їх комерціалізації, трансфер технологій у вищих навчальних закладах, висвітлення результатів наукової діяльності у високорейтингових журналах, а також основні положення з підготовки атестаційних матеріалів для захисту дисертацій.

У навчальному посібнику розглянуті сучасні підходи та методи для здійснення інженерної діяльності, а також висвітлені основні тенденції в інженерній справі, зокрема адитивні технології, застосування нових матеріалів у промисловості, енергоефективність виробничих процесів та обладнання, вплив технологій на довкілля, технічне регулювання та основні засади управління якістю.

Особлива увага акцентована на тому, що науково-технічна творчість сьогодні стала сферою колективної діяльності, тобто окремі творчі особистості працюють спільно в міждисциплінарних командах. При цьому перший виконує роль генератора ідей, другий – роль критика цих ідей, третій – роль організатора робіт, четвертий – виконавець і т. д.

Автори не претендують на вичерпність наведеної інформації і підходів, але сподіваються що цей навчальний посібник сприятиме становленню сучасного інженера України.

*Гусак О. Г., канд. техн. наук, доцент,
декан факультету технічних систем та енергоефективних технологій;*

*Іванов В. О., канд. техн. наук, доцент,
відповідальний виконавець проєкту ENGITEC у Сумському державному університеті*

СУЧАСНЕ ОБЛИЧЧЯ ФАКУЛЬТЕТУ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Розглянуто етапи становлення, розвитку та сьогодення факультету технічних систем та енергоефективних технологій Сумського державного університету. Аналізуються процеси розбудови та діяльності факультету в освітній і науковій діяльності, а також напрямки розширення міжнародного співробітництва, інтеграції в світовий онлайн-простір.

The stages of formation, development and present life of the Faculty of Technical Systems and Energy Efficient Technologies are considered. The processes of development and activities of the faculty in educational and research activity, as well as the ways of extension of international cooperation and integration in the global online environment are analyzed.

ВСТУП

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій – один із найуспішніших факультетів Сумського державного університету. На факультеті проводиться значний обсяг робіт, спрямованих на вдосконалення навчального процесу, підвищення якості підготовки фахівців, використання нових форм і методів навчання, підготовку науково-педагогічних кадрів та розвиток наукових досліджень.

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ФАКУЛЬТЕТУ

Створений 01.06.1995 р. як інженерний факультет на базі факультетів машинобудівного та хімічного машинобудування. У 2009 р. реорганізований на факультет технічних систем та енергоефективних технологій (ТеСЕТ), до складу якого входять 9 кафедр (рис. 1). Декани: Євтушенко А. О. (1995–2007 рр.), Гусак О. Г. (із 2007 р.) [1, 2].

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

Створена 09.03.1966 р. як кафедра технології машинобудування шляхом виділення з кафедри загальноінженерних дисциплін.

Завідувачі кафедри: Ластович М. М., Ступіна Л. Б., Топоров О. О., Захаркін О. У., Ремньов О. І.

У 1975 р. з кафедри відокремилася кафедра металорізальних верстатів. Завідувачі кафедри: Ступіна Л. Б., Сєдінкін Л. М., Швець С. В., Залога В. О.

Шляхом об'єднання кафедр технології машинобудування і металорізальних верстатів 01.09.2007 р. створена кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів.

Завідувач кафедри – Залога В. О.

Кафедра загальної хімії

Створена 09.03.1966 р. як кафедра хімічної технології шляхом виділення з кафедри загальноінженерних дисциплін. У 1997 р. перейменована на кафедру загальної хімії.

Завідувачі кафедри: Король О. М., Хамський Є. В., Миргород Ю. О., Стрельцов В. В., Звягінцев Г. Л., Лебедев С. Ю., Большанина С. Б. (із 2012 р.).

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки

Створена 28.02.1969 р. як кафедра гідравліки, гідромашин і теплотехніки шляхом виділення з кафедри загальноінженерних дисциплін, із 1999 р. – кафедра прикладної гідроаеромеханіки.

Завідувачі кафедри: Малюшенко В. В., Євтушенко А. О., Гусак О. Г., Ковальов І. О. (1979–1991 р., з 2013 р.).

Кафедра загальної механіки та динаміки машин

Створена 08.09.1972 р. як кафедра теоретичної механіки шляхом виділення з кафедри загальнонаукових дисциплін. У 1995 р. реорганізована на кафедру загальної механіки та динаміки машин.

Завідувачі кафедри: Хворост В. А., Марцинковський В. А., Загорулько А. В. (із 2014 р.).

Кафедра опору матеріалів і машинознавства

Створена 08.09.1972 р. як кафедра опору матеріалів, деталей машин, підйомно-транспортних машин та обладнання шляхом виділення з кафедри загальнонаукових дисциплін. Із 2005 р. реорганізована на кафедру опору матеріалів і машинознавства.

Завідувачі кафедри: Пестов В. Г., Карінцев І. Б. (із 1979 р.).



Рисунок 1 – Структура факультету технічних систем та енергоефективних технологій

Кафедра процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв

Створена у 1972 р. як кафедра машин і апаратів хімічних виробництв шляхом виділення з кафедри загальноінженерних дисциплін. У 1978 р. наказом позділена на кафедри:

- хімічної техніки та промислової екології;
- процесів та обладнання хімічних технологій, яку очолював Донат Є. В. і що у 1986 р. увійшла до складу кафедри хімічної техніки та промислової екології.

У 2000 р. кафедра реорганізована на кафедру процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв.

Завідувачі кафедри: Холін Б. Г., Звягінцев Г. Л., Врагов А. П., Склабінський В. І. (із 2003 р.).

Кафедра технічної теплофізики

Створена 01.09.1981 р. як кафедра холодильних і компресорних машин шляхом виділення із кафедри гідравліки, гідромашин і теплотехніки. У 2001 р. перейменована на кафедру технічної теплофізики.

Завідувачі кафедри: Арсеньєв В. М., Якуба О. Р., Павлюченко А. М., Ванєєв С. М., Бондаренко Г. А. (2013 р., із 2015 р.).

Кафедра прикладного матеріалознавства і технології конструкційних матеріалів

Створена 14.09.1983 р. як кафедра технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства шляхом виділення із кафедри технології машинобудування. У 1999 р. реорганізована на кафедру прикладного матеріалознавства і технології конструкційних матеріалів.

Завідувачі кафедри: Пчелінцев В. О., Сігова В. І., Будник А. Ф., Радзівський В. М., Марченко С. В., Дядюра К. О. (із 2013 р.).

Кафедра прикладної екології

Створена 29.04.1992 р. як кафедра безпеки життєдіяльності на базі секцій «Охорона праці» і «Цивільна оборона», що були у складі кафедри технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства. У 1995 р. шляхом переведення до неї секції «Охорона навколишнього середовища» кафедри хімічної техніки та промислової екології реорганізована на кафедру прикладної екології і безпеки життєдіяльності, з 2000 р. – кафедра прикладної екології.

Завідувачі кафедри: Єщенко А. І., Пляцук Л. Д. (із 1995 р.).

Підрозділи факультету:

- Науковий центр прикладних екологічних досліджень;
- Центр енергоефективних технологій;

- Спеціалізована група з енергетичних обстежень;
- Науково-дослідна лабораторія механічних випробувань;
- Науково-дослідна лабораторія прикладного матеріалознавства;
- Регіональний центр СумДУ «Технологія»;
- Центр з навчання та атестації провідного інженерно-технічного персоналу промислових підприємств із «Правил технічної експлуатації теплових установок та мереж»;
- Спільний навчальний центр CAD/CAM (СумДУ, Delcam Plc Великобританія);
- Експериментальний науково-дослідний студентський інститут;
- Обчислювальний центр із самостійним сервером.

ВИКЛАДАЧІ ТА НАУКОВЦІ – ГОРДІСТЬ ФАКУЛЬТЕТУ

Високий рівень наукової діяльності та викладацької майстерності працівників факультету підтверджують найвищі нагороди держави (табл. 1).

Таблиця 1

Гордість факультету технічних систем та енергоефективних технологій

Нагорода	Прізвище, ініціали
Лауреати державної премії України у галузі науки і техніки	проф. Холін Б. Г., доц. Якушко С. І.
Лауреат премії Ради Міністрів СРСР	проф. Холін Б. Г.
Лауреат премії ЦК ЛКСМУ і РНТО України	проф. Євтушенко А. О.
Нагороджені почесними грамотами Верховної Ради України	проф. Васильєв А. В., доц. Топоров О. О.
Заслужений діяч науки і техніки України	проф. Марцинковський В. А.
Заслужені працівники освіти України	проф. Васильєв А. В., проф. Ковальов І. О.
Заслужені винахідники СРСР, України	проф. Холін Б. Г., проф. Стороженко В. Я., доц. Швець С. В.
Заслужений енергетик України	проф. Пляцук Л. Д.
Нагороджені почесним знаком МОН України «За наукові досягнення»	проф. Карінцев І. Б., проф. Марцинковський В. А.
Нагороджені почесним знаком МОН України «Петро Могила»	проф. Залога В. О.
Заслужені професори СумДУ	проф. Васильєв А. В., проф. Волков М. І., проф. Врагов А. П., проф. Євтушенко А. О., проф. Залога В. О., проф. Карінцев І. Б., проф. Ковальов І. О., проф. Марцинковський В. А., проф. Стороженко В. Я.
Заслужені науково-педагогічні працівники СумДУ	ст. викладач Руденко Л. Ф., доц. Чурілова В. Є., доц. Гусак О. Г.

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВА ДІЯЛЬНІСТЬ

Усі кафедри факультету, крім кафедр загальної хімії та опору матеріалів і машинознавства, є випусковими. Великий досвід науково-педагогічного колективу факультету та його матеріально-технічна база забезпечують успішну підготовку фахівців із 12 спеціальностей (табл. 2).

Усі спеціальності факультету акредитовані за четвертим, найвищим, рівнем, що дозволяє проводити підготовку фахівців усіх освітньо-кваліфікаційних рівнів: «бакалавр», «спеціаліст», «магістр».

На факультеті ТеСЕТ працюють сертифіковані спеціалісти та викладачі, чий рівень підготовки підтверджено

відповідними сертифікатами компаній Delcam Plc, Astraia, АСКОН, СПРУТ-Технологія, SolidWorks та ін.

У 2014 р. науково-педагогічні працівники факультету – доц. Артюхов А. Є., доц. Іванов В. О., ст. викл. Левченко Д. О., асист. Павленко І. В. – пройшли підготовку в «Центрі перепідготовки та підвищення кваліфікації викладачів технічних вищих навчальних

закладів» Української інженерно-педагогічної академії (м. Харків) і пройшли сертифікацію у Міжнародному товаристві з інженерної педагогіки з присвоєнням звання «Міжнародний інженер-педагог» (ING-PAED IGIP) із внесенням до Міжнародного реєстру «ING-PAED».

Високий науковий авторитет учених факультету та якість підготовки його випускників дозволяють підтримувати на належному рівні усталені роками зв'язки з промисловістю. Відпрацьована система цільової підготовки фахівців на замовлення підприємств дає можливість щорічно працевлаштовувати майже 100 % випускників.

Плідно співпрацює факультет із Машинобудівним коледжем університету. Кращі молодші спеціалісти, випускники коледжу, зараховуються на відповідні спеціальності старших курсів факультету.

Навчальний процес на факультеті забезпечують 110 штатних викладачів, серед яких 96 мають науковий ступінь, вчене звання. Серед професорсько-викладацького складу 11 докторів наук і 4 кандидати наук із вченим званням професор.

Науковці факультету ТеСЕТ є членами міжнародних академій, асоціацій і товариств, таких як International Academy of Engineering, International Academy of Refrigeration, International Academy of Ecology and Life Protection Sciences (IAELPS), International Academy of Life Protection, Міжнародна академія наук екології та безпеки життєдіяльності (МАНЕБ), Міжнародна академія безпеки життєдіяльності, Інженерна академія України, Міжнародна інженерна академія, Академія будівництва України, Петровська академія наук та мистецтв, American Society of Mechanical Engineers (ASME), International Association of Engineers (IAENG), Society for the Advancement of Material and Process Engineering (SAMPE), International Society for Engineering Pedagogy (IGIP).

У 2010 р. д-р техн. наук, проф. Марцинковський В. А. отримав звання почесного доктора honoris causa Політехніки Свентокжиської (Польща).

Таблиця 2

Спеціальності факультету технічних систем та енергоефективних технологій

Шифр спеціальності	Назва спеціальності
ОКР «бакалавр»	
6.040106	«Екологія»
6.040202	«Механіка»
6.050403	«Інженерне матеріалознавство»
6.050502	«Інженерна механіка»
6.050503	«Машинобудування»
6.050601	«Теплоенергетика»
6.050604	«Енергомашинобудування»
ОКР «спеціаліст» / ОКР «магістр»	
7/8.05050201	«Технології машинобудування»
7/8.05050205	«Гідралічні машини, гідроприводи та гідро пневмоавтоматика»
7/8.05050301	«Металорізальні верстати і системи»
7/8.05050302	«Інструментальне виробництво»
7/8.05050315	«Обладнання хімічних виробництв та підприємств будівельних матеріалів»
7/8.05060403	«Холодильні машини і установки»
7/8.05060405	«Компресори, пневмоагрегати та вакуумна техніка»
7/8.04020203	«Комп'ютерна механіка»
7/8.05040301	«Прикладне матеріалознавство»
7/8.05060105	«Енергетичний менеджмент»

Під керівництвом науковців факультету виконувалися гранти Президента України для молодих учених (табл. 3).

Серед науковців факультету є стипендіати Кабінету Міністрів України для молодих учених: Папченко А. А. (2009–2011 рр.), Криворучко Д. В. (2010–2012 рр.), Іванов В. О. (2011–2013 рр.; із 2014 р.), Ляпошенко О. О. (2011–2013 рр.), Артюхов А. Є. (2012–2014 рр.), Мелейчук С. С. (2014–2015 рр.), стипендіат Верховної Ради України – Криворучко Д. В. (2011 р.) та володарі стипендій Президента України для аспірантів: Скорик А. В. (2012 р.), Настенко О.В. (2014 р.).

Вчені факультету беруть активну участь у науковій грантовій тематиці з такими компаніями: Norsk Energy (м. Осло, Норвегія), ENTEREGESDOS.L. (м. Валенсія, Іспанія), Державною установою «Російський НІИ сахарної промисленности» (м. Курськ, Росія), ВАТ «Лівгідромаш» (м. Лівни, Росія), «Ковдорський гірничо-збагачувальний комбінат (м. Ковдор, Росія), «Завод Промбурвод» (м. Мінськ, Білорусь) та інші.

Обсяг коштів, що надійшли у 2014 р. за виконані госпрозрахункові теми, становив 3 млн. 695 тис. грн (рис. 2). Інтегральний показник співвідношення «спеціальний/загальний фонд» для факультету становить 11.

Результати наукових досліджень учених факультету ТеСЕТ відображені у провідних наукових журналах, у т.ч. у виданнях, які реферуються базами даних Scopus (у 2013 р. – 13 публікацій, у 2014 р. – 32 публікації) і Web of Science (у 2013 р. – 18 публікацій).

На факультеті проводиться планова робота щодо трансформації спеціалізованого журналу «Журнал інженерних наук» [3] у видання високого рівня, що буде індексуватися міжнародними базами даних. Журнал є одним із найстаріших наукових періодичних видань України. Перший його номер датується 1994 р. Упродовж багатьох років журнал виходив під назвою «Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки». У 2014 р. журнал пройшов перереєстрацію, отримав нову назву, право на видання електронного додатка до

журналу для молодих науковців «Журнал інженерних наук. Нотатки молодого вченого».

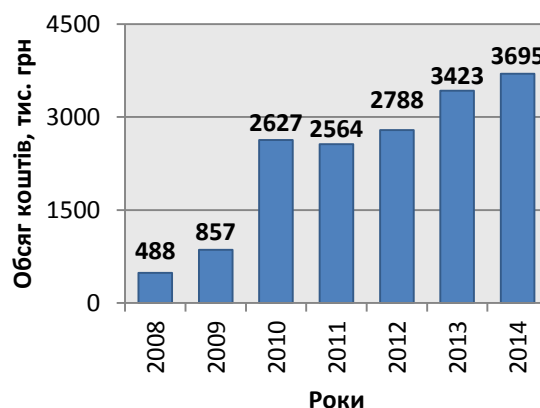
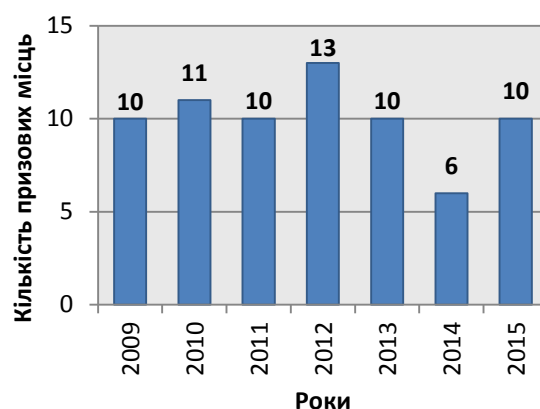
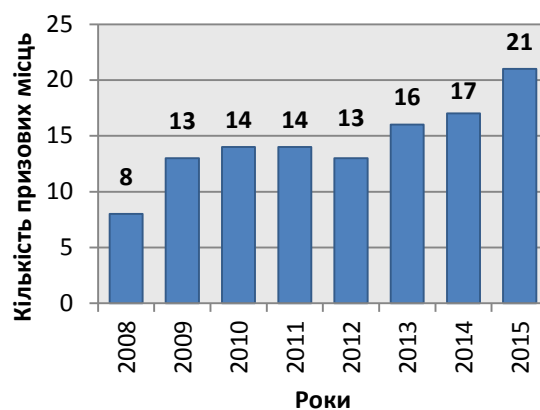


Рисунок 2 – Обсяги отриманих коштів за виконання госпродовірних науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт



а)



б)

Рисунок 3 – Підсумки участі студентів факультету у II турі: а – всеукраїнських студентських олімпіад; б – всеукраїнських конкурсів студентських наукових робіт

Таблиця 3

Гранти Президента України для молодих учених, виконувані на факультеті технічних систем та енергоефективних технологій

Рік	Назва проекту	Керівник
2008	Розроблення імовірнісного методу розрахунку характеристик системи «ротор – опори – ущільнення» з метою підвищення надійності та економічності відцентрових машин	Тарасевич Ю. Я., канд. техн. наук, доцент
2009	Дослідження і розроблення вакуумного агрегата на базі рідинно-кільцевого вакуум-насоса з вихровим ежектором	Мелейчук С. С., канд. техн. наук, доцент
2011	Дослідження динаміки процесу кінцевого фрезерування важкооброблюваних матеріалів шляхом його моделювання методом скінченних елементів у замкнутій технологічній системі	Криворучко Д. В., д-р техн. наук, доцент

Таблиця 4

Аспірантура на факультеті технічних систем та енергоефективних технологій

Шифр спеціальності	Назва спеціальності
05.01.02	«Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення»
05.02.08	«Технологія машинобудування»
05.02.09	«Динаміка та міцність машин»
05.03.01	«Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»
05.05.13	«Машини та апарати хімічних виробництв»
05.05.14	«Холодильна, вакуумна та компресорна техніка, системи кондиціонування»
05.05.17	«Гідравлічні машини та гідропневмоагрегати»
05.17.08	«Процеси та обладнання хімічної технології»
21.06.01	«Екологічна безпека»

На факультеті здійснюється підготовка кадрів вищої кваліфікації: аспірантура – за дев'ятьма науковими спеціальностями (табл. 4) та докторантура – за чотирма науковими спеціальностями (табл. 5).

На факультеті діють спеціалізовані вчені ради із захисту кандидатських дисертацій за чотирма спеціальностями (табл. 6).

Про високий рівень підготовки студентів факультету переконливо свідчать результати, яких вони щороку досягають на міжнародних та всеукраїнських олімпіадах і конкурсах студентських наукових робіт. Активно розвивається напрямок залучення студентів до наукової роботи, що забезпечує щорічно високі призові місця у II турі всеукраїнських студентських олімпіад та у всеукраїнських конкурсах студентських

наукових робіт (рис. 3). У 2014–2015 н. р. студенти факультету сумарно вибороли 31 призове місце.

Студенти факультету чотири рази ставали переможцями Міжнародної олімпіади з навчальної дисципліни «Гідравліка» напряму «Технічна механіка рідини і газу». У 2011 р. студентка факультету Винокурова Ганна здобула золоту медаль на Міжнародній олімпіаді з дисципліни «Безпека життєдіяльності» (Словаччина).

Студенти спеціальності «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» неодноразово ставали переможцями Міжнародного конкурсу «Майбутні аси 3D-моделювання» (Росія).

Таблиця 5

Докторантура на факультеті технічних систем та енергоефективних технологій

Шифр спеціальності	Назва спеціальності
05.01.02	«Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення»
05.03.01	«Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»
05.05.17	«Гідравлічні машини і гідропневмоагрегати»
05.17.08	«Процеси та обладнання хімічної технології»

Таблиця 6

Спеціалізовані вчені ради із захисту дисертацій на факультеті технічних систем та енергоефективних технологій

Шифр ради	Шифр і назва спеціальності
К 55.051.03	05.02.09 – динаміка і міцність машин, 05.05.17 – гідравлічні машини і гідропневмоагрегати
К 55.051.04	05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології, 21.06.01 – екологічна безпека

Щорічно науковці факультету отримують близько 20 патентів України, в тому числі й у співавторстві зі студентами.

З метою залучення студентів до наукових досліджень на факультеті у 2015 р. створено наукове товариство студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених.

МІЖНАРОДНА ДІЯЛЬНІСТЬ

Факультет ТеСЕТ активно розвиває напрямки міжнародної співпраці. На сьогодні контингент іноземних студентів на факультеті становить 60 осіб із 16 країн світу (6 % від загального контингенту студентів факультету): Росії, Судану, Кувейту, Іраку, Азербайджану, Туркменістану, Нігерії, Пакистану, Узбекистану, Камеруну, Ірану, Киргизстану, Замбії, Тунісу, Камеруну, Сирії.

Факультет ТеСЕТ веде активну участь у міжнародних освітніх і наукових грантових програмах (TEMPUS, Erasmus Mundus), літніх школах за програмами європейського університетського обміну (CEEPUS), програмах обміну студентів (Work & Travel, Study Tours to Poland) та проходження практики за кордоном; організовує стажування викладачів, науковців, аспірантів і студентів у провідних ВНЗ світу; сприяє поданню проектних заявок для участі у відомих програмах академічних обмінів

DAAD, Fulbright, Coimbra Group, Youth in Action та ін.

На факультеті ТеСЕТ укладено договори про співпрацю у науковій та освітній діяльності з University of Stuttgart (м. Штутгарт, Німеччина), City University of London (м. Лондон, Велика Британія), Silesian University of Technology (м. Глівіце, Польща), Kielce University of Technology (м. Кельце, Польща), Wroclaw University of Technology (м. Вроцлав, Польща), Worcester Polytechnic Institute (м. Вустер, США), Texas A&M University (м. Остін, США), Technical University of Kosice (м. Кошице, Словаччина), Technical University of Ostrava (м. Острава, Чехія), Universid Nacional de Rio Cuarto (м. Ріо Куарто, Аргентина), Державним університетом ім. А. Церетелі (м. Кутаїсі, Грузія), Грузинським технічним університетом (м. Тбілісі, Грузія), Південно-Західним державним університетом (м. Курськ, Росія).

Розвивається співробітництво з Royal Institute of Technology (м. Стокгольм, Швеція), University of Leeds (м. Лідс, Великобританія), Politecnico di Torino (м. Турін, Італія), Tsinghua University (м. Пекін, Китай), Slovak University of Technology (м. Братислава, Словаччина), «Politehnica» University of Timisoara (м. Тімішоара, Румунія), Державним

університетом ім. Шота Руставелі (м. Батумі, Грузія), Бухарським інженерно-технічним інститутом високих технологій (м. Бухара, Узбекистан), Джизакським політехнічним інститутом (м. Джизак, Узбекистан), Ташкентським автомобільно-дорожнім інститутом (м. Ташкент, Узбекистан).

Вчені та викладачі факультету ТеСЕТ беруть активну участь у виконанні освітніх грантів Європейської комісії ТЕМПУС «Модернізація вищої інженерної освіти відповідно до технологічних викликів» (ENGITEC, 2012–2015 рр.) і «Досягнення та регулювання балансу між освітніми програмами та кваліфікаційними рамками» (ALIGN_QF, 2013–2016 рр.). А також розвиває міжнародну академічну мобільність у рамках проектів Європейської комісії Erasmus Mundus «Інтеграція сусідніх східних регіонів через співробітництво у вищій освіті» (EMINENCE, 2012–2016 рр. та EMINENCE II, 2013–2017 рр.) та «Інтеракадемічна мережа Еразмуз Мундус» (IANUS II, 2013–2017 рр.).

Науковці та аспіранти факультету ТеСЕТ доповідають про результати наукової роботи на міжнародних конференціях за кордоном (США, Німеччина, Франція, Італія, Англія, Чехія, Словаччина, Польща, Росія, Білорусь та ін.), а також поширюють свій досвід на семінарах, що фінансуються міжнародними фондами (USAID, Friedrich Ebert Stiftung та ін.).

Серед науковців факультету ТеСЕТ – переможці Державної програми Міністерства освіти і науки України щодо навчання студентів та аспірантів і стажування наукових та науково-педагогічних працівників у провідних навчальних закладах і наукових установах за кордоном, які провели дослідження у наукових лабораторіях із застосуванням сучасного обладнання та спеціалізованого програмного забезпечення (табл. 7).

ВЕБ-СИСТЕМА ФАКУЛЬТЕТУ

Сьогодні це розгалужена система web-ресурсів із чіткими мережевими зв'язками та інтегрованими інформаційними сервісами, що дозволяє успішно проводити профорієнтаційну роботу, підтримувати організацію навчального процесу та наукової діяльності на факультеті ТеСЕТ, що

розвивається за засадами сервіс-орієнтованих технологій відповідно до програми інформатизації СумДУ на 2012–2014 рр. Загальна структура web-системи факультету ТеСЕТ має такий вигляд (рис. 4):

- офіційний веб-сайт факультету [4];
- 9 веб-сайтів кафедр [5–13];
- веб-сайти наукових центрів та лабораторій, підпорядкованих факультету:
 - веб-сайт наукового центру прикладних екологічних досліджень [14];
 - веб-сайт науково-навчального центру «All'Хімія» [15];
- науково-дослідна лабораторія прикладного матеріалознавства [16];
- веб-сайти наукових конференцій факультету ТеСЕТ:
 - веб-сайт Всеукраїнської міжвузівської науково-технічної конференції «Сучасні технології в промисловому виробництві» [17];
 - веб-сайт Міжнародної науково-технічної конференції «Герметичність, вібронадійність та екологічна безпека насосного і компресорного обладнання» (ГЕРВІКОН) [18];
- веб-сайт Всеукраїнської студентської олімпіади «Програмування обробки на верстатах із ЧПК» [19];
- веб-сайт наукового журналу «Журнал інженерних наук» [3];
- офіційні сторінки й тематичні групи у соціальних мережах, блогах, форумах та сторонніх ресурсах [20–25].

Розроблення, налагодження, технічну підтримку, наповнення та оновлення контенту, супроводження і просування зазначених ресурсів здійснює група (близько 15 осіб) спеціально навчених фахівців (адміністратори, web-майстри та інші) з викладачів, співробітників, аспірантів і студентів факультету ТеСЕТ.

Під час підготовки інженерів за денною та дистанційною формами навчання активно застосовуються електронні демонстраційні засоби (імітатори) та інтерактивні тренажери (симулятори) на основі flash-анімації і 3D-візуалізації.

Переможці Державної програми Міністерства освіти і науки України щодо навчання студентів та аспірантів і стажування наукових та науково-педагогічних працівників у провідних навчальних закладах і наукових установах за кордоном у 2011–2014 рр.

Учасник	Рік	Назва приймаючої установи
Загорулько А. В., канд. техн. наук, доц.	2011	Університет м. Штутгарт (Німеччина)
	2013	Техаський університет (США)
Залога О.О., асп.	2012	Інститут верстатів Університету м. Штутгарт (Німеччина)
Іванов В.О., канд. техн. наук, ст. викл.	2011	Інститут верстатів Університету м. Штутгарт (Німеччина)
	2013	Вустерський політехнічний інститут (США)
Калінкевич М.В., канд. техн. наук, доц.	2013	Лондонський міський університет (Великобританія)
Каплун І.П., канд. техн. наук, доц.	2013	Університет м. Штутгарт (Німеччина)
	2014	Університет м. Карлсруе (Німеччина)
Криворучко Д.В., д-р техн. наук, доц.	2011	Інститут верстатів Університету м. Штутгарт (Німеччина)
Скорик А.В., асп.	2011,	Лондонський міський університет (Великобританія)
	2013	
Щербаков А.В., асп.	2011,	Лондонський міський університет (Великобританія)
	2013	

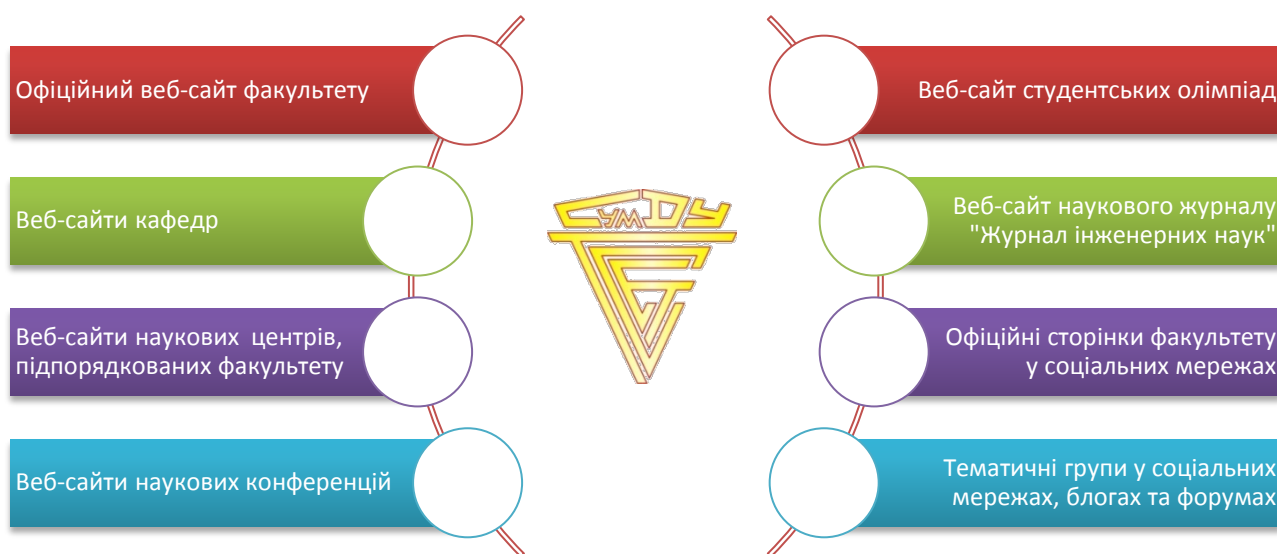


Рисунок 4 – Структура веб-системи факультету

Станом на початок 2015 р. розроблено більше 40 дистанційних курсів з інженерних дисциплін та близько 50 електронних засобів навчання (віртуальних тренажерів і лабораторних робіт).

Розвиваючи ідеї всесвітньо відомого MIT OpenCourseWare Consortium, у 2014 р. у СумДУ створено відкритий ресурс електронних засобів навчання [26]. На

початку 2015 р. у відкритому доступі розміщено матеріали 26 курсів, у тому числі 10 – з інженерних дисциплін (авторизовані – науково-педагогічні працівники факультету TeCET).

Факультет успішно запроваджує сучасні технології e-learning навіть зі специфічних видів навчальної діяльності студентів. Так, у 2013 р. вперше розроблено

дистанційні курси з комплексного курсового проектування, комплексного державного іспиту, виробничої практики з напрямку підготовки «Машинобудування», які успішно пройшли апробацію у 2014–2015 н. р. [27–29]. Зацікавленість останнім дистанційним курсом полягає у можливості проходження практики іноземними студентами за місцем проживання на промислових об'єктах своєї країни, передбачає тісний зв'язок між практикантом та керівником, своєчасне та чітке поставлення завдань, терміновий поступеневий контроль за їх виконанням із боку керівника практики від університету для успішного складання та захисту звіту. Викладачі факультету активно користуються запровадженими в університеті онлайн-сервісами Studio [30] та Lectur'ED [31] для зручного створення електронних навчальних матеріалів із дистанційної форми навчання, їх публікації, експорту, застосування в навчальному процесі, в тому числі і за денною формою навчання.

Для об'єктивної прозорості навчального процесу та у зв'язку з численними зверненнями студентів запроваджено інформаційний сервіс, що дозволяє ознайомитися з електронними копіями регламентів з основних навчальних дисциплін, розміщених у відповідних розділах контенту для студентів на веб-сайтах кафедр факультету.

ВИСНОВКИ

В основі подальшого розвитку факультету технічних систем та енергоефективних технологій – тісна співпраця з промисловими підприємствами-замовниками кадрів, розширення та підвищення рівня фундаментальних і прикладних наукових досліджень, поглиблення міжнародного наукового співробітництва та академічної мобільності. Кадровий потенціал факультету, його матеріально-технічна база є основними чинниками успішності факультету сьогодні і в майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сумський державний університет: історія і сучасність: 65 років на освітянській та науковій ниві / А. В. Васильєв (голов. ред.), В. Б. Звагельський, В. О. Садівничий. – 2-ге вид., переробл. – Суми: Сумський державний університет, 2013. – 152 с.
2. Сумський державний університет в іменах: 60 років на освітянській та науковій ниві. – Суми: СумДУ, 2008. – 152 с.
3. Веб-сайт наукового журналу «Журнал інженерних наук» Сумського державного університету [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://jes.sumdu.edu.ua/>.
4. Офіційний веб-сайт факультету технічних систем та енергоефективних технологій Сумського державного університету [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://teset.sumdu.edu.ua/>.
5. Веб-сайт кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів Сумського державного університету [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://tmvi.sumdu.edu.ua/>.
6. Веб-сайт кафедри загальної хімії Сумського державного університету [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://chem.teset.sumdu.edu.ua/>.
7. Веб-сайт кафедри прикладної гідроаеромеханіки Сумського державного університету [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pgm.teset.sumdu.edu.ua/>.
8. Веб-сайт кафедри загальної механіки та динаміки машин Сумського державного університету [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zmdm.teset.sumdu.edu.ua/>.
9. Веб-сайт кафедри опору матеріалів та машинознавства Сумського державного університету [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://omim.teset.sumdu.edu.ua/>.
10. Веб-сайт кафедри технічної теплофізики Сумського державного університету [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://tft.teset.sumdu.edu.ua/>.
11. Веб-сайт кафедри процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв Сумського державного університету [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pohnv.teset.sumdu.edu.ua/>.
12. Веб-сайт кафедри прикладного матеріалознавства та технології конструкційних матеріалів Сумського державного університету [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pmitkm.teset.sumdu.edu.ua/>.
13. Веб-сайт кафедри прикладної екології Сумського державного університету [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ecolog.sumdu.edu.ua/>.
14. Веб-сайт наукового центру прикладних екологічних досліджень Сумського державного університету [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://env.teset.sumdu.edu.ua/>.
15. Веб-сайт науково-навчального центру «All'Хімія» Сумського державного університету [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://allchem.teset.sumdu.edu.ua/>.

16. Веб-сайт науково-дослідної лабораторії прикладного матеріалознавства [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://labpm.sumdu.edu.ua>.
17. Веб-сайт Всеукраїнської міжвузівської науково-технічної конференції «Сучасні технології в промисловому виробництві» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://conf.teset.sumdu.edu.ua/>.
18. Веб-сайт Міжнародної науково-технічної конференції «Герметичність, вібронадійність та екологічна безпека насосного і компресорного обладнання» (ГЕРВІКОН) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://hervicon.sumdu.edu.ua/>.
19. Веб-сайт Всеукраїнської студентської олімпіади «Програмування обробки на верстатах із ЧПК» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://cncolymp.sumdu.edu.ua/>.
20. Офіційна сторінка факультету технічних систем та енергоефективних технологій Сумського державного університету у науковій мережі LinkedIn [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.linkedin.com/in/teset.
21. Офіційна сторінка факультету технічних систем та енергоефективних технологій Сумського державного університету у соціальній мережі Facebook [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.facebook.com/teset.ssu.
22. Офіційна сторінка факультету технічних систем та енергоефективних технологій Сумського державного університету у мікроблозі Twitter [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.twitter.com/Teset_SSU.
23. Офіційна сторінка факультету технічних систем та енергоефективних технологій Сумського державного університету у блозі Livejournal [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://teset-sumdu.livejournal.com/>.
24. Офіційна сторінка факультету технічних систем та енергоефективних технологій Сумського державного університету у соціальній мережі VK [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.vk.com/teset_ssu.
25. Офіційна сторінка факультету технічних систем та енергоефективних технологій Сумського державного університету у відеобанку Youtube [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.youtube.com/user/SumyUniversityTeSET.
26. Відкритий ресурс електронних засобів навчання ОСW-СумДУ [Електронний ресурс]. // Сумський державний університет. – Режим доступу : <http://ocw.sumdu.edu.ua/>.
27. Ляпощенко О. О. Комплексний курсовий проект за спеціальністю (ККП ТЛК) [Електронний ресурс]. / Олександр Олександрович Ляпощенко // Сумський державний університет. – 2013. – Режим доступу : <http://ocw.sumdu.edu.ua/content/757>.
28. Комплексний державний екзамен, напрям «Машинобудування» [Електронний ресурс]. // Сумський державний університет. – 2013. – Режим доступу : <http://dl.sumdu.edu.ua/drafts/1652/index.html?1402965604>.
29. Ляпощенко О. О. Практика виробнича, напрям «Машинобудування» [Електронний ресурс]. / О. О. Ляпощенко, А. Є. Артюхов // Сумський державний університет. – 2013. – Режим доступу : <http://ocw.sumdu.edu.ua/content/751>.
30. Дистанційне навчання в Сумському державному університеті [Електронний ресурс]. // Сумський державний університет. – Режим доступу : <http://dl.sumdu.edu.ua/ua>.
31. Навчальні ресурси СумДУ [Електронний ресурс]. // Сумський державний університет. – Режим доступу : <http://elearning.sumdu.edu.ua/>.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ

В ІНЖЕНЕРНІЙ ОСВІТІ

CDIO – СУЧАСНИЙ ПІДХІД ДО ІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ

Проаналізовано сучасні підходи до розроблення навчальних програм підготовки студентів інженерних спеціальностей на прикладі найпрогресивнішого підходу CDIO. Детально розглянуто 12 стандартів, що можуть бути керівництвом для реформування та оцінювання освітніх програм. Зазначено основні шляхи впровадження ініціативи CDIO на факультеті технічних систем та енергоефективних технологій.

Modern approaches to development of educational programs for training the students of engineering training directions on the example of CDIO – the most progressive approach, are analyzed. 12 standards, which can be the guidelines for reforming and assessment of educational programs, are considered in details. Key ways of implementation the CDIO initiative at the Faculty of Technical Systems and Energy Efficient Technologies are indicated.

ВСТУП

Міжнародний проект із реформування вищої освіти у галузі техніки і технологій, розпочатий у 2000 р., набув великого поширення в усьому світі. Ініціатива CDIO (абрєв. від «Conceive – Design – Implement – Operate») охоплює освітні програми в галузі техніки і технологій в усьому світі [1]. Завданням проекту є навчання студентів, в основу якого покладено освоєння інженерної діяльності відповідно до моделі «Планувати – Проектувати – Реалізувати – Керувати», реальні технічні системи та виробничі процеси. Ініціатива CDIO передбачає три основні завдання щодо навчання студентів, здатних:

- оволодівати глибокими знаннями технічних основ;
- керувати процесом створення та експлуатації нових виробів і систем;
- розуміти важливість і наслідки впливу наукового та технологічного прогресу на суспільство.

У рамках ініціативи CDIO розроблено безліч ресурсів, що можуть бути адаптовані та впроваджені з урахуванням специфіки конкретних освітніх програм та використані для досягнення вищезазначених завдань. Ці ресурси призначені для формування освітніх програм, що містять взаємопов'язані дисципліни, де навчання передбачає набуття навичок створення виробів, процесів і систем, міжособового спілкування та розвитку особистісних якостей. У процесі навчання студенти набувають багатого досвіду щодо проектно-конструкторської та експериментальної діяльності як у навчальних аудиторіях, так і в сучасних наукових лабораторіях. Одним із таких ресурсів є стандарти CDIO.

ІСТОРІЯ CDIO

Розроблення ініціативи CDIO розпочалося наприкінці 90-х р. XX ст. у США як відповідь на невдоволення роботодавців на те, що університетська інженерна освіта надто віддалилася від практики.

Офіційно спільнота CDIO з'явилася у 2000 р. завдяки співробітництву Massachusetts Institute of Technology з трьома шведськими університетами – Chalmers University of Technology, Linkoping University, Royal Institute of Technology (рис. 1).

Автором і співзасновником ініціативи CDIO є Едвард Кроулі (Edward F. Crawley), професор аеронавтики та інженерних систем Массачусетського технологічного інституту, який зараз очолює Сколковський інститут науки і технологій (Сколтех).

Сьогодні ініціативу CDIO підтримують більше ніж 120 вищих навчальних закладів із 30 країн Європи, Північної і Латинської Америки, Азії, Австралії та Нової Зеландії, Африки (табл. 1). Повний перелік вищих навчальних закладів зазначено на офіційному веб-сайті ініціативи CDIO [1].

СТАНДАРТИ CDIO

У січні 2004 р. (рис. 2) у рамках ініціативи CDIO прийнято 12 стандартів для опису програм CDIO. Ці стандарти розроблено у відповідь на запити керівників програм, випускників і партнерів від промисловості, яким необхідні були критерії відмінності програм CDIO та їх випускників. У результаті в стандартах CDIO були визначені спеціальні вимоги до програм CDIO, які можуть бути керівництвом для реформування та оцінювання освітніх програм.

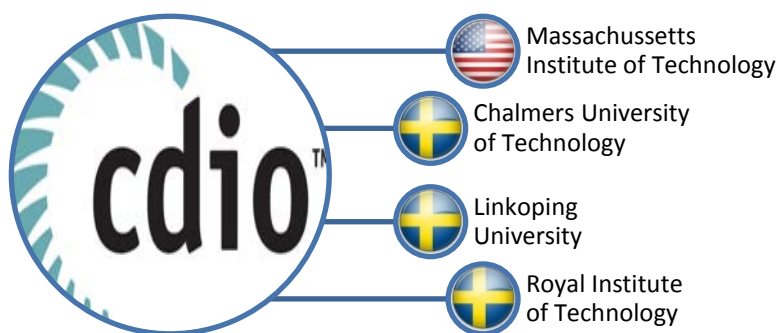


Рисунок 1 – Засновники ініціативи CDIO



Рисунок 2 – Періодизація ініціативи CDIO



Рисунок 3 – Стандарти ініціативи CDIO

Таблиця 1

Представництво ініціативи CDIO за регіонами світу

Регіон	Кількість ВНЗ	Координатор
Австралія та Нова Зеландія	8	Duncan A. Campbell, Queensland University of Technology (Australia)
Азія	19	Changchun Li, Beijing University (China), Peihua Gu, Shantou University (China), Helene Leong, Singapore Polytechnic (Singapore)
Африка	2	Josua Meyer, University of Pretoria (South Africa)
Великобританія та Ірландія	11	Paul Hermon, Queen's University (UK), Matt Murphy, University of Liverpool (UK)
Європа	56	Jens B. Bennedsen, Aarhus University (Denmark), Juha Kontio, Turku University of Applied Sciences (Finland), Fredrik Georgsson, Umea University (Sweden)
Латинська Америка	10	Francisco Viveros, Pontificia Universidad Javeriana (Columbia), Patricio Poblete, Universidad de Chile (Chilie)
Північна Америка	20	James Leylek, University of Arkansas (USA), Ron Hugo, University of Calgary (Canada)

Ці стандарти є відправною точкою для безперервного поліпшення якості навчання [1–3]. У 12 стандартах (рис. 3) висвітлюються філософія програми (стандарт 1), розроблення навчальних планів (стандарти 2–4), реалізація проектної діяльності та вимоги до робочого простору (стандарти 5 і 6), методи викладання та навчання (стандарти 7 і 8), підвищення кваліфікації викладачів (стандарти 9 і 10), а також оцінювання результатів навчання та програми в цілому (стандарти 11 і 12). Нижче для кожного стандарту наводяться опис, логічне обґрунтування та рубрика щодо самооцінки.

Із дванадцяти стандартів CDIO сім є найбільш істотними, оскільки вони визначають відмінності підходу CDIO від інших реформ у галузі освіти (ці стандарти позначено *). П'ять додаткових стандартів значно збагачують вимоги до програм CDIO та відображають досвід найкращих практик інженерної освіти.

Опис

У розділі «Опис» наводиться формулювання стандарту та пояснюється його значення, визначені ключові терміни і наведена основна інформація.

Обґрунтування

Логічне обґрунтування містить аргументи на користь прийняття стандарту. Аргументи базуються на дослідженнях у галузі освіти, а також ураховують досвід кращих практик в інженерній діяльності та вищій освіті. У цьому розділі наводяться відмінні якості ініціативи CDIO від інших реформ у галузі освіти.

СТАНДАРТ 1 – CDIO ЯК ФІЛОСОФІЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ*

Прийняття принципу, відповідно до якого розвиток та реалізація життєвого циклу виробів, процесів і систем відбуваються у рамках моделі «Планувати – Проектувати – Реалізувати – Керувати». Ця модель визначає контекст/зміст інженерної освіти.

Опис

Програма CDIO базується на принципі, що розвиток та реалізація життєвого циклу виробів, процесів і систем є невід'ємними

частинами підготовки фахівців у галузі техніки і технологій. Модель «Планувати – Проектувати – Реалізувати – Керувати» придатна до всього життєвого циклу виробу, процесу та системи. Стадія усвідомлення та планування (Conceiving) передбачає визначення потреб споживача, можливості їх задоволення, продумування загальних питань технології, стратегії підприємства та нормативних вимог, а також розроблення концепцій, технічних і бізнес-планів. Стадія проектування (Designing) присвячена розробленню проекту, включаючи плани, креслення та алгоритми, які відображають концепт того, що буде створюватися, реалізовуватися та керуватися. На стадії реалізації (Implementing) проект перетворюється у виріб, процес або систему, враховуючи апробацію, виробництво, валідацію та сертифікацію. На стадії керування (Operating) відбувається використання виготовленого виробу для отримання запланованого результату, включаючи підтримку, розвиток і вилучення виробу з експлуатації.

Філософія CDIO визначає контекст інженерної освіти, створюючи культурний простір або середовище, в якій відбуваються практика та опановування технічних знань та інших навичок. Цей принцип може реалізовуватися лише у разі, якщо існують:

- розуміння та домовленість викладачів про прийняття підходу CDIO;
- план переходу на програму CDIO;
- підтримка ініціативи реформування керівниками програми та адміністрації.

Обґрунтування

Випускники повинні бути здатними до комплексної інженерної діяльності: планувати, проектувати, реалізовувати та керувати інженерними виробами, процесами й системами у сучасному середовищі, що базується на командній роботі фахівців. Вони повинні мати здатність брати участь у реалізації інженерних процесів, робити внесок у розвиток інженерних виробів та здійснювати цю діяльність, працюючи у компанії. Це є суттю інженерної професії.

СТАНДАРТ 2 – РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ CDIO*

Специфічні деталізовані результати навчання для розвитку особистісних та міжособистісних якостей і навичок створення виробів, процесів і систем, а також дисципліновані знання відповідають меті програми та узгоджені із зацікавленими особами за програмою.

Опис

Знання, навички та особистісні якості, заплановані як результат інженерної освіти, тобто є результатами навчання, визначені та мають код у переліку CDIO Syllabus. Результати навчання визначають, що випускники повинні знати та вміти після закінчення своєї освітньої програми. Додатково до результатів навчання для опису технічних знань (розділ 1) у CDIO Syllabus виділяють особистісні та міжособистісні вміння, а також навички створення виробів, процесів і систем.

Особистісні результати навчання (розділ 2) зосереджені на когнітивному та емоціональному розвитку кожного студента, наприклад при поставленні технічних завдань і вирішенні проблем, експериментуванні та отриманні нових знань, системному, творчому та критичному мисленні та професійній етиці.

Міжособистісні результати навчання (розділ 3) дають опис умінь індивідуальної та групової взаємодії, наприклад робота у команді, лідерство, спілкування та мовні комунікації.

Навички створення виробів, процесів і систем (розділ 4) сфокусовані на процесах планування, проектування, впровадження і використання у виробництві, бізнесі та соціальних контекстах.

Результати навчання повинні обговорюватися та затверджуватися ключовими зацікавленими особами програми, тобто тими, хто підтримує інтерес до випускників інженерних освітніх програм з метою відповідності до мети програми та значущості для практичної інженерної діяльності. У рамках програми необхідно подати результати навчання відповідно до CDIO Syllabus. Зацікавлені особи дозволяють визначити очікуваний рівень

професіоналізму стосовно кожного результату навчання.

Обґрунтування

Визначення певних результатів навчання допомагають забезпечити отримання студентами відповідної бази для їх майбутньої професії. Професійними інженерними організаціями та представниками промисловості визначені основні якості (атрибути) інженера-початківця у технічній і професійній галузях.

Більше того, різні органи з оцінювання та акредитації потребують, щоб у рамках інженерних освітніх програм були визначені результати навчання в термінології знань і вмінь (компетенцій) випускників.

СТАНДАРТ 3 – ІНТЕГРОВАНІЙ НАВЧАЛЬНИЙ ПЛАН*

Розроблений навчальний план містить взаємозв'язані дисципліни та чіткий план з інтеграції особистісних і міжособистісних навичок, а також навичок створення виробів, процесів і систем.

Опис

Інтегрований навчальний план передбачає навчальний процес, спрямований на набуття особистісних і міжособистісних навичок, а також навичок створення виробів, процесів і систем (стандарт 2) у взаємозв'язку з опануванням дисциплінарних знань та їх застосуванням в інженерній діяльності. Дисципліни є взаємодоповнювальними у тому разі, коли визначені чіткі взаємозв'язки між змістом і результатами навчання окремих дисциплін. Необхідним є чіткий план, що визначає шляхи інтеграції навичок і міждисциплінарних зв'язків, наприклад за допомогою зіставлення конкретних результатів навчання за дисциплінами та елементів навчальної діяльності у рамках програми.

Обґрунтування

Навчання особистісним, міжособистісним і професійним якостям, а також набуття навичок створення виробів, процесів і систем не слід розглядати як доповнення до програми навчання, а повинні бути її невід'ємними складовими. Для досягнення запланованих результатів

навчання у частині дисциплінарних знань і навичок, під час формування навчального плану необхідно максимально використовувати час. Викладачі відіграють активну роль у розробленні інтегрованого навчального плану, передбачаючи проведення відповідних взаємозв'язків між дисциплінами, а також виявлення та узгодження можливості формування й розвитку окремих навичок при вивченні дисциплін, що викладаються.

СТАНДАРТ 4 – ВСТУП ДО ІНЖЕНЕРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Необхідність такої дисципліни є основою для інженерної діяльності при створенні виробів, процесів і систем та формування основних особистісних і міжособистісних навичок.

Опис

Як правило, дисципліна «Вступ до фаху» є однією з перших обов'язкових дисциплін у програмі підготовки і створює уяву про інженерну діяльність. До складу дисципліни входить широкий спектр завдань та обов'язків інженера, а також застосування дисциплінарних знань для вирішення цих завдань. Студентів зацікавлюють інженерною діяльністю шляхом вирішення проблем і простих завдань із проектування, що виконуються індивідуально та в командах. Дисципліна передбачає набуття особистісних і міжособистісних навичок, а також одержання знань і вмінь, необхідних на початку вивчення програми, щоб підготувати студентів до набуття досвіду створення більш складних виробів, процесів і систем. Наприклад, вирішення завдань у невеликих групах дозволяє підготувати студентів до роботи в більш великих командах розробників.

Обґрунтування

Дисципліна спрямована на стимулювання зацікавленості та підвищення мотивації студентів до інженерної діяльності, зосереджуючи їх увагу на практичній користі відповідних основних дисциплін. Студенти, як правило, обирають інженерні спеціальності тому, що бажають створювати вироби, а вступні дисципліни допомагають підвищити зацікавленість. Крім того, вступні дисципліни сприяють більш

швидкому початку розвитку вмінь, перелічених у CDIO Syllabus.

СТАНДАРТ 5 – ДОСВІД ЗДІЙСНЕННЯ ПРОЕКТНО-ВПРОВАДЖУВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ*

Навчальний план містить два або три проекти, передбачаючи набуття досвіду проектно-впроваджувальної діяльності (один – на базовому рівні та один – на поглибленому рівні).

Опис

Термін проектно-впроваджувальна діяльність означає ряд видів інженерної діяльності, які відносять до процесу розроблення нових виробів і систем. Сюди належать усі види діяльності, зазначені в стандарті 1 на етапах проектування та впровадження, а також відповідні аспекти концептуального проектування із стадії планування. Навчальний план містить набуття досвіду проектно-впроваджувальної діяльності, в якій проінтегровано розвиток у студентів навичок розроблення виробів, процесів і систем, а також здатність застосовувати інженерні знання на практиці. Досвід здійснення проектно-впроваджувальної діяльності залежно від масштабності, складності та послідовності реалізації поділяють на базовий і поглиблений.

Наприклад, отримання досвіду розроблення простих виробів і систем включено до програми на ранній стадії, а складні проектно-впроваджувальні види робіт заплановані у подальших дисциплінах. Це має на меті допомогти студентам інтегровано використовувати знання та навички, отримані на попередніх курсах. Здібності планувати, проектувати, реалізовувати та керувати виробами, процесами та системами можуть бути вміщені до обов'язкових елементів навчального плану, наприклад у переддипломні дослідницькі проекти та практики.

Обґрунтування

Досвід здійснення проектно-впроваджувальної діяльності необхідно структурувати та формувати таким чином, щоб сприяти успіху інженерної діяльності на ранній стадії. Послідовне набуття досвіду

здійснення проектно-впроваджувальної діяльності та підвищення рівня складності закріплюють уявлення студентів про створення виробів і систем. Крім того, формується міцна основа, що дозволяє побудувати глибоке концептуальне розуміння дисциплінарних навичок. Необхідно приділяти особливу увагу роботі студентів над створенням виробів і реалізації процесів у реальних умовах, що сприятиме встановленню студентами взаємозв'язку між технічним змістом, який вивчається, та своїми професійними й кар'єрними інтересами.

СТАНДАРТ 6 – РОБОЧИЙ ПРОСТІР ДЛЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Наявність робочого простору для здійснення інженерної діяльності та лабораторій, які сприяють практичному вивченню методів створення виробів, процесів, систем, отриманню дисциплінарних знань і вивченню соціальних аспектів.

Опис

Фізичне середовище навчання містить традиційні місця навчання, наприклад лекційні зали та аудиторії для проведення семінарів, а також лабораторії і робочий простір для інженерної діяльності.

Робочий простір і лабораторії забезпечують набуття навичок створення виробів, процесів і систем одночасно із засвоєнням дисциплінарних знань. Особлива увага приділяється практичному навчанню, в якому студенти безпосередньо зайняті своїм власним навчанням, та дається можливість для соціального навчання, тобто створюються умови, де студенти мають змогу навчатися один в одного та взаємодіяти у командах. Створення нових робочих просторів або модернізація існуючих лабораторій залежать від розміру програми та ресурсів закладу.

Обґрунтування

Робочий простір та інше навчальне середовище, які підтримують практичне навчання, є основними ресурсами для того, щоб вчитися проектувати, створювати та керувати виробами, процесами і системами. У студентів, які мають доступ до сучасних технічних інструментів, програмного забезпечення та лабораторій, є можливості

формуванню знань, навички та підходи, що сприяють розвитку компетенцій зі створення виробів, процесів і систем. Ці компетенції якнайкраще розвиваються у робочому просторі, який є особистісно-орієнтованим, зручним у використанні, доступним та інтерактивним.

СТАНДАРТ 7 – ІНТЕГРОВАНЕ НАВЧАННЯ*

Досвід інтегрованого навчання сприяє формуванню дисциплінарних знань поряд із особистісними навичками та навичками міжособистісного спілкування, створення виробів, процесів і систем.

Опис

Інтегроване навчання – це педагогічні підходи, що сприяють вивченню дисциплінарних знань одночасно з розвитком особистісних і міжособистісних навичок, а також навичок створення виробів, процесів і систем. Вивчення питань професійної інженерної діяльності входить до змісту дисциплін. Наприклад, студенти можуть в одному завданні виконувати аналіз виробу, його проектування та розглядати питання соціальної відповідальності інженера, який спроектував цей виріб. Представники промисловості, випускники та інші зацікавлені особи можуть бути задіяні в розробленні таких завдань.

Обґрунтування

Навчальний план і результати навчання, вимоги до яких розглянуті у стандартах 2 і 3 відповідно, можуть бути реалізовані лише за допомогою відповідних педагогічних підходів, які дозволяють отримати велику користь із навчального часу студента. Крім того, важливо, щоб студенти сприймали викладачів інженерних дисциплін як професійних інженерів, які навчають їх дисциплінарним знанням, особистісним і міжособистісним навичкам, а також навичкам створення виробів, процесів і систем. За наявності інтегрованого навчання викладачі можуть найбільш ефективно допомогти студентам застосовувати дисциплінарні знання в інженерній практиці та краще підготувати їх до відповідних вимог інженерної професії.

СТАНДАРТ 8 – АКТИВНІ МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Опис

Активні методи навчання зацікавлюють студентів безпосередньо у роздумах та процесах вирішення проблем. Менше уваги приділяється пасивній передачі інформації та більше – зацікавленості студентів у керуванні, використанні, аналізі та оцінюванні ідей та змісту дисциплін. Активне навчання на лекційних курсах може передбачати такі методи, як дискусії у невеликих групах, демонстрації наочних прикладів, дебати, питання на розуміння змісту та зворотний зв'язок від студентів відносно матеріалу, який вони вивчають. Активне навчання є практико-орієнтованим у разі, коли студенти намагаються моделювати професійну інженерну діяльність, наприклад конструювання, моделювання та аналіз ситуацій.

Обґрунтування

Якщо зацікавити студентів у роздумах про концепції, особливо нові ідеї, та вимагати від них висловити їх думки, то студенти зможуть більшому навчитися та зрозуміють, чому й як вони навчаються. Цей процес допомагає підвищити мотивацію студентів до досягнення результатів навчання за програмою та сформуванню навички навчання впродовж життя. За допомогою активних методів навчання викладачі можуть допомогти студентам знайти взаємозв'язок із ключовими концепціями та сприяти застосуванню цих знань у нових умовах.

СТАНДАРТ 9 – УДОСКОНАЛЕННЯ CDIO-КОМПЕТЕНЦІЙ ВИКЛАДАЧІВ*

Наявність заходів, які дозволяють підвищити компетентність викладачів у галузі особистісних і міжособистісних навичок, а також навичок створення виробів, процесів і систем.

Опис

Програми CDIO надають підтримку викладачам інженерних дисциплін для підвищення їх компетенції в галузі особистісних і міжособистісних навичок, а також навичок створення виробів, процесів і систем, зазначених у стандарті 2. Ці навички

якнайкраще розвиваються в контексті професійної інженерної практики. Характер і масштаб підвищення кваліфікації викладачів залежать від ресурсів та завдань різних програм і закладів. Прикладами заходів, спрямованих на вдосконалення компетенцій викладачів, можуть бути:

- професійне стажування на промисловому підприємстві;
- співробітництво з колегами з промислової сфери в дослідницьких і освітніх проектах;
- вимога про наявність практичного досвіду в критерії обрання на посаду та підвищення посади;
- професійне підвищення кваліфікації в університеті.

Обґрунтування

Якщо викладачі інженерних дисциплін будуть реалізовувати програму, яка містить набуття особистісних і міжособистісних навичок, умінь створення виробів, процесів і систем, проінтегрованих із дисциплінарними знаннями відповідно до стандартів 3, 4, 5, 7, то вони повинні бути компетентними в цих навичках і уміннях. Викладачі інженерних дисциплін, як правило, є експертами в науково-дослідній роботі та базі знань у рамках своїх спеціальних дисциплін, але мають доволі обмежений практичний досвід інженерної діяльності в діловій та промисловій сфері. Крім того, стрімкі темпи появи технологічних інновацій потребують безперервного оновлення інженерних умінь. Викладачам необхідно постійно вдосконалювати свої інженерні знання та навички, щоб студентам наводити відповідні приклади з практики та бути сучасними інженерами.

СТАНДАРТ 10 – УДОСКОНАЛЕННЯ ПЕДАГОГІЧНИХ КОМПЕТЕНЦІЙ ВИКЛАДАЧІВ

Наявність заходів, що дозволяють підвищити педагогічні компетенції викладачів із використання активних методів навчання та оцінювання студентів при забезпеченні інтегрованого навчання.

Опис

Програма CDIO підтримує викладачів у вдосконаленні їх компетенцій щодо забезпечення інтегрованого навчання

(стандарт 7), активного навчання (стандарт 8) та оцінювання навчання студентів (стандарт 11). Характер і масштаб підвищення кваліфікації викладачів залежать від ресурсів та завдань різних програм і закладів. Прикладами заходів, спрямованих на вдосконалення компетенцій викладачів, можуть бути:

- підтримка участі викладачів в університетських і зовнішніх програмах підвищення кваліфікації;
- участь у форумах для обміну ідеями та кращими практиками;
- оцінювання педагогічної діяльності та використання ефективних методів навчання.

Обґрунтування

Якщо від викладачів очікують, що вони повинні викладати та оцінювати за новими методами (стандарт 7, 8, 11), то їм необхідно давати можливості для розвитку і вдосконалення відповідних компетенцій. У багатьох університетах існують програми підвищення кваліфікації та структурні підрозділи, які їх реалізують. Крім того, якщо при реалізації програм CDIO підкреслюється важливість викладання, навчання та оцінювання, то необхідно забезпечити відповідні ресурси для підвищення кваліфікації викладачів у цих галузях.

СТАНДАРТ 11 – ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАННЯ*

Оцінювання набуття студентами особистісних і міжособистісних навичок, умінь створення виробів, процесів і систем, а також одержання дисциплінарних знань.

Опис

Оцінювання процесу навчання студентів є показником того, в якому ступені кожний студент досяг конкретних результатів навчання. Викладачі, як правило, виконують це оцінювання у межах своїх відповідних курсів. При ефективному оцінюванні навчання використовують безліч методів, які порівнюють результати навчання з дисциплінарними знаннями, поряд із особистісними та міжособистісними навичками, умінями створювати вироби, процеси та системи, як зазначено у стандарті 2. Ці методи можуть містити

письмові та усні тести, спостереження за роботою студента, шкали рейтингу, рефлексію студентів, журнали, портфоліо, оцінювання студентами один одного та самооцінювання.

Обґрунтування

Якщо ми цінуємо особистісні та міжособистісні навички, уміння створювати вироби, процеси та системи та плануємо їх формування в навчальному плані та процесі навчання, то необхідно мати ефективні технології оцінювання для їх вимірювання. Різні категорії результатів навчання потребують різних методів оцінювання. Наприклад, результати навчання, пов'язані з дисциплінарними знаннями, можна оцінити за допомогою усних та письмових тестів, а для вимірювання проектно-впроваджувальних навичок краще застосовувати спостереження, які фіксуються. Застосування різних методів оцінювання формує широкий діапазон стилів навчання та збільшує надійність і адекватність даних, які оцінюються. У результаті визначення ступеня досягнення студентами запланованих результатів навчання може бути виконано з більшою достовірністю.

СТАНДАРТ 12 – ОЦІНЮВАННЯ ПРОГРАМИ

Наявність системи оцінювання відповідності програми даним дванадцяти стандартам і забезпечення зворотного зв'язку зі студентами, викладачами та іншими зацікавленими особами з метою безперервного вдосконалення.

Опис

Оцінювання програми являє собою судження про повноцінність програми, що ґрунтується на доказах просування програми до досягнення запланованої мети. Програма CDIO повинна бути оцінена відносно даних 12 стандартів CDIO. Докази повноцінності програми можуть бути зібрані з використанням оцінок дисциплін, думок викладачів, даних вхідних і підсумкових співбесід, звітів зовнішніх експертів, а також додаткових дослідів із залученням випускників і роботодавців. Ця інформація повинна регулярно доводитися до відома викладачів, студентів, керівництва,

випускників та інших зацікавлених осіб. Такий зворотний зв'язок є основою для прийняття рішень за програмою і формування планів з її безперервним удосконаленням.

Обґрунтування

Ключова мета оцінювання програми полягає у визначенні ефективності програми з досягнення поставленої мети. Докази, зібрані під час процесу оцінювання програми, також є основою для безперервного вдосконалення програми. Наприклад, якщо в підсумковій співбесіді більшість студентів повідомили, що вони не змогли досягнути деяких результатів навчання, то було б необхідно провести роботу з виявлення та усунення причин. Крім того, проведення регулярного та відповідного оцінювання програми є вимогою багатьох зовнішніх аудиторів і агентств, які здійснюють акредитацію.

ПІДХІД СДІО У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ СТУДЕНТІВ ФАКУЛЬТЕТУ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Реалізація підходу СДІО «Планувати – Проектувати – Реалізувати – Керувати» має відображення у навчальному процесі підготовки студентів за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» за напрямом підготовки «Інженерна механіка» фахового спрямування «Технології машинобудування». Так, для студентів викладається дисципліна «Комп'ютерні

системи автоматизованої підготовки виробництва».

Метою дисципліни є вивчення та практичне засвоєння методів автоматизації конструкторсько-технологічної підготовки виробництва. Розглядаються теоретичні та прикладні питання застосування автоматизованих систем проектування конструкторського і технологічного призначення. Завдання викладання дисципліни пов'язані з необхідністю отримання бакалаврами знань, умінь та навичок щодо ефективного використання комп'ютерних програм для конструкторсько-технологічної підготовки виробництва.

Дисципліна «Комп'ютерні системи автоматизованої підготовки виробництва» є логічним продовженням дисциплін комп'ютерного, загальноінженерного та технологічного спрямувань (табл. 2).

Відповідно до структури дисципліну поділяють на три розділи (табл. 3):

- конструкторська підготовка (CAD-технології);
- інженерний аналіз (CAE-технології);
- технологічна підготовка (CAPP-технології, CAM-технології).

Під час вивчення розділу «Конструкторська підготовка» студенти вдосконалюють свої навички з використання CAD-систем (абр. від «Computer-Aided Design»). Кожен студент за індивідуальним завданням проектує 3D-модель виробу, на основі якої розробляє асоційоване складальне креслення та формує специфікацію виробу.

Таблиця 2

Місце дисципліни «Комп'ютерні системи автоматизованої підготовки виробництва» у навчальному плані підготовки за ОКР «бакалавр» за напрямком 6.050502 – інженерна механіка

Фахове спрямування дисципліни	Найменування дисципліни	Семестр викладання	Кредити ECTS
Комп'ютерне	Нарисна геометрія	1	3,0
	Інженерна та комп'ютерна графіка	2	5,0
	Комп'ютерна графіка: поглиблений курс	3	2,5
Загальноінженерне	Опір матеріалів	3, 4	7,5
	Теорія механізмів і машин	4	5,5
	Деталі машин	5	6,0
Технологічне	Технологічні основи машинобудування	5	5,0

Структура дисципліни «Комп'ютерні системи автоматизованої підготовки виробництва»

Семестр	Модуль	Кредити ECTS	Години (разом/аудиторні)	Зміст
6	4 5 6	1,5	54/40	Конструкторська підготовка (CAD-системи)
7	1 2 3	3,0	108/40	Інженерний аналіз (CAE-системи) Технологічна підготовка (CAPP-системи)
8	4 5	1,5	54/20	Технологічна підготовка (CAM-системи)
Разом		6,0	216/100	

У розділі «Інженерний аналіз» уже розроблена 3D-модель виробу аналізується за допомогою CAE-систем (абр. від «Computer-Aided Engineering»), де у віртуальному середовищі моделюються реальні умови функціонування виробу.

При вивченні розділу «Технологічна підготовка» студенти вивчають системи автоматизованого проектування технологічних процесів (CAPP-системи, абр. від «Computer-Aided Process Planning»), розробляючи технологічний процес складання виробу і технологічні процеси механічної обробки найбільш складних деталей виробу. Одержані знання та навички студенти застосовують при виконанні комплексного курсового проекту (8-й семестр) та дипломного проекту спеціаліста (10-й семестр).

Вивчення САМ-систем (абр. від «Computer-Aided Manufacturing») полягає у тому, що кожен студент для однієї з деталей виробу, базуючись на вимогах креслення та інформації у технологічному процесі, розробляє операційне налагодження та керуючу програму для верстата з ЧПК. Результатом навчання є реальна деталь, яку оброблено на металорізальному верстаті з ЧПК за розробленою керуючою програмою. У результаті вивчення цієї дисципліни студент повинен знати:

- основні проектні завдання, що вирішуються на етапах конструкторсько-технологічної підготовки виробництва;

- особливості прийняття проектних рішень на етапах конструювання, обробки деталей і складання виробу;
- засоби опису інформації та формати подання даних, які використовуються в конструкторсько-технологічному проектуванні;
- математичні моделі та засоби формалізації технологічних знань.

У результаті вивчення даної дисципліни студент повинен мати уявлення:

- про тенденції та перспективи розвитку сучасних систем автоматизованого проектування конструкторського і технологічного призначення.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен уміти:

- вибирати способи вирішення проектних завдань конструкторської і технологічної підготовки машинобудівного виробництва;
- застосовувати сучасні системи автоматизованого проектування для вирішення завдань конструкторського і технологічного проектування.

ВИСНОВКИ

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій має на меті подальше вдосконалення навчальних програм підготовки студентів інженерних спеціальностей відповідно до концепції CDIO, розвиваючи міждисциплінарну практично-орієнтовану підготовку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Worldwide CDIO Initiative [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.cdio.org.
2. Всемирная инициатива CDIO. Стандарты: информационно-методическое издание / пер. с англ.; под ред. А. И. Чучалина, Т. С. Петровской, Е. С. Кулюкиной. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 17 с.
3. Международный семинар по вопросам инноваций и реформированию инженерного образования «Всемирная инициатива CDIO»: материалы для участников семинара / пер. С. В. Шикалова); под ред. Н. М. Золотаревой, А. Ю. Умарова. – М. : Изд. дом МИСиС, 2011. – 60 с.

ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНЦІЙ ІНЖЕНЕРІВ: ДОСВІД КРАЇН ЄВРОПИ

Акцентовано увагу на важливості практичної підготовки студентів інженерних спеціальностей. Розглянуто європейські підходи до формування професійних компетенцій. На конкретних прикладах показано участь підприємств у забезпеченні стажування студентів, а також зазначено аспекти щодо успішного працевлаштування випускників.

The attention is paid on the importance of practical training for the students of engineering specialties. European approaches to the formation of professional competencies are considered. Specific examples show the role of enterprises in providing the students with practical training, as well as the aspects of successful employment of graduates.

ВСТУП

Практична підготовка студентів має одне з основних значень щодо впровадження інновацій у виробництво. Базових практичних навичок студенти набувають у ході виконання практичних, лабораторних робіт та індивідуальних завдань у рамках як основних дисциплін навчального плану, так і дисциплін вільного вибору. Сучасною тенденцією є всіляка підтримка стратегії «Learning-by-doing», що передбачає навчання в процесі створення реальних машин, механізмів і технологій.

ВАЖЛИВІСТЬ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРІВ

Організація виробничих практик і дипломного проектування студентів у європейських вищих навчальних закладах – Королівському технологічному інституті (Швеція), Університеті м. Лідса (Великобританія), Політехнічному університеті м. Турина (Італія), які є партнерами програми Європейського Союзу TEMPUS проекту «Модернізація вищої інженерної освіти в Грузії, Україні та Узбекистані відповідно до технологічних викликів» (ENGITEC), істотно відрізняється від прийнятої в Україні схеми [1]. Якщо в Україні практика займає окреме місце в навчальному плані підготовки фахівців та є інструментом для реалізації одержаних теоретичних знань на практиці з набуттям певних компетенцій, то в університетах-партнерах у навчальному плані підготовки як бакалаврів, так і магістрів практика не є обов'язковою і відображається як дисципліна вільного вибору. Кількість кредитів, що відводяться для практики, є різною. У Політехнічному університеті Турина це 6 кредитів для рівня підготовки

«бакалавр» та 12 кредитів – для рівня підготовки «магістр» (1 кредит = 25 годин) [2]. Навчальний план бакалавра в Університеті м. Лідса передбачає 120 кредитів (1 кредит = 10 годин) стажування, які необхідно набрати впродовж одного року навчання.

Не кожне підприємство має настільки різноманітне й сучасне обладнання, яке мають університети. Добре оснащення лабораторій дозволяє кожному студентові отримати доступ до устаткування, ознайомитися з ним і методиками його використання, а також власними руками провести необхідні експерименти, дослідження та розрахунки. Виконання курсових робіт, пов'язаних із виготовленням фізичних виробів, пристроїв і машин, дозволяє студентам вивчати дисципліни більш глибоко, в тому числі і з практичної точки зору.

Разом із тим, у Туринській політехніці, як правило, 50–60 % студентів обирають стажування замість інших дисциплін вільного вибору. Щорічні опитування студентів показують, що 64 % студентів задоволені проходженням практики. Крім того, 68 % студентів запевняють, що знання, одержані в університеті за період навчання, є необхідними та відповідають рівню діяльності у період стажування (практики) [3].

Таким чином, основна практична підготовка студентів здійснюється в процесі навчання у вищому навчальному закладі. Внаслідок цього практика на підприємствах має дещо інші цілі. Завдяки реформі освіти вона стала інтегрованою частиною підготовки інженерів, що дозволяє випускникові ближче наблизитися до проблем промисловості та отримати

визнання своїх знань і компетенцій в освітніх кредитах. Стажування насамперед призначене сприяти працевлаштуванню студентів, їх мотивації щодо вибору предметів для вивчення в наступних за практикою періодах, забезпечувати можливість вивчення реальних умов організації праці на виробництві.

Не кожен студент може бути допущений до практики. Для можливості вибору практики як дисципліни вільного вибору студент повинен виконати кілька умов:

- отримати згоду на можливість пройти практику від координатора програми;
- попередньо здобути певну кількість кредитів (наприклад, у Туринській політехніці – 130 кредитів (для рівня підготовки «бакалавр») та 48 кредитів (для рівня підготовки «магістр»);
- самостійно знайти місце практики;
- запропонувати свою кандидатуру керівнику практики від університету та отримати його згоду;
- узгодити кандидатуру керівника практики від промисловості;
- узгодити тему та навчальний план практики.

Бажано, але не є обов'язковим, щоб тема практики відповідала темі випускної роботи.

УЧАСТЬ ПІДПРИЄМСТВ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

Участь у програмі практики не лише допомагає студентам у майбутньому влаштуватися на роботу за фахом, а й допомагає краще зрозуміти, як реалізувати власні сильні сторони, як досягти мети та кар'єрних уподобань, як краще продемонструвати свої навички та знання для потенційних роботодавців тощо.

Ефективним інструментом в аналізі доцільності надання можливості студентам набути професійного досвіду є щорічне опитування про проходження практики на підприємстві. Такий аналіз дозволяє вдосконалити навчальні заходи, контролювати ефективність практики та вибудувати тенденцію щодо модернізації інженерної освіти.

Підтримка практик здійснюється на загальноуніверситетському рівні та рівні факультетів у вигляді реалізації різноманітних проектів.

Зокрема, з 2007 р. Університет м. Лідса усіляко підтримує дослідження, що проводяться спільно з промисловістю. Близько 100 студентів отримують завдання, що мають реальне впровадження в промисловості. Близько 50 проектів реалізуються у вигляді виробів, які мають комерційний попит. Щороку Університет м. Лідса публікує звіт про ці дослідження в Інтернеті [4]. Така практика має місце щорічно у червні – серпні упродовж 10 тижнів. Попередньо теми проектів складаються викладачами, студенти записуються на виконання теми, яка їх цікавить, виконують її та подають свої результати по закінченні на спеціальній виставці у жовтні. У ході виконання проектів студенти отримують навіть заробітну плату. Для виконання проектів на конкурсній основі приймаються лише ті студенти, які пройшли підготовку 2–3-го рівнів за програмами підготовки бакалаврата та магістратури.

Проведення подібних практик усіляко підтримується промисловістю. Так, компанія National Instruments у рамках практики в Університеті м. Лідса проводить безкоштовні семінари з питань працевлаштування.

Характерними прикладами такої тісної співпраці між академічними установами та промисловими компаніями є досвід Туринської політехніки та компаній General Motors Powertrain Europe, FIAT Group, Ferrari, Indesit, Michelin, SIEMENS, SKF та ін.

В усіх університетах особлива увага приділяється командній роботі студентів над міждисциплінарними проектами. Яскравими прикладами є університетські команди H2PolitO [5], Squadra Corse [6], D.I.A.N.A. [7], які підтримуються промисловими компаніями та дають студентам можливість реалізувати свої знання та навички, наприклад при створенні прототипів і дослідних зразків автомобілів, що беруть участь у SHELL Eco-Marathon, Formula SAE, а також робіт для

дослідження Місяця в рамках конкурсу Google Lunar X-Prize (рис. 1).

Розвитку подібної співпраці з промисловістю сприяє наявність в університетах спеціальних центрів, які цілеспрямовано працюють над пошуком цікавих для промисловості напрямків досліджень, налагодженням зв'язків між промисловістю та науковими лабораторіями.

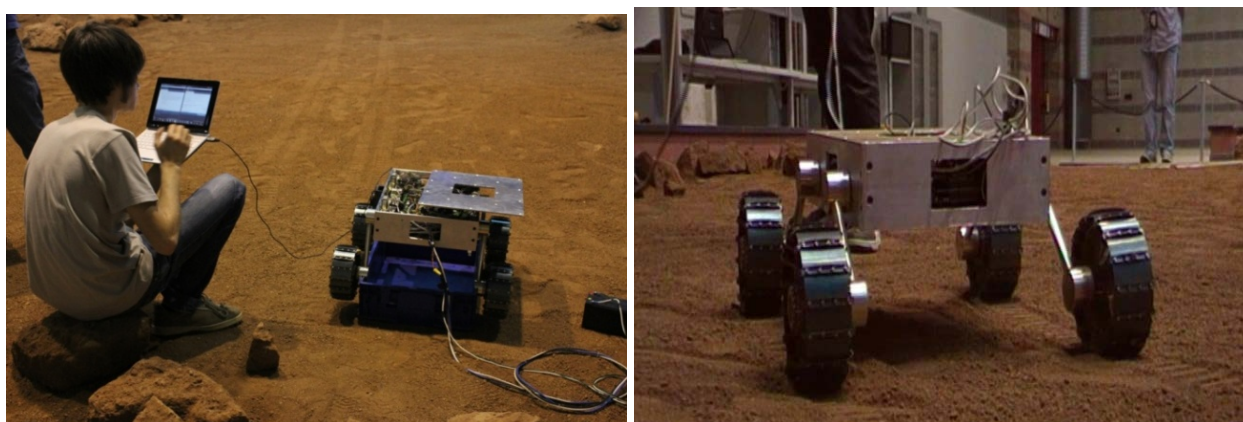
Такі центри в Університеті м. Лідса організовані у вигляді ієрархічної багатовузлової мережі, де кожен вузол концентрує свою діяльність на окремій галузі науки та забезпечує ієрархічне управління науково-дослідною діяльністю. У Королівському технологічному інституті подібні центри утворюють «одношарову» структуру та покликані сприяти первинному знаходженню зв'язків між ученими та промисловістю.



а)



б)



в)

Рисунок 1 – Результати роботи студентських команд H2PolitO (а), Squadra Corse (б) та D.I.A.N.A. (в) Туринської політехніки

ЗНАННЯ ТА НАВИЧКИ – ОСНОВА УСПІШНОГО ПРАЦЕВЛАШТУВАННЯ

Працевлаштування студентів – одна з основних цілей взаємодії з промисловістю. Тому кожен факультет в університетах-партнерах має структурний підрозділ, що опікується питаннями працевлаштування студентів. Так, в Університеті м. Лідса при інженерному факультеті діє центр зайнятості студентів, який реалізує свої програми практик для студентів. Крім того, підтримуються стипендіальні програми «Рік у промисловості», програма компанії Toyota «Дослідження та управління», а також програма практики працевлаштування.

У рамках програми «Рік у промисловості» Університет м. Лідса щороку пропонує п'ять місць для студентів другого курсу, які мають хороший бізнес-план і хочуть присвятити свій третій рік розвитку їх бізнесу. Ця програма починається наприкінці серпня – початку вересня і триває 12 місяців. Цей рік вважається роком стажування у промисловості.

Реалізація програми компанії Toyota «Дослідження та управління» стала можливою за рахунок пожертвувань від колишніх студентів університету. Метою цієї стипендії є надання студентам можливості отримання практичного досвіду впродовж двох років (у літні місяці). Перший етап проводиться наприкінці другого року навчання, а другий – після третього року навчання. Такі науково-дослідні стажування дозволяють студентам брати участь у найсучасніших дослідженнях. Студенти мають можливість зіставити свої знання та практичні потреби, отримати мотивацію для подальшого навчання.

Центри працевлаштування також допомагають студентам у пошуку місця стажування (практики). Для цього у веб-системах університетів створено портали, де промислові компанії розміщують вакансії. Це перший крок до взаємодії між студентами та представниками промисловості. Як правило, типове оголошення про вакансії на період стажування містить таку інформацію: назву стажування, інформацію про компанію, опис вимог до заявника на дану посаду, курс навчання студента, тривалість

стажування, як можна подати документи, оплату праці.

У Швеції у веб-системах промислових підприємств створено портали з темами тих питань (завдань), за розроблення яких може взятися будь-який студент і потім запропонувати свої послуги відповідному підприємству. Одним із таких порталів є KTH Degree Project Portal [8], який забезпечує співробітництво студентів і підприємств, що робить можливим прямий доступ підприємств до інноваційних знань та сучасного обладнання. Тези доповідей студентів та їх дипломні роботи часто є інструментами розширення співпраці Королівського технологічного інституту з підприємствами та ефективним способом працевлаштування студентів.

Цікавими є програми факультетського рівня. Наприклад, інженерний факультет Університету м. Лідса дає 10 студентам можливість під час практики працювати з оплатою праці у відділах факультету, що займаються питаннями працевлаштування. Мета цієї програми полягає у підвищенні значущості працевлаштування студентів і надання допомоги в роботі центру з працевлаштування.

ВИСНОВКИ

Таким чином, взаємодія університетів із промисловістю має на меті забезпечення одержання студентами актуальних для промисловості знань і набуття практичних навичок за рахунок постійного залучення промисловими підприємствами науково-дослідних лабораторій університетів, а разом з ними і студентів до виконання актуальних науково-дослідних робіт із високим ступенем комерціалізації. Це забезпечує безперервне вдосконалення навчального процесу, мотивацію студентів до навчання та їх цілеспрямованість на оволодіння знаннями, які можуть знадобитися у професійній кар'єрі. Разом із тим знаходження місця виробничої практики або працевлаштування є обов'язком студента.

Постійний контакт між промисловістю та університетами, а також набуття студентами практичних навичок після проходження практики роблять можливим виконання студентами реальних дипломних проектів у робочій команді.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Співпраця університетів та підприємств в Європі, як інструмент забезпечення відповідності вищої інженерної освіти технологічним викликам : монографія / В. Кордас, А. Петренко, Е. МакКей та ін.; за заг. ред. В. Шатохи. – Дніпропетровськ : Дріант, 2015. – 60 с.
2. Spessa E. FIAT Cooperation Agreement with Politecnico di Torino: BSc and MSc in Automotive Engineering / Ezio Spessa // TEMPUS ENGITEC 3rd Coordination Meeting, March 4, 2014, Politecnico di Torino.
3. Analisi dei questionari di valutazione dell'esperienza di tirocinio. Anno Accademico 2012/2013 [Електронний ресурс] // Politecnico di Torino. – 2013. – Режим доступу : https://didattica.polito.it/zxd/dati/allegato/16/Analisi_Questionario_2012_13.pdf.
4. Product Design Showcase and New Designers 2014 [Електронний ресурс] // University of Leeds. – 2014. – Режим доступу : <http://www.engineering.leeds.ac.uk/mechanical/undergraduate/degree-product-design/showcase/index.shtml>.
5. Team H2politO [Електронний ресурс] // Politecnico di Torino. – Режим доступу : www.polito.it/h2politO/.
6. Squadra Corse [Електронний ресурс] // Politecnico di Torino. – Режим доступу : <http://squadracorse-polito.com/>.
7. Team DIANA [Електронний ресурс] // Politecnico di Torino. – Режим доступу : <http://www.teamdiana.org/>.
8. KTH Degree Project Portal [Електронний ресурс] // KTH. – Режим доступу : <http://www.kth.se/en/samverkan/exjobb/kth-exjobbportal-1.292786>.

ВПЛИВ ІННОВАЦІЙ НА СТАЛИЙ РОЗВИТОК ІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ

Наша цивілізація є цивілізацією, в основі якої лежать технології. Постійно відбуваються соціальні зміни у суспільстві. Останнім часом знання набувають особливої цінності і це вимагає від сучасних випускників нових кваліфікацій, які до цього часу не вважалися актуальними для молодого інженера. Це розвиток командної роботи та креативності, практичний досвід, набутий під час навчання, розвиток уміння представляти свої досягнення, вміння постійно навчатися та знання іноземних мов. Найближча хвиля технічних інновацій буде зумовлена необхідністю забезпечення сталого розвитку. У цих умовах промисловості необхідні творчі особистості, здатні своєю креативністю доповнювати інформаційні можливості комп'ютерів та комп'ютерних мереж. Саме тому впродовж 150 років необхідна для промисловості кваліфікація працівників підвищилася із середньої освіти до наукового рівня. Зацікавленість промисловості у науковцях буде постійно зростати.

Our civilization is based on the technologies. Social changes in the society regularly occur. Lately the knowledge has become particular valuable and it requires new qualifications of the graduates, which were not considered before as urgent for young engineers. These are the development of teamwork and creativity, practical experience, gained during the training at the university, development of skills to present one's achievements, skills to study continuously and foreign languages skills. The nearest wave of technological innovations will be caused by the need to ensure sustainable development. In these terms, the industry needs creative personalities able to complete the informational power of computers and computer networks with their creativity. That is why during 150 years the industry-important qualification of workers has increased from secondary school up to a scientific level. The industry interest in scientists will continue to increase.

ВСТУП

Наша цивілізація є цивілізацією, в основі якої лежать технології. Без технологій наша цивілізація не може бути глобальним явищем. Наше суспільство зацікавлене в тому, щоб отримати максимум вигоди від існуючих технологій. Організаційна форма суспільства постійно змінюється та адаптується до безперервних змін у технологіях. Проте у сучасній історії можливо виділити чотири періоди (рис. 1):

- сільськогосподарське суспільство з технологією, що базується на сировині й призначена для випуску сільськогосподарської продукції;
- індустріальне суспільство з технологією, що базується на промисловому виробництві;
- інформаційне суспільство з технологією на основі інформаційних продуктів;
- у найближчому майбутньому – суспільство, що базується на знаннях (суспільство знань) із технологією на основі інформаційних продуктів.

Сьогодні відбувається активний процес перетворення інформаційного суспільства у суспільство знань. «Знання про продукти» передбачає розуміння товару або послуги, які можуть включати отримання інформації про його застосування, функції, особливості,

використання й підтримку кінцевого споживача. Менеджер із продажу товару є прикладом людини, від якої, як правило, очікують глибоких знань про товари й послуги, які він продає. Цікаво, що висококваліфікований менеджер із продажу, хоча і не є творцем цієї продукції, на багатьох підприємствах є найбільш високооплачуваним працівником підприємства. Основною метою цієї лекції є огляд сучасних тенденцій інноваційного розвитку інженерної освіти.

РОЛЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СУЧАСНОМУ СВІТІ

Суцільне застосування комп'ютерів є одним із найбільш важливих мегатрендів у розвитку сучасної технології з дуже високим рівнем впливу на соціальні процеси. Воно почалося в 70-ті рр. ХХ ст. і завершиться, як очікується, у найближчі 20 років. Застосування комп'ютерів може відбуватися у різних формах та проявах: у вигляді інтернету, мобільного телефону, автоматизованого інтегрованого виробництва, e-learning-технологій тощо [2]. Цей мегатренд є основою для розвитку, що базується на знаннях суспільства, у якому знання є ключовим ресурсом для економічного зростання. Знання як ресурс дуже захоплювальне та в деяких аспектах відрізняється від ресурсів, що

використовувалися раніше. Необхідно зазначити, що знання не є природним ресурсом; знання не обмежене; ми можемо створити його, думаючи і діючи. Це дуже індивідуальний ресурс. Усі, хто хоче думати й діяти, можуть створити знання.

Інший аспект. Під'єднана до комп'ютерної мережі машина (обчислювальний пристрій) може обмінюватися інформацією з іншими частинами структури, може контролювати їх або сама може бути керованою. У 70-х рр. ХХ ст. усі обчислювальні пристрої були ізольовані один від одного. Сьогодні близько 2/3 усіх нових обчислювальних гаджетів мають можливість під'єднання до комп'ютерної мережі та працювати спільно з іншими пристроями у мережах більш високого рівня. Існуючі комп'ютерні мережі є океанами з необмеженими можливостями для досягнення різних цілей. Окремі особи та групи людей можуть у таких мережах самоорганізуватися та виконувати дії для досягнення власних цілей і реалізації інтересів. У загальному випадку можливі три види взаємодії: людина – людина; машина – машина та людина – машина. Реалізація усіх взаємодій в одній мережі сприяє зниженню ієрархії та поліпшенню самоорганізації. Така глобальна мережа відкриває необмежений доступ до інформації та виникає запитання: як нею користуватися?

ТЕНДЕНЦІ РОЗВИТКУ СУЧАСНОЇ ОСВІТИ В РОЗРІЗІ ВИМОГ МІЖНАРОДНОГО РИНКУ ПРАЦІ

Промисловості необхідне постійне підвищення кваліфікації працівників. Упродовж останніх 150 років необхідна для промисловості кваліфікація працівників підвищилася із середньої освіти до наукового рівня (рис. 2). Промисловості необхідні творчі особистості, здатні своєю креативністю доповнювати інформаційні можливості комп'ютерів і комп'ютерних мереж. Хорошим прикладом таких тенденцій є вимога високої наукової кваліфікації (не менше кандидата наук) начальників відділів на великих підприємствах, зокрема ПрАТ «Сумське НВО ім. Фрунзе». Якщо у 50-ті роки ХХ ст. ці посади займали інженери з вищою освітою, то сьогодні більшу частину цих посад займають



Рисунок 1 – Соціальні зміни у суспільстві [1]

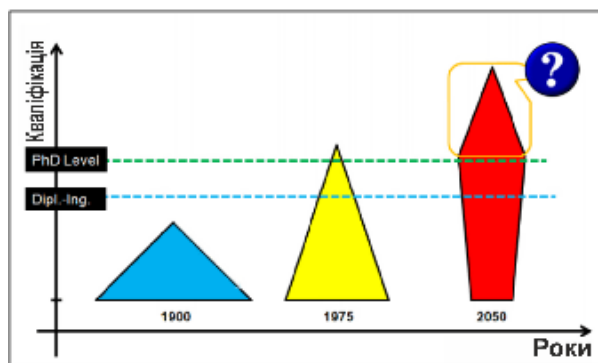


Рисунок 2 – Зміна вимоги до кваліфікації інженера з боку промисловості [1]



Рисунок 3 – Розвиток інженера в індустріальному суспільстві та суспільстві, що базується на знаннях [1]

Кваліфікація інженерів	Етапи				Основні завдання
	I	II	III	IV	
Молочний спеціаліст	■	■	■	■	Правильно застосовувати відомі технології
Спеціаліст	■	■	■	■	Правильно застосовувати відомі технології
	■	■	■	■	Розробляти нові технології на основі відомих знань
Магістр	■	■	■	■	Використовувати різноманітні нові знання і технології
	■	■	■	■	Проводити дослідження та розробляти нові прикладні знання
	■	■	■	■	Допомогати суспільству оволодівати новими технологіями
Вчений	■	■	■	■	Виконувати усі попередні завдання у суспільстві, що постійно змінюється
	■	■	■	■	Розробляти нові знання

Ключова проблема: професія інженера стає все більш комплексною, що призводить до зростання розриву між освітою, попитом виробництва та тією, що дають сучасні ЗНЗ.

Рисунок 4 – Основні завдання сучасного інженера [1]

спеціалісти з науковими ступенями. Це ще раз підкреслює, що здатність до створення нового притаманна лише людині та ціниться роботодавцем у сучасному світі найбільше.

Замкнене інженерне знання у реаліях нових технологій дуже швидко втрачає актуальність. Швидкість цього процесу безперервно зростає. Сто років тому це було 50 % за 40 років, сьогодні становить 50 % упродовж 4–7 років. Цей факт змінює парадигму освіти від класичної до безперервного навчання «lifelong learning».

«Безперервне навчання» є постійним добровільним цілеспрямованим прагненням знань як для досягнення особистих, так і професійних цілей. Цей процес не лише підвищує соціальну інтеграцію людини, забезпечує її активну громадянську позицію, а і забезпечує можливість особистого розвитку, самодостатність, конкурентоспроможність при працевлаштуванні [3, 4]. Термін визнає, що навчання не обмежується дитинством або школою, воно має місце впродовж усього життя і в різних ситуаціях. Упродовж останніх п'ятдесяти років постійні науково-технічні інновації та зміни глибоко вплинули на потреби та стилі навчання. Процес навчання у сьогоднішньому світі дуже важливо виділити за місцем та часом одержання знань (наприклад, школа) та використання знань (наприклад, робоче місце). Замість цього навчання може розглядатися як щось, що відбувається постійно в процесі нашої повсякденної взаємодії з іншими людьми та світом навколо нас.

Перехід від промислового/інформаційного суспільства до суспільства знань вимагає глибоких змін у завданнях інженера, які він повинен вирішувати (рис. 3). Крім семи основних завдань, з'явилися декілька додаткових:

- допомога суспільству адаптуватися до нової технології;
- діяльність зі зміни суспільства (рис. 4).

Для інженера, який працює у суспільстві знань, на перший план виходять його здатність до комунікації та аргументованого висловлювання своєї думки, креативність та вміння працювати у команді. Інженер – «ходяча енциклопедія», який знає все, але не може створити щось нове, не є затребуваним сьогодні, оскільки інформаційні функції взяла на себе

комп'ютерна мережа. Навпаки, роботодавці бачать випускника вищого навчального закладу (ВНЗ) як креативну людину з базовими навичками у галузі своєї спеціалізації, яка здатна постійно навчатися, самодисциплінована та комунікабельна.

У цьому сенсі університети, які можуть впливати на суспільство безліччю способів, повинні вирішувати нагальні глобальні проблеми суспільства шляхом постійної адаптації методики навчання та досліджень до викликів сьогодення. Такі складні питання можуть бути вирішені лише об'єднанням знань та досвіду різних наукових дисциплін і напрямів, активного залучення студентів до науково-дослідної роботи, створення умов для самоосвіти, одержання не лише теоретичних знань, й набуття практичних навичок. Лозунг «інженером є лише той спеціаліст, який крім теоретичних знань, має значний практичний досвід» усіяло підтримується в університетах КТН (Швеція), Турина (Італія), Лідса (Великобританія) та інших.

Отже, основними тенденціями розвитку сучасної освіти є:

- реалізація міждисциплінарних кваліфікацій;
- розвиток командної роботи;
- розвиток креативності;
- підтримка набуття практичного досвіду під час навчання;
- розвиток уміння представляти свої досягнення;
- мотивація та розвиток уміння постійно навчатися;
- вивчення іноземних мов.

Остання тенденція особливо актуальна для України в сенсі її активної інтеграції до Європейського Союзу. Останнім часом при прийманні на роботу перевагу надають тим кандидатам, які знають одну чи більше іноземних мов.

Необхідно зазначити, що міждисциплінарні дослідження є однією з найбільших пристрастей і одним із стратегічних напрямків розвитку університетів. Поєднуючи їх із величезним обсягом практичної підготовки студентів, участю студентів у групах наукової творчості, виконанням практичних науково-дослідних робіт із великим обсягом

експериментальних досліджень, західні університети досягають широкого кругозору випускників, забезпечують їх умінням самонавчання та генерації нових ідей – мисленню, тобто навчають тому, як отримати новий товар «знання» у новому суспільстві знань. Ключовою проблемою сучасної освіти є необхідність постійного удосконалення навчального процесу.

Професія інженера стає все більш комплексною, що приводить до зростання розриву між освітою, потрібною виробництву, та тією, що дають сучасні ВНЗ.

Виробництво очікує, що сучасні інженери залежно від кваліфікації будуть здатні не лише застосовувати відомі технології, й розробляти нові у суспільстві, що постійно змінюється. Вченим відводиться роль шукачів нових знань.

ІНЖЕНЕРНА ДУМКА ЯК ОСНОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ КРАЇНИ

Характерною ознакою минулого століття було нестримне прагнення людства до забезпечення економічного й технологічного розвитку. Успіх вимірювався переважно зростанням валового внутрішнього продукту. Вважалося, що це автоматично приведе до добробуту та значного підвищення рівня життя людей [5].

Блискача зовнішність прогресу майже завжди забезпечувалася за рахунок нещадної експлуатації та збіднення навколишнього середовища, експансією «закону джунглів» – хто сильніший, той і виживе. По суті, такі нероздільні сфери, як економіка, довкілля та суспільні інститути, функціонували ізольовано одна від одної. Почала руйнуватися сама природна основа існування та внутрішнього світу людини. Суспільство такого типу фактично жило за рахунок майбутніх поколінь. Як наслідок – на початку ХХІ століття світ зіштовхнувся з глобальними екологічними проблемами, голодом та збідненням більшості населення земної кулі, деградацією моралі, наростанням регіональних та міжетнічних конфліктів, тероризмом.

Ці обставини змусили прогресивну міжнародну громадськість і відомі недержавні міжнародні організації, такі як Римський клуб, Міжнародний інститут прикладного системного аналізу (IIASA),

Міжнародну федерацію інститутів перспективних досліджень та інші, започаткувати новий підхід до подолання зазначених глобальних проблем, який отримав назву – концепція сталого розвитку (від англ. sustainable development). Він значною мірою став продовженням концепції ноосфери, сформульованої академіком В. Вернадським ще в першій половині ХХ століття. Суть його полягає в обов'язковій узгодженості економічного, екологічного та людського розвитку таким чином, щоб від покоління до покоління не зменшувалися якість і безпека життя людей, не погіршувався стан довкілля й відбувався прогрес, який визнає потреби кожної людини.

Теорія і практика засвідчили, що на межі століть вчення В. Вернадського про ноосферу виявилось необхідною платформою для напрацювання триєдиної концепції сталого еколого-соціально-економічного розвитку. Узагальнення цієї концепції розроблені всесвітні самітими ООН у 1992 та 2002 рр., за участі понад 180 країн світу, багатьох міжнародних організацій і провідних учених. Таким чином, нова концепція системно поєднала три головні компоненти сталого розвитку суспільства: економічну, природоохоронну та соціальну.

Економічний підхід полягає в оптимальному використанні обмежених ресурсів і застосуванні природо-, енерго- та матеріалозбережних технологій для створення потоку сукупного доходу, який би забезпечував принаймні збереження (не зменшення) сукупного капіталу (природного або людського), з використанням якого цей сукупний дохід створюється. Водночас перехід до інформаційного суспільства приводить до зміни структури сукупного капіталу на користь людського, збільшуючи нематеріальні потоки фінансів, інформації та інтелектуальної власності. Уже тепер ці потоки перевищують обсяги переміщення матеріальних товарів у сім разів. Розвиток нової, «невагомої» економіки стимулюється не лише дефіцитом природних ресурсів, а й нарощуванням обсягів інформації та знань, що набувають значення затребуваного товару.

З точки зору екології, сталий розвиток повинен забезпечити цілісність біологічних і фізичних природних систем, їх життєздатність, від чого залежить глобальна стабільність усієї біосфери. Особливого значення набуває здатність таких систем самооновлюватися й адаптуватися до різноманітних змін замість збереження в певному статичному стані або деградації та втрати біологічної різноманітності.

Соціальна складова орієнтована на людський розвиток, на збереження стабільності суспільних і культурних систем, на зменшення кількості конфліктів у суспільстві. Людина повинна стати не об'єктом, а суб'єктом розвитку. Вона повинна брати участь у процесах формування своєї життєдіяльності, прийнятті й реалізації рішень, контролі за їх виконанням. Важливе значення для забезпечення цих умов мають справедливий розподіл благ між людьми (зменшення так званого GINI-індексу), плюралізм думок і толерантність у стосунках між ними, збереження культурного капіталу та його різноманітності, насамперед спадщини недомінуючих культур.

Системне узгодження та збалансування цих трьох складових – завдання величезної складності. Зокрема, взаємний зв'язок соціальної та екологічної складових приводить до необхідності збереження однакових прав сьогоднішніх і майбутніх поколінь на використання природних ресурсів. Взаємодія соціальної та економічної складових вимагає досягнення справедливості при розподілі матеріальних благ між людьми й надання цілеспрямованої допомоги бідним прошаркам суспільства. І, нарешті, взаємозв'язок природоохоронної та економічної складових потребує вартісного оцінювання техногенних впливів на довкілля. Вирішення цих завдань – найголовніший виклик сьогодення для національних урядів, авторитетних міжнародних організацій і всіх прогресивних людей світу, у тому числі інженерів та вчених, які створюють нові знання, технології і технічні системи [6].

Швидше за все найближча хвиля технічних інновацій буде зумовлена необхідністю забезпечення сталого розвитку.

У ХХІ ст. основним фактором для інновацій буде необхідність підвищення продуктивності при зменшенні навантаження на довкілля. Нації, компанії та інженери, які працюють разом для забезпечення сталого розвитку, опиняться на передньому краї науки. Такі інноваційні технології вмщуватимуть ефективні ресурсозберігаючі технології, поновлювані джерела енергії, такі як сонце, вітер, океан і біомасу, та зелені технології, які є ефективними, нетоксичними технологіями з малим або нульовим обсягом відходів.

Необхідно зазначити, що на відміну від інших хвиль інновацій ця хвиля необхідна для запобігання подальшому забрудненню, зміні клімату, втраті видів і деградації екосистем. Наскільки швидко та ефективно відбуватиметься наступна хвиля інновацій у галузі сталого розвитку буде істотно залежати від вибору, дій і стратегії керування інженерів. Тому життєво важливо, щоб інженери не лише були грамотними та обізнаними у шляхах досягнення сталого розвитку, й були впевненими у своїх поглядах, щоб показати реальне лідерство з цього питання.

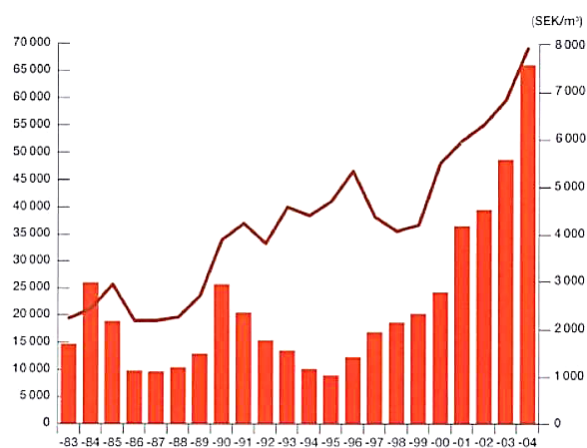


Рисунок 5 – Обсяги впровадження теплових насосів у Швеції впродовж 1983–2004 рр. (за матеріалами Шведської асоціації теплових насосів, Шведського інституту нафти)

Для ілюстрації цього положення цікавим є приклад упровадження теплових насосів у Швеції. Прийнята у цій країні концепція використання відновлених джерел енергії, у тому числі з використанням теплових насосів, на початку 90-х рр. ХХ ст. зіштовхнулася з нестачею кваліфікованих інженерів для її ефективного впровадження.

Це призвело до зниження обсягів упровадження та подорожчання технології (рис. 5). Але підготовка необхідних кадрів вже до початку 2000 р. істотно змінила ситуацію та інтенсифікувала процес упровадження цієї технології.

ВИСНОВКИ

Суспільство знань є наступним етапом розвитку людства. Перехід до цього етапу є неминучим і вимагає від сучасних інженерів нових кваліфікацій. Здатність до постійного навчання та значна практична підготовка є основними вимогами до сучасного випускника університету.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Katalinic B. Engineers for knowledge based society // Annals of DAAAM for 2010 & Proceedings of the 21st International DAAAM Symposium, 2010. – Vol. 21.
2. Рабочие процессы высоких технологий в машиностроении : учебное пособие /Н. В. Везуб, Е. Весткемпер, А. И. Грабченко и др. ; под ред. А. И. Грабченко. – Х. : ХГТУ, 1999. – 436 с.
3. Learning for Life: White Paper on Adult Education. – Dublin : Stationery Office, 2000.
4. Lifelong learning [Електронний ресурс] // Wikipedia. – Режим доступу : https://en.wikipedia.org/wiki/Lifelong_learning.
5. Згуровський М. З. Україна в глобальних вимірах сталого розвитку / М. З. Згуровський // Дзеркало тижня. – 2006. – № 19 (598).
6. Lecture 3 [Електронний ресурс] // The Natural Edge Project. – Режим доступу : <http://www.naturaledgeproject.net/>

МОЖЛИВОСТІ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ СУЧАСНОГО ІНЖЕНЕРА

Лекція присвячена висвітленню сучасних тенденцій розвитку засобів дистанційного навчання у вищих навчальних закладах України і світу. Наведений порівняльний аналіз систем дистанційного навчання у глобальному ринку надання освітніх послуг. Проаналізовані існуючі платформи дистанційного навчання. Наведені можливості основних безкоштовних електронних ресурсів для онлайн- і офлайн-освіти.

This lecture deals with the analysis of current trends of distance learning tools in Ukrainian and worldwide higher educational institutions. The comparative analysis of e-learning systems at the global market of educational services is shown. The existing platforms for distance learning are analyzed. Opportunities of free basic electronic resources for online- and offline-education are shown.

ВСТУП

Соціально-економічний розвиток сучасної України визначає нові вимоги до підготовки кваліфікованих інженерів, орієнтує систему професійної освіти на світові стандарти якості надання освітніх послуг. Розвиток ринку технічних інновацій вимагає від інженера здатності ефективно здійснювати професійну діяльність в умовах динамічного та високотехнологічного професійного середовища, що актуалізує завдання модернізації системи інженерної освіти.

Процес підготовки фахівців технічного профілю в умовах вищого навчального закладу (ВНЗ) повинен бути організований з урахуванням мінливих завдань інженерної діяльності. Високі темпи формування інноваційної системи спонукають до зростання професійного потенціалу сучасного інженера, вимагаючи підготовки фахівця інноваційного типу, здатного творчо мислити, володіти технічними знаннями на рівні сучасного науково-технічного прогресу, самостійно вирішувати науково-дослідницькі завдання й оперативно опановувати нові технології.

Володіння набором професійних знань, умінь і навичок не є достатньою умовою затребуваності випускника на ринку праці. Застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій забезпечує доступність якісної професійної освіти, індивідуалізованої за формами і термінами навчання. Процес формування базових професійних компетенцій інженера ефективніший за наявності обґрунтованих засобів реалізації компетентнісного підходу у сфері дистанційного навчання з урахуванням потенціалу сучасних освітніх технологій, специфіки навчально-

пізнавальної діяльності студента, за умов забезпечення комплексного підходу та координації діяльності всіх суб'єктів освітнього процесу.

Для забезпечення якості освіти необхідні динамічні, практично-орієнтовані технології навчання, що дозволяють студентам формувати, розвивати та вдосконалювати професійні компетенції, критично мислити і творчо підходити до вирішення своїх професійних завдань. Найбільш адекватно відображають можливість досягнення названих вимог технології дистанційного навчання [1].

Із вищезазначених позицій висвітлені сучасні тенденції розвитку засобів дистанційного навчання у ВНЗ України і світу, наведений порівняльний аналіз систем дистанційного навчання у глобальному ринку надання освітніх послуг, проаналізовані існуючі платформи дистанційного навчання та наведені можливості основних безкоштовних електронних ресурсів для онлайн-освіти з урахуванням реалізації положень компетентного підходу у вищій професійній освіті.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Дистанційне навчання є процесом взаємодії викладача та студентів на відстані з усіма властивими навчальному процесу компонентами (цілями, змістом, методами, формами організації, засобами навчання), реалізованим із застосуванням інформаційних технологій [2].

Дистанційне навчання дозволяє знизити витрати на проведення навчання як із боку ВНЗ (відсутність витрат на оренду приміщень, відряджень тощо), так і з боку

студента (зменшення вартості та часу навчання, оволодіння сучасними інформаційно-комунікаційними засобами), збільшити кількість слухачів, підвищити якість навчання за рахунок застосування сучасних засобів, створити єдине освітнє середовище.

Існують дві основні форми організації дистанційного навчання [3]: онлайн (синхронне навчання) і офлайн (асинхронне навчання). До першої форми можна віднести такий вид навчального процесу, як вебінар. До другої форми відносять платформи *LMS* (Learning Management System), що вміщують текстові та відеофайли, презентації, віртуальні дошки, тести, можливість обміну файлами.

Необхідно зауважити, що дистанційне та денне навчання не варто протиставляти одне одному. Це різні, але взаємодоповнювальні форми навчання, між якими знаходиться велика сфера спільних рішень, що означає, наприклад, доповнення базової освіти необхідними онлайн-курсами або використання комбінованої форми навчання, при якій частина теоретичного матеріалу викладається дистанційно, а практичні роботи є аудиторними [4].

Популярність дистанційної освіти

Сьогодні дистанційне навчання є затребуваним у різних сферах діяльності людства [5] (рис. 1).

За прогнозами *GIA* (Global Industry Analysts) [6], місткість ринку e-learning у світі найближчим часом перевищить 100 млрд дол.

За даними *Sloan Consortium* [7] щодо вищої освіти, відсоток студентів, які обирають онлайн-навчання, постійно зростає, причому при освоєнні як основних, так і додаткових дисциплін. За прогнозами *AERA* (American Educational Research Association) [8] у галузі освіти, найближчим часом дві третини усього навчання буде здійснюватися дистанційно.

Стандарти дистанційної освіти

Із 2003 р. почався процес розроблення стандарту дистанційного інтерактивного навчання *SCORM*, що містить вимоги до організації навчального матеріалу та дозволяє забезпечити сумісність

компонентів і можливість їх багаторазового використання: навчальний матеріал поданий окремими невеликими блоками, які можна вміщувати у різні навчальні курси та використовувати системою дистанційного навчання. *SCORM* передбачає широке використання інтернет-технологій, сприяє поглибленню вимог до складу дистанційного навчання та програмного забезпечення.

Світова і державна підтримка

Експерти *ЮНЕСКО* та уряди розвинених країн світу вважають, що відповідати вимогам інформаційного суспільства можна лише за рахунок технологій електронного навчання (e-learning), здатних орієнтувати студентів на новий стиль освіти, навчання впродовж усього життя. Застосування e-learning визнане пріоритетним напрямом реформи освітніх систем США, Великобританії, Канади, Німеччини, Франції тощо і на рівні ООН.

Європейським парламентом було ухвалено рішення про адаптацію довготермінових програм із метою ефективною інтеграції інформаційно-комунікаційних технологій в освітні європейські системи.

У звіті ООН про стан електронного навчання в країнах Європейського Союзу міститься перелік ВНЗ і навчальних центрів, які впроваджують e-learning. Близько 80 % європейських університетів мають необхідні технічні рішення та належний професорсько-викладацький склад для здійснення електронного навчання. На створення та розвиток освітніх інтернет-ресурсів, навчання викладачів і адміністраторів навчального процесу та розроблення якісного контенту і впровадження e-learning у США виділено 6 млрд дол.

В Україні правовими підставами для впровадження дистанційного навчання у ВНЗ є Закони України «Про освіту» № 1060-ХІІ із змінами від 11.06.2008 р., «Про вищу освіту» № 2984-ІІІ зі змінами від 19.01.2010 р., «Про національну програму інформатизації» № 74/98-ВР за редакцією від 04.02.2013 р.; Постанова Кабінету Міністрів України № 905 «Комплексна програма забезпечення загальноосвітніх, професійно-

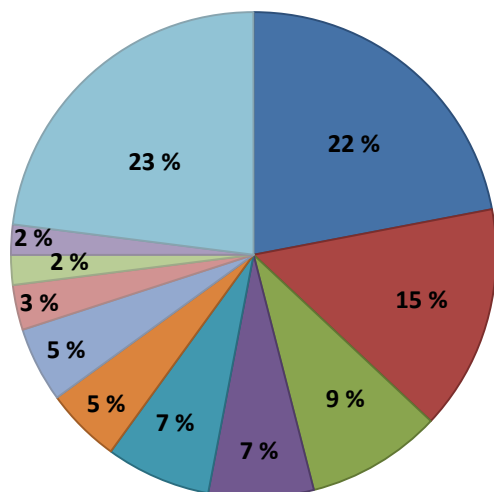


Рисунок 1 – Діаграма популярності e-learning за галузями

- Комерційні тренінги й освітні послуги
- Фінансові послуги
- Інформаційні технології
- Держава
- Охорона здоров'я
- Промисловість
- Професійні і бізнес-сервіси та консалтинг
- Некомерційне середовище
- Оптові та гуртові продажі
- Телекомунікації
- Інше

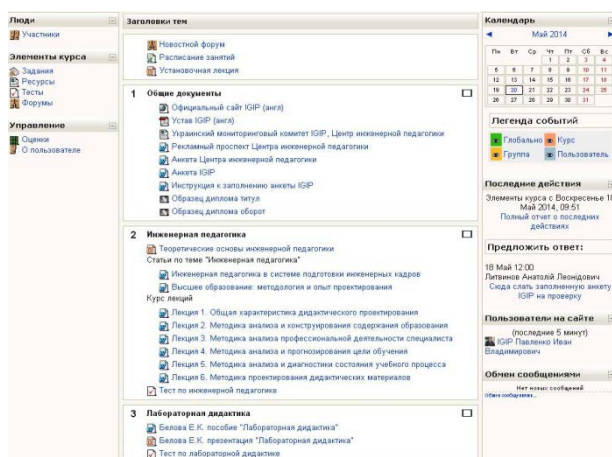


Рисунок 2 – Середовище Moodle на прикладі сайта дистанційного навчання Української інженерно-педагогічної академії

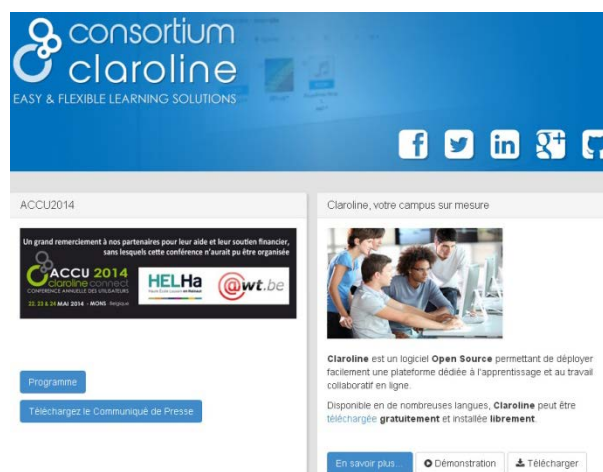


Рисунок 3 – Відкритий ресурс e-learning Claroline

технічних і вищих навчальних закладів сучасними технічними засобами навчання з природничо-математичних і технологічних дисциплін» від 13.12.2004 р. Постановою Верховної Ради «Положення про Консультативну раду з питань інформатизації при Верховній Раді України» від 04.02.1998 р. створений орган сприяння щодо вироблення політики у сфері інформатизації з урахуванням найновіших досягнень і технологічних рішень.

Дистанційна освіта в Україні є розвиненою формою навчання. Навчальними закладами розроблено і використовуються більше 4 тис. курсів. Понад 10 тис. викладачів пройшли підвищення кваліфікації

з використання систем дистанційного навчання.

Керівництво більшості ВНЗ України сформували свою особливу точку зору щодо перспективності та розвитку цієї галузі, про що свідчать дані:

- 75 % навчальних закладів України мають у своєму складі підрозділи, що відповідають за дистанційне навчання;
- 45 % університетів розробили своє організаційно-правове забезпечення;
- 40 % університетів розробили власні платформи дистанційного навчання.

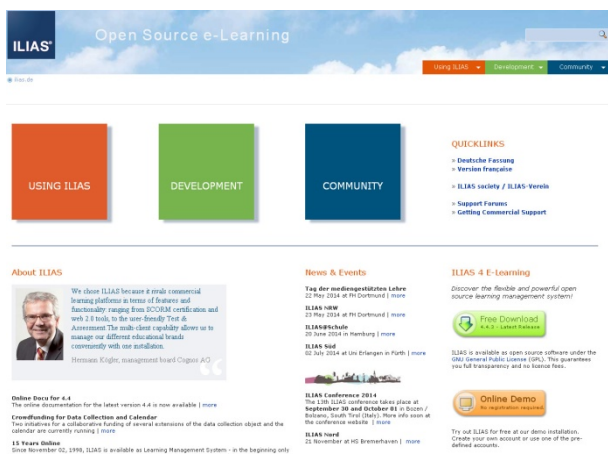


Рисунок 4 – Відкритий ресурс e-learning ILIAS



Рисунок 5 – Відкритий ресурс електронних засобів навчання OCW-СумДУ

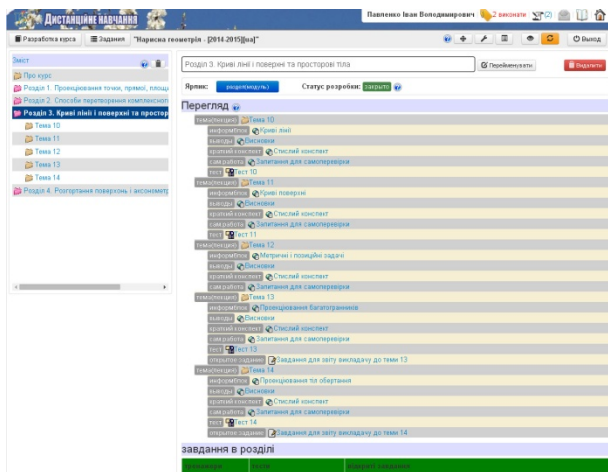


Рисунок 6 – Середовище дистанційного навчання Сумського державного університету

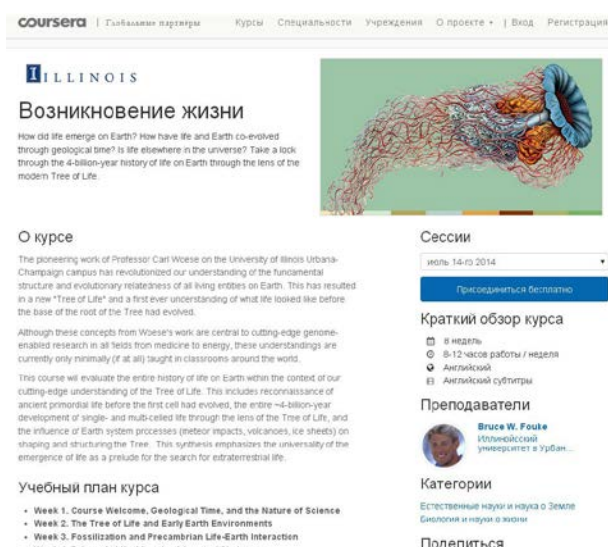


Рисунок 7 – Онлайн-курси у рамках проекту Coursera

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Moodle (модульне об'єктно-орієнтоване дистанційне навчальне середовище) є інтеграційною платформою організації e-learning і дистанційного навчання [9]. Система орієнтована на організацію взаємодії між викладачем і студентами, а також підходить для організації дистанційних курсів і підтримки денного навчання (рис. 2) [10].

Moodle перекладена на десятки мов, використовується майже у 50 тис. організацій із понад 200 країн світу. Кількість інсталяцій досягає 500 тис. Лідером та ідеологом системи є Мартін Дугіамас (Австралія).

Claroline – спільна платформа електронного навчання та роботи, створена для забезпечення можливості ВНЗ розробляти й адмініструвати дистанційні курси (рис. 3) [11]. Платформа використовується у більше ніж 100 країнах та доступна на 35 мовах.

ILIAS – вільна система управління навчанням (LMS) і підтримки навчального процесу (рис. 4) [12].

ДОСВІД СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Сумський державний університет має власну розгалужену систему дистанційного навчання:

- платформа дистанційного навчання призначена для створення повноцінних дистанційних курсів [13];
- **Lecture.ED** – електронний ресурс, призначений для імпортування розроблених електронних засобів із платформи дистанційного навчання, а також для розміщення авторських розробок [14];
- **OCW-СумДУ** – проект, створений для публікації у вільному доступі матеріалів навчальних дисциплін (рис. 5) [15].

Дистанційне навчання у Сумському державному університеті дає студентам можливість цілодобового доступу до навчальних матеріалів, постійну підтримку та консультації викладачів і методистів, відеолекції, віртуальні тренажери та інші

технологічні рішення для забезпечення ефективного процесу навчання (рис. 6).

БЕЗКОШТОВНІ ЕЛЕКТРОННІ РЕСУРСИ ОНЛАЙН- І ОФЛАЙН-ОСВІТИ

Відеозаписи лекцій різних навчальних закладів почали з'являтися в Internet наприкінці 90-х років XX ст., проте лише сучасні відкриті онлайн-курси дали можливість інтерактивного спілкування студентів і викладачів, складання іспитів в онлайн-режимі.

Масові відкриті онлайн-курси **MOOC** (абрев. від Massive Open Online Course) – курси за інтерактивною участі та відкритого доступу [16], одна з форм дистанційної освіти. MOOC дають можливість використовувати інтерактивні форуми користувачів із метою створення й підтримки спільноти студентів і викладачів. Це одна з найновіших та прогресивних форм дистанційного навчання, що активно розвивається у світовій освіті. Найпопулярнішими платформами для масових відкритих онлайн-курсів є Coursera, EdX, Udacity.

Coursera – проект у сфері онлайн-освіти, заснований професорами Стенфордського університету Ендрю Ін і Дафною Келлер [17]. У рамках Coursera існує проект із публікацій освітніх матеріалів в Інтернет як сукупності онлайн-курсів (рис. 7), створених викладачами провідних ВНЗ світу.

Coursera пропонує повноцінні курси, що містять відеолекції, конспекти лекцій, домашні завдання, тести та підсумкові іспити. Після завершення курсу слухачі можуть отримати відповідний сертифікат.

EdX – спільний проект Massachusetts Institute of Technology та Harvard University з надання безкоштовної онлайн-освіти (рис. 8) [18].

Udacity – приватна освітня організація, заснована Себастьяном Труном, Девідом Стевенсом і Майклом Сокольські [19] у результаті розширення програми дисциплін Stanford University. Онлайн-курси Udacity є безкоштовними (рис 9).

Масові відкриті онлайн-курси не обмежуються вищезазначеними ресурсами.

Перелік таких курсів є достатньо широким [20].

Метою зазначених проектів є надання безкоштовних освітніх послуг мільйонам студентів з усього світу, змінюючи метод традиційного викладання на онлайн-навчання.

Поряд із багатьма перевагами дистанційного навчання існують недоліки, пов'язані з проблемами ідентифікації особистості та відсутності мотивації студента [21]. Якщо перша проблема автоматично вирішується технічними засобами (авторизація, моніторинг часових інтервалів тощо), то для вирішення другої необхідно регулярно налагоджувати зв'язок слухачів із викладачем дисципліни, наприклад, шляхом проведення інтерактивних вебінарів.



Рисунок 8 – Дистанційні курси EdX

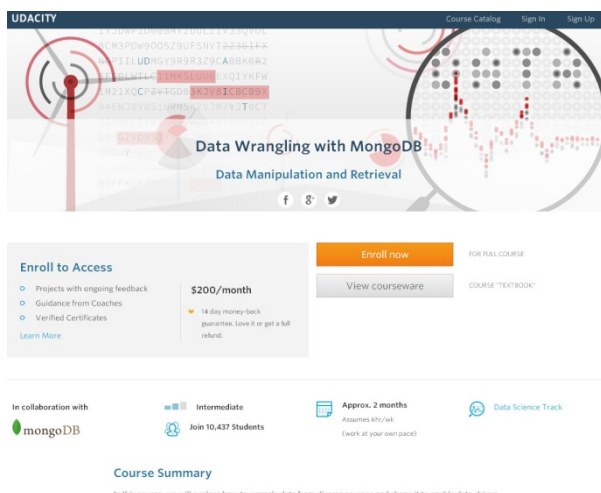


Рисунок 9 – Дистанційні курси Udacity

Вебінар (Web-конференція, онлайн-семінар) – форма організації онлайн-зустрічей або презентацій у режимі реального часу. Під час вебінару зв'язок між учасниками підтримується через Internet за допомогою програми, встановленої на комп'ютері кожного учасника, або через Web-додаток. Вебінари можуть містити сеанси голосувань і опитувань для забезпечення повної взаємодії між аудиторією та викладачем.

У перші роки після появи Internet терміном «Web-конференція» часто називали форум або дошку оголошень. Пізніше термін набув значення спілкування у режимі реального часу. На даний час вебінар використовується в рамках системи дистанційного навчання.

Існує велика кількість безкоштовних ресурсів, призначених для організації й проведення вебінарів, наприклад:

- **Meetings** – відкритий ресурс, за допомогою якого можна проводити вебінари без інсталяції та реєстрації з можливістю спілкування між п'ятьма учасниками [22];
- **Google Hangouts** – програмне забезпечення для зареєстрованих користувачів продуктів Google для проведення відеоконференцій та обміну повідомленнями [23], розроблене компанією Google у 2013 р., з підтримкою десяти учасників або прямого ефіру (необмежена кількість учасників), можливістю запису на відеохостинг YouTube;
- **ooVoo** – відкритий сервіс і однойменна програма-клієнт для організації відеоконференцій та миттєвого обміну повідомленнями [24]. Сервіс має власну інфраструктуру для управління телефонними та відеодзвінками з підтримкою дванадцяти учасників і можливістю запису;
- **SeeMedia** – безкоштовна платформа для вебінарів і Full HD-трансляцій із підтримкою необмеженої кількості учасників [25];
- **WizIQ** – освітня платформа для викладання синхронних і асинхронних курсів. WizIQ [26] має такі

інструменти, як інструкцію, презентацію, інтерактивну дошку, тести і завдання тощо;

- **OpenMeetings** – сервер для проведення аудіо- та відеоконференцій [27] з підтримкою таких функцій, як обмін повідомленнями, спільне редагування документів, створення запису протоколу заходу, спільне планування виконання завдань, проведення голосувань та опитувань. Один сервер може обслуговувати декілька конференцій одночасно, підтримує гнучкі інструменти управління та потужну систему модерації конференцій, а також інтегрується з платформою Moodle.

ВИСНОВКИ

Активне впровадження інформаційних технологій в освітній процес є важливим чинником створення системи освіти, що відповідає вимогам інформаційного суспільства та процесу реформування традиційної системи освіти у світлі вимог науково-технічного прогресу.

Найбільш перспективними напрямками використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі є застосування електронних навчально-методичних комплексів, засобів телекомунікації, що дозволяють на більш високому рівні реалізовувати підготовку фахівців із позицій цілісності освітнього процесу та органічної інтеграції інноваційних технологій навчання в рамках професійного становлення сучасного інженера.

Основу процесу професійної підготовки при реалізації дистанційного навчання складає цілеспрямована та контрольована самостійна робота студента, який може навчатись у зручному місці, за індивідуальною програмою, маючи комплекс спеціальних засобів навчання та узгоджену можливість контакту з викладачем. Студент, який навчається дистанційно, стає професійно самостійним і мобільним, формує активну професійну позицію щодо оволодіння спеціальністю, реалізує свої освітні потреби впродовж усього професійного життя.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Свиряева М. А. Формирование базовых профессиональных компетенций инженера в условиях дистанционного обучения : диссертация на соискание учёной степени кандидата педагогических наук : 13.00.08 / М. А. Свиряева. – Тамбов, 2009. – 195 с.
2. Зайченко Т. П. Основы дистанционного обучения: теоретико-практический базис : учебное пособие / Т. П. Зайченко. – СПб. : РГПУ им. А. И. Герцена, 2004. – 167 с.
3. Полат Е. С. Педагогические технологии дистанционного обучения / Е. С. Полат, М. В. Моисеева, А. Е. Петров. – М. : Академия, 2006.
4. Полат Е. С. Теория и практика дистанционного обучения : учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева. – М. : Академия, 2004. – 416 с.
5. Kalinga E. An Interactive e-Learning Management System (e-LMS) : A Solution to Tanzanian Secondary Schools' Education / E. Calinga, B. Bagile, L. Trojer // XXI International Conference on Computer, Electrical and Systems Science, and Engineering (CESSE) : WASET.ORG, 2007. – Vol. 21. – P. 19.
6. Global Industry Analytics, Inc. : A Worldwide Business Strategy and Market Intelligence Source [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://strategyr.com>.
7. The Sloan Consortium : Industrial, Institutions and Organizations Committee to Quality Online Education [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://sloanconsortium.org>.
8. American Educational Research Association [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://aera.net>.
9. Moodle [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://moodle.com>.
10. Українська інженерно-педагогічна академія : Дистанційна освіта [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://cdo.uipa.edu.ua>.
11. Consortium Claroline : Easy and Flexible Learning Solutions [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://claroline.net>.
12. ILIAS : Open Source e-Learning [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ilias.de>.
13. Дистанційне навчання в Сумському державному університеті [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://dl.sumdu.edu.ua>.
14. Навчальні ресурси СумДУ [Електронний ресурс]. // Сумський державний університет. – Режим доступу : <http://elearning.sumdu.edu.ua/>.
15. Відкритий ресурс електронних засобів навчання ОСW-СумДУ [Електронний ресурс] // Сумський державний університет. – Режим доступу : <http://ocw.sumdu.edu.ua/>.
16. MOOC [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://mooc.org>.
17. Coursera [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://coursera.org>.
18. EdX [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://edx.org>.
19. Udacity [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://udacity.com>.
20. MOOCs Directory [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://moocs.co>.
21. Павленко И. В. Типы учебной мотивации студентов и методы улучшения их работы / И. В. Павленко, В. В. Павленко // Молодь в освіті : матеріали науково-методичної конференції. – Суми : СумДУ, 2008. – Ч. 2. – С. 67–73.
22. Meetings [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://meetings.io>.
23. Hangouts [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://google.com/hangouts>.
24. OoVoo [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://oovoo.org>.
25. SeeMedia [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://seemedia.ru>.
26. WizIQ : Education Online. – Режим доступу : <http://wiziq.com>.
27. OpenMeetings : Open Source Web Conferencing [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://openmeetings.apache.org>.

РОЗДІЛ 2
НЕОДМІННІ СКЛАДОВІ
СТАНОВЛЕННЯ
ІНЖЕНЕРА
XXI СТОЛІТТЯ

ЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ КОМАНДНОЇ РОБОТИ ПРИ ВИРІШЕННІ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАВДАНЬ

Виконано огляд методів активізації роботи при вирішенні інженерних завдань, теорії та алгоритму розв'язань винахідницьких задач, речовинно-польового та функціонально-вартісного аналізів. Розглянуто їх сутність, недоліки та переваги, порівняння потужностей. Опанування таких методів аспірантами допоможе їм покращити інженерну освіту, дасть можливість використовувати наукові підходи при розв'язуванні різних типів задач.

The overview of work activation methods in solving of engineering tasks, theory and algorithm of solving the inventive tasks, material and field and functional cost analysis was conducted. Their essence, advantages and disadvantages, force comparison is considered. Mastering these techniques will help the postgraduate students to improve the engineering education and will enable to use scientific approaches for solving different kinds of tasks.

ВСТУП

З того часу як людина стала усвідомлено удосконалювати існуючі та винаходити нові, невідомі їй, технічні об'єкти, вона одночасно стала створювати та удосконалювати методи знаходження найраціональніших і ефективних технічних, технологічних і підприємницьких рішень. Одними з перших, хто зробив свій історичний внесок у раціоналізацію операцій творчого мислення, розроблення методів і прийомів вирішення творчих завдань, були мислителі античної Греції. Старогрецький математик Папп Олександрійський у трактаті «Мистецтво вирішувати завдання» дав опис ряду раціональних операцій і прийомів (евристик) творчого мислення. Великий учений і винахідник Архімед, який жив у III ст. до н. е., у своїх знаменитих трактатах «Ефодікон» і «Стомахіон» висловив декілька фундаментальних методів створення технічних об'єктів.

Одним з основних недоліків, властивих багатьом випускникам ВНЗ, аспірантам, є невміння самостійно ставити та вирішувати неповністю формалізовані завдання. Тому, потрапляючи на виробництво, проводячи наукові дослідження, працюючи над дисертацією, вони часто виявляються безпорадними перед технічними, на жаль, не навчальними проблемами, що виникають, стають безпорадними в нестандартних ситуаціях, погано орієнтуються у швидко змінюваному світі техніки. Причина такої ситуації в тому, що при вивченні вузівського курсу більшість навчальних дисциплін, як правило, базується на розгляді добре відомих і відпрацьованих на сьогоднішній день об'єктів техніки, на розв'язуванні теоретичних і практичних задач, для яких уже є їх готова постановка.

При цьому об'єкти техніки вивчаються без зв'язку із законами розвитку техніки, а способи розв'язування задач даються у вигляді набору алгоритмів, що ілюструються рафінованими навчальними прикладами, причому викладачеві (а часто і студентові) наперед відома правильна відповідь. Розв'язання подібних навчальних задач звичайно перетворюється на достатньо рутинну роботу, що не вимагає глибоких творчих роздумів. Усе це не сприяє розвитку інженерного світогляду, інженерного мислення.

Значною мірою заповнити зазначений недолік у постановці інженерної освіти дозволяє вивчення прийомів і методів розв'язування творчих проблем, поєднаних у рамках теорії розв'язання винахідницьких задач (ТРВЗ).

На жаль, ТРВЗ як наука про закони та шляхи розвитку технічних систем і методи пошуку нових технічних рішень щодо їх перетворення ще не стала повноправною вузівською дисципліною.

КОМАНДНИЙ ПІДХІД ПРИ ВИРІШЕННІ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАВДАНЬ

Інженерне мислення – це особливий вид пізнавальної діяльності, спрямованої на дослідження, створення та експлуатацію нової високопродуктивної і надійної техніки, прогресивної технології, автоматизації та механізації виробництва, підвищення якості продукції.

Інженерне мислення базується на методах кібернетики, інформатики, системотехніки, розумовому експерименті, моделюванні за допомогою електронно-обчислювальної машини, специфічних мовах математики, логіки, інженерної графіки,

санітарно-технічних нормах, правилах і стандартах.

Оскільки інженер – творець нового в техніці, творець техніки, то й інженерне мислення – творче. Слово «інженер» (французьке *ingenieur*) походить від латинського кореня *ingeniare*, що означає «творити», «створювати», «впроваджувати».

Творчість – це діяльність особистості з поставленням чи вибором завдання, пошуком умов і способу його вирішення та створення нового. Задатки творчих здібностей властиві будь-якій людині, потрібно лише зуміти їх розкрити та розвинути [1].

Очевидно, що **науково-технічна творчість** відрізняється від інших видів творчої діяльності (у літературі, музиці, образотворчому мистецтві та ін.) тим, що здебільшого для своєї реалізації вимагає реального спілкування з об'єктом (для його проектування, виготовлення, випробування), а при розробленні оригінальних і складних технічних пристроїв – творчого спілкування та взаємодії з фахівцями, які працюють в інших галузях знань і техніки.

Науково-технічна творчість сьогодні стала сферою колективної діяльності, тобто окремі творчі особистості працюють спільно. При цьому перший із них відіграє роль генератора ідей, другий – роль критика цих ідей, третій – роль організатора робіт, четвертий – виконавця тощо.

Створення працездатного творчого колективу – складне завдання. Вважається, що кількість співробітників не повинна перевищувати 20 осіб. Для вирішення творчих технічних завдань організують також малі творчі групи (до 10 осіб) таких структур (точна формула «магічного числа» або «золотого числа менеджменту» (як говорять психологи): 7 плюс-мінус 2) [1].

МЕТОДИ АКТИВІЗАЦІЇ ПЕРЕБОРОМ ВАРІАНТІВ

Під терміном «евристика» розуміють певну сукупність логічних прийомів і методичних правил теоретичного дослідження та відшукування істини, що використовуються в умовах неповноти початкової інформації та не вимагають чіткої програми керування процесом вирішення завдання.

Евристика – це наука про продуктивне творче мислення, яка з'явилася в далекій давнині. Основу науки про мислення заклав давньогрецький філософ Аристотель (IV ст. до н. е.). Він створив логіку – науку про способи мислення, що приводять до істини. Евристику створили Архімед, Геракліт, Сократ та інші давньогрецькі вчені. Пізніше математик Лейбніц запропонував ідею універсальної програми алгоритмічного розв'язання творчих задач. Німецький учений Вольф дав визначення евристики як науки та запропонував ряд правил і методів «мистецтва винахідництва» [1, 2].

Усі ці ідеї залишалися практично не використаними, тому що потреби в них у суспільстві ще не виникло. Інтерес до технічної творчості з'явився одночасно з виникненням капіталістичного способу виробництва та інженерної діяльності. Були винайдені наукові методи пошуку нових технічних рішень.

Традиційним способом одержання нових ідей є **метод спроб і помилок (МСіП)**. Суть методу – це перебір варіантів: «А якщо зробити так?; а якщо – от так?; а якщо спробувати інакше?...». «Нормальний» спосіб для «нормальної» людини.

При пошуку нових ідей у «нормального» мислення спрацьовує так званий «ефект курки», що не дозволяє їй вийти за рамки здорового глузду. Так, якщо перед куркою поставити сітку довжиною три – чотири метри й за нею насипати зерна, то курка, відбігши убік, побачить, що вона віддаляється від зерна і побіжить назад. Відбігши в інший бік, вона знову побачить, що віддаляється від зерен, побіжить назад, і так багато раз, не здогадуючись обігнути сітку.

Спираючись на цей метод, можна класифікувати будь-які завдання та проблеми за кількістю спроб, необхідних для їх розв'язання. Є завдання «здорового глузду» – кілька спроб і відповідь готова, більш складні – кілька десятків спроб. МСіП перестає працювати, коли складність завдань визначається сотнями, тисячами або мільйонами спроб.

Основна перевага МСіП – це простота. Цим методом ми всі володіємо й не потрібно витратити час на його освоєння. Основний

його недолік – те, що він ґрунтується на елементі випадковості і не гарантує одержання сильної ідеї. Якоюсь мірою підвищити ефективність МСіП можна, за рахунок збільшення кількості спроб і прискоривши їх перебір.

У 1926 р. був розроблений **метод каталогу**, що базується на пошуку ідеї розв'язання за допомогою випадкових асоціацій. Автор цього методу – професор Берлінського університету Ф. Кунце. Для розв'язання задачі цим методом із книги чи каталогу навмання вибираються будь-які слова та «стикуються» з вихідним словом – назвою прототипу. Ідея тут дуже проста: для того щоб побачити нове у звичній системі, необхідно подумки наділити її властивостями випадково вибраного об'єкта.

Метод каталогу був удосконалений американським винахідником Ч. Вайтингом у 1953 р. і отримав назву – **метод фокальних об'єктів**. Сутність методу полягає в перенесенні ознак випадково вибраних об'єктів на об'єкт, що удосконалюється, який ніби лежить у фокусі перенесення.

Він застосовується з метою пошуку нових, оригінальних варіантів виконання заданого об'єкта, пошуку сумісних із ним додаткових функцій. Принцип методу полягає в перенесенні на заданий об'єкт нових, яскравих, несподіваних властивостей, якостей і в виявленні оригінальних та евристично цінних поєднань.

Усього розроблено 33 асоціативних методи пошуку технічних рішень, деякі з них перелічені нижче:

- асоціативні методи;
- метод каталогу (1926 р., Ф. Кунце);
- метод фокальних об'єктів (1953 р., Ч. Вайтинг);
- метод гірлянд випадковостей і асоціацій (1974 р., Г. Буш);
- метод записника Хефеле;
- система «КАРУС»;
- перелік рекомендацій Крику;
- правила Трінга і Лейтуйейта;
- поставлення нової мети – рекомендації Х. Ясухіса;
- інтегральний метод «Метра».

Мозковий штурм, або мозкова атака, був запропонований американським винахідником, морським офіцером Алексом

Осборном у 1939 р. Модифікації методу: групове розв'язування задачі, конференція ідей, масова мозкова атака. У 1953 р. вийшла книга А. Осборна «Керована уява», в якій були розкриті принципи та процедури творчого мислення.

Мозкову атаку доцільно використовувати при вирішенні будь-яких творчих завдань у багатьох галузях техніки, при різних постановках завдань і на будь-яких етапах їх вирішення, різних стадіях розроблення та проектування технічних об'єктів. Важливо, що цей метод можна використовувати в поєднанні з іншими евристичними методами творчої діяльності.

Як правило, висуваються ідеї, що здаються найбільш очевидними. Але якщо б проблема мала очевидне вирішення, воно давно було б знайдене. Потрібні зухвалі, «божевільні» ідеї, що не «лежать на поверхні». Виникає суперечність: критики не повинно бути, щоб фахівці не боялися висувати сміливі ідеї, і критика повинна бути, щоб відсівати неробочі варіанти. А. Осборн поділив процеси генерації ідей і критики на два етапи. На першому етапі, коли в ході мозкового штурму йде генерація ідей, критика заборонена, на другому етапі, коли йде обговорення висловлених ідей, – критика обов'язкова.

Тому суть методу подальшого пошуку нових ідей складається з двох етапів:

- генерації ідей;
- відбору ідей, тобто критики «невідповідних ідей».

Робота в рамках цих етапів повинна виконуватися при дотриманні ряду основних правил. На етапі генерації їх три:

- заборона критики;
- заборона обґрунтувань ідей, що висуваються;
- заохочення всіх ідей, що висуваються, включаючи нереальні та фантастичні.

На етапі аналізу основне правило – виявлення раціональної основи в кожній аналізованій ідеї.

У мозковому штурмі беруть участь дві групи по 5–7 осіб, іноді – більше. Перша група – генератори ідей, схильні до абстрагування та фантазії, друга група – критики з аналітичним складом розуму. Штурм продовжується 20–40 хвилин,

обговорення та відбір нових ідей – набагато довше. Зазвичай мозковий штурм дає хороші результати під час вирішення організаційних завдань, гірші – під час вирішення технічних завдань (особливо коли потрібно розглянути тисячі варіантів).

Вісім осіб можуть генерувати 50–60 пропозицій, із них 1–2 ідеї, які заслуговують на увагу.

Корисно може бути використаний зворотний мозковий штурм, який не забороняє критику, а, навпаки, дозволяє лише критичні зауваження, змушує відшукати якнайбільше недоліків в ідеї, конструкції. Він застосовується, коли який-небудь вузол, деталь здаються занадто «благополучними», тобто не мають недоліків.

Мозковий штурм дозволяє «розгальмувати» людей, уникнути звичних асоціацій.

Подальшим удосконаленням мозкового штурму є **синектика**, запропонована американським винахідником В. Дж. Гордоном у 1952 р. У перекладі з грецького «синектика» означає з'єднання різномірних елементів. «Нові технічні ідеї» генеруються на синектичних засіданнях членами постійних груп із 5–7 осіб різних спеціальностей, яких попередньо навчають прийомів вирішення винахідницьких завдань.

Проводить засідання професіонал, який має великий досвід роботи. Робота синектика внаслідок своєї інтенсивності негативно впливає на нервову систему. Тому зазвичай людина витримує 5–6 років. Навчання синектика відбувається лише на практиці. Висувати нові ідеї та відразу їх критикувати не заборонено. Можна ігнорувати фізичні закони. Члени групи звикають до критики та перестають боятися висувати нові ідеї.

У синектиці використовують чотири **методи аналогій**:

- пряму аналогію – це аналогія із системами та структурами, що існують у природі й техніці;
- особисту аналогію (емпатія, суб'єктивна аналогія) – це уявлення себе на місці об'єкта, який удосконалюється, або всередині нього;

- символічну аналогію – це уявлення об'єкта в символічній, метафоричній формах. Знайти в звичному парадокс, незрозумілість, суперечність, конфлікт. Власне символічна аналогія складається з двох слів визначення предмета. Визначення яскраве, несподіване, що показує предмет із незвичайного, цікавого боку;
- фантастичну аналогію – це уявлення об'єкта у фантастичній, казковій формах. Наприклад: рюкзак, який не має ваги, парасолька, яка з'являється лише під час дощу. Суть фантастичної аналогії полягає в тому, щоб скористатися для вирішення завдання казковими засобами (наприклад, чарівною паличкою), визначивши кінцевий результат, мету.

Термін «морфологія» (вчення про форму) вперше використав Іоганн Вольфганг Гете – німецький мислитель, природодослідник і всесвітньо відомий письменник, поет. Він був основоположником морфології організмів – вчення про форму та будову рослин і тварин.

Морфологічний аналіз розроблений у 1942 р. швейцарським астрофізиком Ф. Цвіккі, який у цей період був залучений до участі у розробленні ракет американською фірмою «Aerojet Engineering Corporation». За короткий час Цвіккі вдалося одержати велику кількість оригінальних технічних рішень у ракетобудуванні.

Морфологічний аналіз поєднує кілька методів пошуку нових технічних рішень, основний з яких називається методом морфологічного ящика (карти, матриці).

Прообраз морфологічного ящика у XIII ст. створив іспанський учений, поет, дуелянт Р. Луллій. Його прилад складався з набору тонких концентричних дисків, що обертаються незалежно один від одного. Кожен диск поділений на кілька секторів із написаними на них елементарними поняттями.

Сутністю морфологічного аналізу є охоплення усіх (чи хоча б найголовніших) варіантів структури об'єкта, який удосконалюється, з умовою виключення впливу випадковості.

Недоліки методу:

- велика кількість можливих комбінацій (якщо взяти 10 осей і на кожній по 10 варіантів, то можлива кількість комбінацій становитиме 10^{10});
- немає механізму для складання переліку всіх можливих варіантів (тобто немає гарантії виходу на найвигідніші економічні рішення);
- немає об'єктивних критеріїв відбору кращих варіантів: пропозиції оцінюються фахівцями, і вибирають вони, зрозуміло, те, що підказує їм здоровий глузд (тобто психологічна інерція). Генерування нетривіальних ідей зводиться нанівець тривіальним відбором.

«Сильне» рішення може «ховатися» серед мільйонів поганих і взагалі безглузких. Це різко знижує ефективність методу. У випадках, коли система нескладна та кількість комбінацій невелика, цей метод цілком застосовний, особливо коли рішення вже є, але його потрібно розгорнути, розглянути можливі варіанти реалізації.

Підвищити ефективність пошуку можна, заздалегідь сформулювавши питання, за допомогою методу контрольних питань.

Метод контрольних питань ґрунтується на застосуванні так званих «списків контрольних питань» – евристик, до складу яких входять навідні питання, вказівки-поради, підказки, часткові роз'яснення. Цей метод набув великого поширення не лише в інженерній практиці та винахідництві, а й у навчальному процесі, оскільки він розвиває творче мислення (користувачів-розробників), ставлячи перед ними наперед сформульовані запитання, на які вони послідовно та з вичерпною повнотою повинні давати відповіді.

Складати переліки таких питань намагалися неодноразово, більш-менш вдалі з них за авторством Ф. Осборна, Т. Ейлоарта, Д. Пойа.

Наприклад, перелік контрольних запитань Ф. Осборна містить 9 груп питань:

- яке нове застосування технічного об'єкта Ви можете запропонувати?
- чи можливе розв'язання винахідницької задачі шляхом пристосування, спрощення, скорочення?

- які модифікації технічного об'єкта можливі?
- що можна збільшити в технічному об'єкті, що можна приєднати?
- що можна в технічному об'єкті зменшити?
- що можна в технічному об'єкті замінити?
- що можна в технічному об'єкті перетворити?
- що можна в технічному об'єкті перевернути навпаки?
- які нові комбінації елементів технічного об'єкта можливі?

Кожна група містить у собі декілька підпитань. Так, у 7-й групі пропонується змінити послідовність операцій, швидкість, темп; замінити модель тощо.

Сутністю найбільш відомих питань Ейлоарта є: перелічити та змінити всі переваги передбачуваного винаходу; застосувати фантастичні, біологічні, економічні аналогії; спробувати різні види матеріалів і види енергії; дізнатися про думки дилетантів; влаштувати сумбурне групове обговорення; спробувати національне розв'язання: хитре шотландське, марнотратне американське, складне китайське тощо.

Рекомендується спати з проблемою, гуляти, читати журнали. Описані методи легко видозмінюються, їх можна комбінувати.

ТЕОРІЯ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ВИНАХІДНИЦЬКИХ ЗАДАЧ

Використовуючи все найкраще у відомих методах пошуку нових технічних рішень, наш співвітчизник, інженер, винахідник, відомий письменник-фантаст Генріх Саулович Альтшуллер разом зі своїм другом Р. Б. Шапиро в 1946 р. почали розроблення теорії, що одержала назву **теорії розв'язування винахідницьких задач (ТРВЗ)**, (російською мовою – теория решения изобретательских задач (ТРИЗ)) [3, 4].

ТРВЗ – це нова наука, спрямована на розроблення та застосування нових ефективних методів розв'язування творчих задач, генерації нових ідей і рішень у техніку та інші галузі людської діяльності.

Автори проголосили нові на ті часи положення, що техніка розвивається не випадково, а відповідно до своїх внутрішніх законів, ці закони можна виявити і на їх основі свідомо удосконалювати технічні системи.

І, нарешті, розв'язання будь-якої задачі винахідництва – це результат подолання суперечності.

Суперечність – прояв невідповідності між різними вимогами, які ставляться людиною до системи, та обмеженнями, що накладаються на неї законами природи, соціальними, юридичними, та економічними законами, рівнем розвитку науки і техніки, конкретними умовами застосування тощо.

Основне положення ТРВЗ свідчить: технічні системи розвиваються за об'єктивними законами, які можна пізнати. Ці закони виявляються шляхом вивчення великих обсягів науково-технічної інформації та історії інженерної діяльності. У рамках ТРВЗ проаналізовані й відібрані найбільш доцільні підходи до пошуку нових технічних рішень, акумульований досвід сотень тисяч винахідників із різних країн.

Основні функції ТРВЗ:

- розв'язування творчих і винахідницьких задач будь-якої складності та спрямованості без аналізу всіх варіантів;
- розв'язування наукових і дослідницьких задач;
- виявлення проблем, труднощів і задач під час роботи технічних систем та їх розвитку;
- виявлення та усунення причин браку й аварійних ситуацій;
- максимально ефективного використання ресурсів природи й техніки для вирішення багатьох проблем;
- прогнозування розвитку технічних систем та одержання перспективних рішень (у т. ч. принципово нових).
- об'єктивне оцінювання рішень;
- систематизування знань у будь-яких галузях діяльності, що дозволяє значно ефективніше використовувати ці знання і на принципово новій основі розвивати конкретні науки;
- розвиток творчої уяви та мислення;
- розвиток якостей творчої особистості;

- розвиток творчих колективів.

На базі виявлених законів розвитку технічних систем у ТРВЗ розроблені конкретні **інструменти пошуку нових технічних рішень**:

- алгоритм розв'язування винахідницьких задач (АРВЗ);
- типові прийоми усунення (розв'язання) суперечностей;
- методологія прогнозування розвитку технічних систем;
- методологія прогнозування та запобігання (недопущення) різним небажаним явищам (диверсійний аналіз).

Переваги ТРВЗ:

- базою теорії є об'єктивні закони розвитку технічних систем;
- наявність різноманітних інструментів для різних типів задач;
- теорія відрізняється пристосованістю до різних типів задач;
- практична відпрацьованість теорії.

Компанії, які спеціалізуються на застосуванні та розвитку ТРВЗ, працюють у США, Канаді, Німеччині, Англії, Франції, Швеції, Швейцарії, Нідерландах, Фінляндії, Італії, Ізраїлі, Чехії, Японії, Південній Кореї, Росії та інших країнах. Курс ТРВЗ викладається в ряді університетів США, Канади, Франції, Англії, Німеччини, Швейцарії, Ізраїлю, Японії, Росії.

Окрім переваг, є кілька недоліків ТРВЗ:

- трудомісткість вивчення, необхідність постійних тренувань. Для оволодіння ТРВЗ необхідно докласти більше зусиль, ніж при вивченні будь-якої іншої науки. Ще більшої праці потребує доведення застосування ТРВЗ до звички. Це вимагає систематичного її використання;
- ТРВЗ допомагає розв'язувати поки що не всі класи задач;
- теорія не доводить ідею до конструктивного розв'язання (опрацювання). Для розв'язування задач ідея відповіді формулюється в загальному вигляді, наприклад: «нанести на поверхню деталі тонкий шар інертної речовини», «використовувати замість монолітного інструменту порошок». Подальші

проблеми типу «яка саме речовина стійка в даному конкретному середовищі?», «як подрібнити речовину в порошок до потрібного стану?» перебувають поза компетенцією ТРВЗ і повинні вирішуватися суто інженерними методами.

Для ефективної роботи винахідника розроблене спеціальне **інформаційне забезпечення ТРВЗ**:

- таблиці та показники винахідницького застосування фізичних, хімічних, геометричних, біологічних і математичних ефектів і явищ;
- набір психологічних операторів, що знижують психологічну інерцію, а також систему вправ із розвитку і тренування творчого мислення.

ТРВЗ не може замінити звичайні професійні знання, уміння, навички, технологію роботи фахівців, але ефективно доповнює їх. Професійні фахівці з ТРВЗ – «дослідники» вирішують творчі завдання в різних галузях техніки, науки, керування, прогнозування.

Сьогодні розроблені комп'ютерні програми, що базуються на ТРВЗ, які забезпечують інтелектуальну допомогу інженерам і винахідникам під час розв'язування технічних задач, а також для виявлення та прогнозування аварійних ситуацій і небажаних явищ.

АЛГОРИТМ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ВИНАХІДНИЦЬКИХ ЗАДАЧ

Спираючись на основні положення ТРВЗ, Г. С. Альтшуллер у 1959 р. почав розробляти методику програмного розв'язування технічних задач, яку він у 1965 р. назвав **алгоритмом розв'язування винахідницьких задач (АРВЗ)**. Російською мовою – алгоритм рішення изобретательских задач (АРИЗ) [5].

Для створення АРВЗ було проаналізовано приблизно 200 тис. винаходів вищих рівнів. АРВЗ ґрунтується на навчанні про технічні суперечності.

Суперечності в задачах виникають у таких випадках:

- коли не відомо, як реалізувати виниклу потребу (адміністративні);

- коли прагнення поліпшити одні властивості об'єкта призводить до неприпустимого погіршення інших властивостей (технічні);
- фізичні суперечності виявляються в результаті аналізу технічних суперечностей, а також після формулювання ідеального кінцевого результату та спроби наблизитися до нього.

Наприклад, у технології виробництва заходи, спрямовані на підвищення продуктивності обробки, часто призводять до погіршення якості продукції.

Процес розв'язування технічної задачі розглядається в АРВЗ як послідовність операцій із виявлення, уточнення та подолання технічних суперечностей і прагнення одержати ідеальний кінцевий результат.

АРВЗ – це складний інструмент для розв'язування нестандартних задач.

Технічний об'єкт, що вдосконалюється, розглядається як цілісна система, що складається з підсистем і одночасно є частиною надсистеми. Перед розв'язуванням прямої задачі роблять пошук задач у підсистемі (обхідні задачі) і вибирають найбільш прийнятний шлях.

В АРВЗ-85 – 40 кроків і 71 правило. За час з дня першої публікації до АРВЗ з його використанням були розв'язані тисячі задач, багато з них довгий час вважалися безнадійними та піддавалися лише АРВЗ.

РЕЧОВИННО-ПОЛЬОВИЙ АНАЛІЗ

За аналогією до геометричних фігур будь-яку технічну (матеріальну) систему можна подати у вигляді сукупності трикомпонентних систем, кожна з яких складається з речовини Р, поля П і середовища С (середовище також може бути або речовиною, або полем). Така «елементарна» матеріальна система називається речовинно-польовою системою, чи скорочено – реполем.

Реполь – це модель мінімальної робочої технічної керованої системи.

Умовно реполь зображують графічно у вигляді структурних формул. При цьому речовини (Р) записують у рядок, а поля (П) зверху та знизу, щоб наочно зобразити дії декількох полів на одну речовину.

Чому саме трикутник? На це запитання можна відповісти запитанням: а чому в математиці такого значення надають трикутнику? Чому для нього створили спеціальну галузь математики – тригонометрію? Відповідь очевидна: трикутник – мінімальна за кількістю елементів геометрична фігура; будь-яку іншу фігуру можна розбити на трикутники. Будь-яку технічну систему можна подати у вигляді суми реполей. Тому так важливо знати правила побудови і перетворення реполей. Найпростіше правило: для побудови мінімальної технічної системи потрібні дві речовини і поле.

Основні правила перетворення речовинно-польових систем [4]:

- добудування реполя. Якщо за умовами задачі задана нерепольна система – один елемент (Р чи П) або неповна репольна система (два елементи Р і П), то для розв’язування задачі необхідно добудувати систему до повного реполя;
- перехід до феромагнітного реполя (феполя). Репольні системи можна переводити в системи фепольні, тобто в системи з магнітним полем Π_m і феромагнітною речовиною (P_ϕ). Це правило виконується після реалізації попереднього правила;
- руйнування реполя. Щоб зруйнувати непотрібний чи шкідливий реполь, між двома наявними речовинами P_1 і P_2 уводять третю, яка є переважно видозміною одного з двох P_1 і P_2 чи обох разом, чи модифікацією зовнішнього середовища (продуктом його взаємодії з P_1 або P_2);
- перехід до ланцюгового реполя. Елемент P_2 репольної системи може (має тенденцію) розвиватися в самостійний реполь;
- виявлення фізичних ефектів. Якщо даний реполь з одним полем Π_1 , а на виході необхідно одержати поле Π_2 , назву потрібного фізичного ефекту можна визначити з’єднавши назву полів Π_1 і Π_2 .

ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТІСНИЙ АНАЛІЗ

Функціонально-вартісний аналіз (ФВА) – метод визначення вартості та інших характеристик виробів, послуг і споживачів, в основу якого покладене використання функцій і ресурсів, задіяних у виробництві, маркетингу, продажу, доставці, технічній підтримці, наданні послуг, обслуговуванні клієнтів, а також у забезпеченні якості [6].

ФВА на сьогодні – це метод проведення системної техніко-економічної роботи над об’єктом, спрямований як на максимально раціональне забезпечення функцій, так і на скорочення економічних витрат.

Практика роботи засвідчує, що в середньому кількість операцій у технологічних процесах у результаті ФВА можна скоротити на 30–40 %.

Основний постулат ФВА – постійна наявність резервів розвитку в будь-якій технічній системі, конструкції і технології. Іншими словами, немає ідеальної машини і технології, є невміння знаходити шляхи їх удосконалювання.

Відповідно до ФВА будь-який виріб завжди має (чи згодом виникають) резерви.

ВИСНОВКИ

1. Науково-технічна творчість – це сфера колективної діяльності.

2. Процес розвитку техніки – це рівнодійна свідомої людської діяльності, а людина діє відповідно до об’єктивних законів світу (навіть якщо й не здогадується про це), тобто розвиток техніки відбувається об’єктивно та закономірно. Отже, ці закони можна пізнати та цілеспрямовано використовувати. Це аксіома (постулат, основний принцип, головна ідея), покладена в основу теорії розвитку технічних систем.

3. Методи психологічної активізації творчої діяльності прості, їх можна швидко опанувати та використовувати на практиці, але користі від них небагато. Неefективність методів полягає в ігноруванні законів розвитку техніки. Працювати навіть за посиленням методом спроб і помилок – це те саме, що при лікуванні хворого давати йому підряд усі ліки, що зберігаються в аптеці. Там, напевно, є потрібне, але поки його

знайдуть, хворий може прийняти ліки, після яких лікування стане непотрібним.

4. Виявлено, що техніка розвивається не випадково, а відповідно до своїх внутрішніх законів, ці закони можна виявити і на їх основі свідомо удосконалювати технічні системи.

5. Серед методів пошуку нових технічних рішень ТРВЗ – найбільш потужний метод.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Чус А. В. Основы технического творчества / А. В. Чус, В. Н. Данченко. – К. : Вища школа, 1983. – 184 с.
2. Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука / Г. С. Альтшуллер. – М. : Сов. радио, 1979. – 176 с.
3. Альтшуллер Г. С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач / Г. С. Альтшуллер. – Новосибирск : Наука, 1991. – 209 с.
4. Введение в ТРИЗ. Основные понятия и подходы. Версия 3.0. Электронная книга [Электронный ресурс] / Официальное издание фонда Г. С. Альтшуллера. – Режим доступа : <http://www.altshuller.ru/>.
5. Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения / Г. С. Альтшуллер. – М. : Московский рабочий, 1973. – 296 с.
6. Голибардов Е. И. Техника ФСА / Е. И. Голибардов, А. В. Кудрявцев, М. И. Синенко – К. : Тэхника, 1989. – 239 с.

САМОМЕНЕДЖМЕНТ В ОРГАНІЗАЦІЇ НАУКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Усе, що з потім і кров'ю створено на цій планеті, зробили не держави, не партії, все зроблено людьми, діяльністю кожної окремої людини. Внаслідок цього надається величезна важливість тому, що й як буде робити кожний із нас, які цілі буде ставити у своєму житті, які засоби використовуватиме для їх досягнення. Тобто майбутнє людства залежить від самоуправління, самоменеджменту людини, яка стоїть як біля вершини піраміди влади, так і біля її основи. Проблема самоменеджменту – одна з тих вічних проблем, відповідь на які шукає кожне нове покоління. Додаткової актуальності надають особистому самоменеджменту як загальна демократизація життя, орієнтація на ініціативу, самостійність, підприємництво, знаходження балансу між самоорганізацією й управлінням, так і демократизація управління, де рішення ухвалюються на всіх рівнях управлінської піраміди, а не лише у вищому ешелоні влади.

Everything that was created on this planet was made not by the state or party it was done by people, the activities of each individual. Therefore, the huge importance is attached to that how each of us will act, which goals will be defined and which means will be used for their achievement. The future of humanity depends on the self-government and self-management of the person standing as on the top of the power pyramid and in its base.

The problem of self-management -is one of the eternal problems and each new generation seeks for its answers. This question of self-management is especially urgent due to the general democratization of life, focus on initiative, independence, entrepreneurship, finding a balance between self-organization and management, as well as democratization of governance where the decisions are made at all levels of the management pyramid, not just in the higher echelons of authorities.

ВСТУП

Підготовка людини, пов'язана з вивченням літератури, дає знання, узагальнює та систематизує чужий досвід. Інший напрямок дозволяє накласти на реальне життя знання людиною законів життєдіяльності й діяльності, осмислити надскладні процеси, що відбуваються в ній під впливом внутрішнього й зовнішнього світу, а їх взаємозумовленість, взаємозв'язок з інтенсивною самоосвітою, самодіяльністю та самоуправлінням дає науково обґрунтовані можливості вдосконалення особистої практики, стає фактором успіху. Це пов'язано з предметом дисципліни, названої самоуправлінням людини або, як зараз говорять на західний манер, «самоменеджмент» [1].

Під самоуправлінням ми розуміємо стратегічне й повсякденне самоуправління людиною своїм життям, що забезпечує, змістовне й гармонічне життя, ефективну реалізацію внутрішніх потенцій та досягнення життєвих цілей.

Усе, що з потім і кров'ю створено на цій планеті, зробили не держави, не партії, все зроблено людьми, діяльністю кожної окремої людини. Внаслідок цього надається величезна важливість тому, що й як буде робити кожний із нас, які цілі буде ставити у своєму житті, які засоби використовуватиме для їх досягнення. Тобто майбутнє людства залежить від самоуправління, самоменеджменту людини,

що стоїть як біля вершини піраміди влади, так і біля її основи [1].

На цей час немає навіть сформованого поняття «самоменеджмент». Існують різні концепції самоменеджменту, що розглядають однобічно предмет цієї дисципліни. В основному вони мають раціоналістичний підхід до людини, де її життєві цілі багато в чому пов'язані з особистою вигодою, користю.

САМОМЕНЕДЖМЕНТ КРИЗЬ ПРИЗМУ ЦИКЛУ ШУХАРТА – ДЕМІНГА

*«В Природе, изначально гармоничной,
Процессы развиваются ритмично.
Уходит ночь, и день приходит новый,
Восток светлеет – всходит солнце снова.
И каждый год меняет зиму лето.
И бесконечно повторится это.
...Чтоб бизнес рос, и ты циклично действуй:
Планируй – Делай – Проверь – Воздействуй»*

П. Калита

Отже, сама Природа штовхає нас на шлях циклічного розвитку. Людство його відчуло впродовж своєї історії, і доводиться дивуватися, мабуть, лише тому, що про цикл Шухарта – Демінга дізналися зовсім недавно, всього якихось 60–70 років тому з книги У. Шухарта [2]. Трохи пізніше У. Е. Демінг пропагував цей цикл у своїх лекціях для японських менеджерів [3]. Пафос його звернення полягав у протиставленні традиційної схеми з трьох кроків: «розробка – виробництво – продаж»,

новій схемі, що складається з чотирьох кроків (рис. 1). Цю новизну Демінг пояснив радикальною зміною глобальних світових ринків.

Щоб підтвердити нашу тезу про те, що людство було знайоме з явищем циклічності природи задовго до Шухарта і Демінга, наведемо цитату з коментаря відомого даоського вченого Тао Хунцзіна до стародавнього трактату «Гуй Гу-цзи» (приблизно III ст. до н. е.), де Тао Хунцзін писав (в VI ст. н. е.) таке [4]: «Після того як щось сталося, будують плани. Створивши план, втілюють його. У подіях немає єдиного зразка. Діючи по колу, йдеш уперед і не знаєш меж. Слідуючи квадрату, зупиняєшся і вносиш поділ».

Нагадаємо широко відомі буддистські уявлення про «колесо долі» – «сансаре» – ланцюга перероджень, що йдуть за законом «карми», зокрема, причинно-наслідкових зв'язків, що спричиняють перетворення, які, у свою чергу, викликані п'ятьма головними пороками людей: незнанням, пристрастю, гнівом, гординою (егоїзмом) і заздрістю [4]. Подолання цих вад приводить до звільнення від перероджень і досягнення «нірвани», до «Вічного блаженства».

Добре відома і тріада Гегеля: «теза – антитеза – синтез». Її часто інтерпретують, наприклад, так: «від живого споглядання, до абстрактного мислення, і від нього – до практики: такий діалектичний шлях пізнання». Таким чином, спочатку спостерігаємо, потім висуваємо гіпотезу (складаємо план), а далі діємо. Потім знову спостерігаємо результати дії і т. д.



Рисунок 1 – Цикл Шухарта – Демінга

Недивно, що багато фахівців, які займаються практичними аспектами проблеми пізнання, так чи інакше стикалися з циклічністю, хоча й виражали її різними способами.

Для нас інтерес до циклів пов'язаний насамперед із проблемами «самоменеджменту» щодо організації ефективної науково-дослідної роботи.

КОНТРОЛЬ ПОЧИНАЄТЬСЯ ІЗ ПЛАНУВАННЯ

У роботі [5] наведено типові тези, які постають перед молодим науковцем під час організації своєї діяльності: «Мені здається, що я витрачаю так багато часу на справи, які не настільки важливі, а життя проходить повз мене»; «Мені потрібно стільки всього зробити; часу ж для цього у мене абсолютно немає»; «Я втомився, замучений, засмикався. Мені здається, що я постійно лізу в гору, кінця цьому немає і я ніколи не можу повністю розслабитися».

Ці тези пояснюються загальним бажанням якимось чином змінити їх скрутне становище: «Якби я лише міг взяти ситуацію під контроль»; «Якби лише я був схожий на того-то чи такого-то, у яких, здається, є час на все, і при цьому зберігав душевну рівновагу та бадьорий настрій»; «Якби я лише міг робити те, що я по-справжньому хочу».

Контроль починається з планування. Планування переносить майбутнє в сьогодення та дозволяє що-небудь зробити з ним зараз.

Плани складають всі: одні – яке кіно подивитися завтра ввечері, інші – яких друзів відвідати у вихідний день, де провести відпустку наступного літа. Плани складають великі і малі, реалістичні та сумнівні, грайливі й серйозні.

Більшість людей складають плани безглуздо, тому що роблять це лише під тиском обставин: вплив справ, пов'язаних із роботою, змушує розпланувати робочий день; накопичилася велика кількість відпускних днів – необхідність використати їх найбільш приємним чином. Таке одноразове планування має як плюси, так і мінуси. Якщо план лише такий, то є ризик втратити план дій тоді, коли це конче необхідно.

Людина, яка вдається до складання планів лише від випадку до випадку, отримує досить розпливчате зображення своїх цілей, а часом б'є мимо мети. Вона не задоволена результатами. Їй здається, що її зусилля були марними. Вона приходить до справедливого висновку про те, що не вміє планувати та перестає цим займатися взагалі.

У людини ж, яка займається плануванням серйозно, буде багато варіантів плану. Туманна й хаотична картина поступово починає знаходити обриси. Випадкові зображення, на яких не вдалося сфотографувати бажаної мети, поступово відкидаються. Найбільш важливі сторони плану уточнюються та піддаються обробці, так що їх зображення стає все більш насиченим, а завдання – осмисленими.

Із часом людина спостерігає за тим, як виконуються її плани (етап «Перевірйй» рис. 1). Вона звертає увагу на проблеми, що виникли в ході виконання плану, різні труднощі, з якими зіткнулася, і вносить корективи до плану (етап «Змінюй» рис. 1). Вона постійно вносить поліпшення і поступово домагається досконалості в тому, що робить.

ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТІВ

Часто планування та вибір альтернатив – справи нелегкі. Вони вимагають ретельного обмірковування й прийняття рішень, а також вимагають від науковця визначення, якими принципами він керується у виборі пріоритетів.

Використання різних критеріїв може призвести до відмінностей в пріоритетах і викликати суперечності між різними інтересами. Багато людей відчувають труднощі з плануванням, тому що вони бачать у ньому лише «обмірковування», а під останнім часто розуміють «погляд у пустоту» або «порожнє мріяння». Їм необхідно перетворити уявлення про планування в щось конкретне.

Відповідно до висновків роботи [5] набагато краще розглядати планування як «письмову роботу», ніж «розумову».

У ході довгострокового, середньострокового та короткострокового планування необхідно: 1) скласти список, і 2) визначити пріоритети.

Всі предмети, згадані у списку, є рівноцінними. Як тільки складається особистий список, то проводять розподіл справ у порядку їх значущості для суб'єкта на цей час.

Жоден список не є повним, поки суб'єкт не показує порядку важливості справ. Як тільки він склав такий список, потрібно визначити пріоритети.

Для цього використовуйте перші літери абетки для класифікації значущості справ: напишіть велику літеру «А» зліва аркуша паперу та зазначте тут ті справи, які найбільш важливі. Відповідним чином у категорії «Б» виявляться справи «середньої» значущості, а в групі «В» – найменш значущі. В міру того як будуть розподілятися справи по колонках, стане зрозуміло, що вибір є частково умовним. Наявна невпевненість у тому, наскільки правильно зроблений вибір. Але порівняння різних справ одна з одною дозволить поступово розсортувати їх на три групи.

Справи, що опинилися в колонці «А», будуть найбільш цінними. З цієї причини необхідно приділити максимум часу, присвячуючи в першу чергу зусилля справам із групи «А», потім – із групи «Б», і нарешті – із групи «В». Беручи до уваги час дня і ступінь актуальності, можна розподілити справи з групи «А» по порядку – А1, А2, А3, А4 тощо.

Зрозуміло, такий розподіл справ є умовним і залежить від вибраної суб'єктом точки зору.

Розподіл залежить також і від змісту списку. Ті об'єкти, які потрапили до групи «А», звичайно яскравіше виділяються на тлі менш значущих об'єктів із груп «Б» та «В». На художньому полотні увагу привертає те, що зображене яскравими фарбами та розміщене на передньому плані. Об'єкти, що опинилися в групі «А», повинні одержати основну увагу у списку.

Цей порядок може з часом змінюватися. Те, що сьогодні суб'єкт включив до групи «А», можна завтра перенести до групи «В» або навпаки. Потрібно постійно визначати пріоритети з точки зору правильного використання часу. Пріоритети можуть у подальшому змінюватися залежно від кількості часу, який

вирішили витратити на виконання тієї чи іншої мети.

СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ

Після того як з'явилися додаткові справи «А», можливе відчуття подвійного навантаження порівняно з тим, що було раніше. Припустимо, що ви, як і раніше, виконаєте свої справи, але тепер ви хочете робити ще більше (справи з групи «А», які ви вибрали для себе відповідно до рекомендацій попереднього пункту).

Для того щоб знайти правильне рішення, забудьте на кілька хвилин про ваші життєві цілі та почніть з іншого кінця. Що вам потрібно робити сьогодні?

Зрозуміло, вам потрібен час для таких важливих життєвих справ, як їжа та сон, і хоча час, необхідний для них, може бути різним, існує необхідний мінімум для задоволення нормальних фізіологічних функцій.

Крім того, вам потрібний час для виконання маси щоденних, звичних справ: підйом із ліжка, розбирання пошти, відвідування зборів та засідань, наведення порядку на вашому робочому місці, перегляд телевізійних передач та інше. Ці звичайні, повторювані день за днем справи залежать від вашого становища в організації, сім'ї, а також від ваших громадських зв'язків і зобов'язань.

Необхідні справи, щоденні заняття та минулі зобов'язання в поєднанні з перешкодами та кризами можуть зруйнувати надії на те, щоб знайти кілька хвилин для наближення до вашої життєвої мети. Однак ці справи не повинні здійснювати такі руйнування. Все залежить від того, чи зумієте ви впоратися з цими неминучими пожирателями часу та чи готові ви зберегти частину часу за собою.

Одним з інструментів щодо збереження часу є його планування на кожен день. Чим менше у вас вільного часу, тим більш важливим для вас є ретельне його планування. Витратьте на планування всього десять хвилин на початку або в кінці дня і ці витрати з лишком компенсуються для вас.

Найкраще з планування починати ваш день або ж ним його закінчувати. Існує багато переваг у тому, щоб починати день із планування на свіжу голову. Продумавши,

що необхідно зробити, ви легко переходите до втілення плану в реальність. Коли ви чітко визначили пріоритети дня, у вас менше ймовірність того, що ви будете відволікатися на інші справи.

Планування в кінці дня має іншу перевагу: ви знаєте пункт відправлення. З цієї точки зору вам легше оцінити перспективу на завтрашній день. Крім того, якщо ви вже розпланували весь день на завтра, вранці не доведеться ламати голову над тим, що робити, і ви не втратите час.

Іншою перевагою планування напередодні ввечері є те, що ваша підсвідомість буде працювати впродовж ночі, і, коли ви прибудете на роботу, то будете озброєні багатьма ідеями, готовими для втілення в життя.

Очевидні переваги є і у вечірнього планування, і у ранкового планування. Тому пропонується планувати як вранці, так і ввечері.

Для проведення робіт із планування рекомендовано використовувати щоденник, або сучасні ІТ-технології, наприклад Google-календар із функцією синхронізації особистих електронних гаджетів та браузера Google Chrome.

Використання розкладу дозволяє проводити аналіз результативності та ефективності діяльності (в тому числі наукової) за певний період часу. Таким чином, складання розкладу – це інструмент із реалізації циклу Шухарта – Демінга в самоменеджменті.

МЕТОД «ШВЕЙЦАРСЬКОГО СИРУ»

Хоча добре складений план, в якому чітко визначені цілі та пріоритети, є гігантським кроком уперед у встановленні контролю над вашим часом (і над вашим життям), навіть хороші плановики забувають одну деталь: план як усякий інструмент, корисний лише тоді, коли він набуває застосування. Кращі плани залишаються мріями наяву до того часу, поки ви не втілите їх у життя через дію.

Коли мова йде про більшість звичайних справ, таких як їжа або чищення зубів, планування безпосередньо приводить до дії. Навіть коли ви займаєтеся більш складними справами, підготовка планів та їх реалізація можуть бути настільки пов'язані разом, що

можуть здаватися частинами одного цілого. Хороший план, тобто такий план, який вам здається правильним, має здатність втягнути вас в дію, тому що він є єдиною чіткою перспективою вашого подальшого життя та діяльності.

Часом перехід від планування до дії відбувається менш гладко.

Зволікання! Це – одне з основних перешкод, з якими всі стикаються, намагаючись вирішити короткострокові та довгострокові завдання. Замість того, щоб дозволити зволіканню оволодіти вами, чому б не дати йому відсіч активними діями.

Коли ви обрали собі за мету «А1», але відчуваєте небажання «зробити цю справу зараз», спробуйте ще раз перевірити правильність вашого вибору. Можливо ваше небажання займатися цією справою викликане інтуїтивним відчуттям того, що «А1» – це не краще використання вашого часу. Часто буває, що інтуїція вас не підводить. Нехтування від «А1» може бути більш правильним рішенням, ніж ваш вибір «А1».

Що означає зволікання? Зволікання відбувається, коли ви вибрали за хорошу мету «А1», підтвердили правильність вашого вибору, знайшли принаймні кілька хвилин, які ви можете присвятити цій справі, але все-таки не займаєтесь цією справою. Замість цього ви витрачаєте час на менш важливу справу «А», справи «Б» або «В», а то й взагалі на неварті заняття. Чому ви так безглуздо влаштовані?

Головним чином, тому що ви – людина. Люди відкладають «непідйомні А1» тому, що вони здаються занадто складними та вимагають багато часу.

Необхідно впроваджувати технології для стимулювання праці, наприклад перегляд наукових видань за темою роботи, перегляд лише 2–5 фахових статей дозволяє «з головою зануритися в роботу». Є й інші інструменти, наприклад метод «швейцарського сиру».

Основною передумовою для здійснення методу «швейцарського сиру» є можливість почати що-небудь робити, коли у вас є всього лише п'ять хвилин. Як тільки ви почали справу, то одержали можливість продовжувати її. Наприклад, вас так може зацікавити читання свого досьє, що ви

можете провести за цим заняттям сорок п'ять хвилин, перш ніж відчуєте, що ви хочете їсти. «Швейцарський сир» може вам замінити обід, хоча і не калорійний, але дасть набагато більше задоволення.

Цілком можливо, що початок роботи загоне вас у глухий кут. Наприклад, ви запросите науковця (співробітника) для розмови за темою роботи, але виявиться, що цієї людини сьогодні на роботі немає. Проте ви можете відчути задоволення, що сьогодні ви зробили свою частку роботи за цим проектом. Може вас навіть обрадує такий зручний привід для відстрочення «непідйомної справи». Такий початок не можна вважати вдалим. «Швейцарський сир» припускає початок діяльності, але якщо вас спіткала невдача, проявіть терпіння і чекайте наступної миті. Намагайтеся придумати інше «завдання негайного виконання» та виконайте його.

Не намагайтеся двічі «виїсти» одну й ту саму «дірку» з «сиру». Якщо ви спробували здійснити «завдання негайного виконання» і воно загнало вас у глухий кут, то наступним вашим кроком повинен стати негайний пошук іншого подібного завдання. І пам'ятайте: з однієї «дірки» не можна зробити «шматок швейцарського сиру». Потрібно буде здійснити багато завдань негайного виконання, перш ніж ваша справа «А1» набере інерції руху.

Метод «швейцарського сиру» привабливий тим, що не має значення, яке «завдання негайного виконання» ви обираєте. Важливо лише, щоб: 1) воно було легким – чим легше, тим краще; 2) було пов'язане з «непідйомною справою А1». При цьому не має ніякого значення ступінь внеску цього завдання в реалізацію справи «А1». Головне – надати йому руху. Навіть незначні зусилля починають цей рух.

Метод «швейцарського сиру» іноді дозволяє зробити істотні зрушення навіть у реалізації складного проекту. Після того як ви зробили десяток «дірок» у «непідйомній справі А1», ви зможете з радістю зрозуміти, що завдання виявилось набагато легшим, ніж ви очікували. Можливо ви виявите, яким чином можна доручити виконання цієї справи іншій людині. Або ж ви дізнаєтесь, як можна скоротити виконання цієї справи. Або

ж виявиться, що робота над цією справою легка і радує вас. Може бути, єдине, що від вас вимагається, – це розбити ваше «непідйомне» завдання на цілком «підйомні» частини і після того як ви «піднімете» ці окремі частинки, ви без зусиль зумієте зібрати воедино загальну конструкцію.

ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ ТА ФОРМУВАННЯ «ГАРЯЧИХ» СПРАВ

У цьому пункті пропонується самостійно (за допомогою Інтернету) оволодіти матеріалом стосовно організації робочого місця, формування переліку так званих «гарячих» справ – справ, не запланованих складеному розкладі (виникли в ході проведення досліджень як перепони або циркуляри органів контролю і т. ін.), і що потребують вирішення.

Рекомендовано звернути увагу на такі методи ранжування справ, як: «метод світлофора», «метод червоної теки», «метод нижньої полиці робочого столу».

Для науковців, що представляють країни колишнього СРСР, найбільш актуальним є метод «трьох цвяхів».

Також пропонується розглянути можливість формування графіка роботи з урахування 15 хв бонусу на початку та в кінці робочого дня. Мається на увазі, що робочий графік повинен починатися на 15 хв раніше, ніж це встановлено нормативом, та закінчуватися на 15 хв пізніше від встановленого нормативом. Це дозволяє мати фору серед співробітників щодо виконання поставлених завдань та демонстрації прихильності до проекту. У той самий час це є втратою 150 хв (5-денний робочий тиждень), що не оплачується роботодавцем або 10 годин за 1 місяць.

ПОНЯТТЯ ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ

Із позицій викладеного розуміння феномену здоров'я людини походить визначення поняття здорового способу життя (ЗСЖ): це все в людській діяльності, що стосується збереження і зміцнення здоров'я, все, що сприяє виконанню людиною своїх людських функцій через діяльність з оздоровлення умов життя – праці, відпочинку, побуту [6].

Проблема формування здорового способу життя досить ретельно висвітлюється в багатьох соціально-філософських, педагогічних, соціологічних, медичних працях. Особливої актуалізації ця проблематика набула у другій половині ХХ століття як у світі в цілому, так і в Україні.

Необхідно підкреслити, що цим питанням приділяють увагу різні науки – медицина, гігієна, охорона здоров'я, екологія, педагогіка, психологія, соціологія, фізична культура та нова наука – валеологія.

У той самий час організація ЗСЖ позитивно впливає на ефективність та результативність наукових досліджень, що доведено результатами великої кількості наукових праць із цієї тематики та реальними прикладами сучасності.

ЩО ВИ ДІЙСНО ХОЧЕТЕ ОТРИМАТИ ВІД ЖИТТЯ?

Можливо, ви ніколи не займалися врахуванням свого основного багатства. Ним володіє кожен із нас від народження і це – наше життя, його хвилини, години, дні, роки. Гарне планування починається тоді, коли ми ведемо облік усього цього скарбу. Тому рекомендовано почати планування, визначивши спочатку ваші життєві цілі.

Спочатку потрібно написати «Декларацію ваших життєвих цілей». Цей документ допоможе вам з'ясувати, чого ви насправді хочете добитися, визначити методи, за допомогою яких ви можете їх здійснити, та зробити осмисленим використання вами часу.

Така Декларація надасть вашому життю цілеспрямованого напрямку. Вона допоможе вам відчувати, що ви є господарем вашої долі. З її допомогою ви знайдете інструмент, за яким ви зможете оцінювати різні альтернативи. Ви зможете більш мистецьки знаходити рівновагу між різними сторонами вашого життя. Ви зумієте скоротити до мінімуму непотрібні суперечності, що виникають в процесі використання часу.

«Декларація ваших життєвих цілей» – це не ворожіння і не ясновидіння. Немає нічого особливого у тому, що ви напишете на аркуші паперу. Деякі люди відчують певну незручність, намагаючись написати таку Декларацію. Для інших це завдання

здається занадто важким. Вони стверджують, що воно їх збентежує. Деякі вважають, що письмовий план позбавляє їх вибору, а життя втрачає радість творчості та свіжість новизни.

Так чи інакше, свідомо чи ні, але ви думаєте про свої життєві цілі все життя. Однак думати про них і записати їх на папір – різні речі. Не записані цілі часто залишаються туманними й утопічними мріями, зокрема такі: «добре б помандрувати», «добре б стати мільйонером». Коли ви записуєте ваші думки, вони стають конкретними та визначеними. Це допомагає вам копнути глибше та зрозуміти, що ховається під поверхнею тих прагнень, про які ви твердите собі з року в рік.

Ви зможете отримати нову точку зору щодо своїх мрій, коли ви побачите свої думки, відображеними на папері. Ви зможете розглянути їх більш уважно й вивчити, коли вони наберуть самостійної форми. Тепер їх можна уважно аналізувати, змінювати, вдосконалювати. Над ними можна міркувати.

Крім того, ви швидше за все виявите, що у вас є цілі, які є важливими для вас, навіть якщо ви ніколи їх не формулювали або «НЕ» звертали на них серйозної уваги. Це відбувається через те, що запис вимагає від вас більшої визначеності у виразах, і ваші цілі звучують: ви повинні висловити свої прагнення кількома словами, а не мільйонами слів, що виникають у ваших думках впродовж усього життя. Фактично ваш вибір того, що ви записали, визначає ваші пріоритети, і їх перелік може вас здивувати.

ПРИКЛАД

Якщо ви ніколи не намагалися записати ваші життєві цілі, то нижченаведена вправа допоможе вам розпочати такий запис. Якщо ж у вас є список ваших життєвих цілей, то ця вправа допоможе вам уточнити ваші думки.

Візьміть кілька аркушів паперу, ручку або олівець та годинник. Виділіть на вправу п'ятнадцять хвилин.

Перше запитання

Напишіть угорі першого аркуша запитання: «Які мої життєві цілі?».

Визначаючи свої життєві цілі, майте на увазі, що ви отримаєте різні відповіді у віці п'яти, двадцяти п'яти та шістдесяти п'яти років. Тому ви повинні розуміти під «життєвими цілями» ті завдання, які ви ставите перед собою на цей час.

Рівно за дві хвилини напишіть відповідь на це запитання. Відповідати ви повинні стисло і обмежитися загальними словами, нічого не конкретизуючи, але у вас достатньо часу, щоб згадати про цілі, які стосуються вашого особистого, сімейного, суспільного, ділового, матеріального та духовного життя. Намагайтесь, щоб ваш список охопив багато предметів, а також вмещував якомога більше слів. На цій стадії ви не повинні відчувати, що зобов'язані підпорядкувати своє життя виконанню цих цілей, а тому намагайтесь записати все, що вам спадає на думку.

Не бійтеся вносити до цього списку такі далекі від вашого звичайного життя цілі, як бажання піднятися на вершину, наприклад Евересту, провести літо в компанії старих друзів та ін. Не стримуйте своїх фантазій!!!

Після того як пройшло дві хвилини, виділіть собі ще дві хвилини, щоб перевірити, чи не упустили ви що-небудь важливе. Ви можете додати ще пару життєвих цілей, звернувши увагу на ваш нинішній спосіб життя.

Друге запитання

У списку ваших життєвих цілей, який ви склали експромтом і нашвидкуруч, можливо виявляться такі загальні поняття, як «щастя», «успіх», «досягнення», «любов», «внесок у суспільний розвиток» та ін. Ви зможете краще визначити ваші життєві цілі, давши відповіді на друге запитання: «Як я б хотів провести найближчі три роки?» (Якщо вам за тридцять, змініть кількість років із трьох до п'яти).

Знову складіть список ваших відповідей, не виходячи за часові межі – двох хвилин. Потім знову додайте дві хвилини для внесення необхідних доповнень та уточнень.

Третє запитання

Тепер для того щоб отримати інший погляд на життєві цілі, запишіть третє запитання: «Якби я зараз дізнався, що через

шість місяців мене на смерть вдарить блискавка, як би я прожив життя, що залишилося?».

Примітка. Ви повинні думати лише про те, як будете жити останні шість місяців.

Мета цього питання полягає в тому, щоб з'ясувати, чи є такі речі, які для вас важливі, але якими ви зараз не займаєтеся, хоча вони і заслуговують на вашу увагу. Можливо, що, якщо ви будете знати, що ваше життя закінчиться через півроку, ви будете продовжувати жити, як жили колись, а можливо, побажаєте залишити вашу роботу та витратите всі наявні у вас кошти на таке життя, про яке ви давно мріяли. Запишіть ваші відповіді якнайшвидше (за дві хвилини), а потім попрацюйте над вашим рішенням додатково ще дві хвилини. (Не втрачайте часу даремно, розмірковуючи над цим питанням, а просто пишть).

Тепер витратьте ще дві хвилини на те, щоб продивитися списки ваших цілей, доповніть і відредагуйте їх. Якщо хочете, можете попрацювати й довше.

Проведіть процедуру складання списку та розстановки пріоритетів, як це зазначено вище. Плануйте кожен день з урахуванням «Декларації ваших життєвих цілей».

ВИСНОВКИ

Рівень розвитку науки про самоменеджмент людини з урахуванням уже відомих масовому читачеві наробітків про можливості в самоуправлінні, саморозвитку, самовдосконаленні ще відносно невисокий. Однак уже зараз розроблені технології втручання в структури людської пам'яті, психологічного впливу як на окрему людину, так і на величезні маси людей. Технології маніпуляції свідомістю вже давно стали стратегічним засобом психологічної боротьби. Це, з одного боку, характеризує можливості теорії і практики у сфері самоуправління людини, а з іншого боку, свідчить про можливості зловживання ними як проти окремої людини, так і цілих народів.

Через самоуправління людини, через його наукову розробку, творче засвоєння і культуру застосування сьогодні прокладений шлях до розвитку суспільства, держави й головне – до кожної окремої людини.

З початком XXI століття почуття розгубленості перед особою прийдешніми змінами, збентеження в розумах багатьох людей досягають межі, за якою губляться причинно-наслідкові зв'язки і розуміння суті речей і подій. Коли не без підстав говорять про те, що в основі будь-якої кризи лежить криза управління, варто було б додати, що в кінцевому підсумку наростання некерованості фокусується не в структурах, функціях або концепціях, а в суб'єкті управління – керівникові, менеджерів, державному чиновникові. Ми намагаємося керувати країною, суспільством, іншими людьми, але найчастіше не в змозі керувати навіть самим собою. Людина не знає своїх меж і можливостей, не знає «усієї глибини свого незнання». І якщо кожне покоління має право самостійно обирати своє майбутнє, визначати шляхи розвитку, то насамперед таким правом володіє кожна людина. Але яку відповідальність люди беруть на себе при цьому і чи беруть?

Концептуальне розуміння самоуправління діяльністю людини як сполучною ланкою між державою і громадянином, суспільством та особистістю, окремою людиною і людством покладає на кожного з нас соціальну відповідальність бути представником держави, універсуму, що претендує на впорядкування й розвиток соціуму, підвищення рівня і якості життя людей, збереження життя на землі. Сьогодні доля всіх кардинальних реформ значною мірою залежить від того, які люди прийдуть на державну і муніципальну службу, у підприємництво, чи будуть вони майстрами своєї справи.

Проблема самоменеджменту – одна з тих вічних проблем, відповідь на які шукає кожне нове покоління. Додаткової актуальності надають особистому самоменеджменту як загальна демократизація життя, орієнтація на ініціативу, самостійність, підприємництво, знаходження балансу між самоорганізацією й управлінням, так і демократизація управління, де рішення ухвалюються на всіх рівнях управлінської піраміди, а не лише у вищому ешелоні влади. Еволюція систем управління, яка висунула на перший план систему «Стратегічне управління», не лише

дала нові можливості суб'єкту управління для реакції на нові виклики середовища, зіштовхнувшись зі стратегічною несподіванкою, а й підвищила ступінь стратегічної помилки, її вплив на долі і діяльність багатьох людей. У свою чергу, розвиток стратегічного управління, аналіз середовища, невизначеності закономірно призвели до виникнення ситуаційного підходу до управління, до ситуаційного менеджменту. І в стратегічному, і в ситуаційному менеджменті людина набуває нового значення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Колпаков В. М. Самоменеджмент : навчальний посібник / В. М. Колпаков. – К. : Освіта України, 2007. – 790 с.
2. Shewhart W. Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control / W. Shewhart. – N. Y. : Dover Publ., Inc., 1939 (reprint 1986). – 163 p.
3. Деминг У. Э. Лекция перед японскими менеджерами в 1950 г. / У. Э. Деминг / пер. Ю. П. Адлера и В. Л. Шпера // Методы менеджмента качества. – 2000. – № 10. – С. 24–29.
4. Адлер Ю. П. Методы постоянного совершенствования сквозь призму цикла Шухарта-Деминга [электронный ресурс] / Ю. П. Адлер, Е. И. Хунузиди, В. Л. Шпер // Методы менеджмента качества. – 2005. – № 3. – Режим доступа : http://ria-stk.ru/libraries/detail.php?%20ELEMENT_ID=61746&phrase_id=394461.
5. Alan Lakein. How to get control of your time and your life [электронный ресурс] / пер. Ю. Емельянова, Н. Емельяновой. – М. : Агентство «ФАИР», 1996. – Режим доступа : <http://www.lib.ru/DPEOPLE/lakejn.txt>.
6. Вікіпедія [електронний ресурс] – Режим доступу : <http://uk.wikipedia.org/wiki/>.

ОСНОВИ ІНЖЕНЕРНОЇ ПСИХОЛОГІЇ ДЛЯ СУЧАСНИХ ДОСЛІДНИКІВ

Інженер, який займається науковими дослідженнями, для підвищення ефективності своєї роботи повинен вивчити не лише технічні аспекти розв'язуваних проблем, а й зрозуміти складні психологічні зв'язки, що неминуче виникають при цьому. Інженерна психологія як міждисциплінарна наука допомагає визначити умови оптимальної взаємодії людини та створених нею технічних пристроїв, а також сприяє створенню комфортних умов праці інженера-дослідника.

The engineer, involved in research activity should study not only the technical aspects of the problems to be solved, but also to understand the complicated psychological ties that inevitably arise in order to improve the efficiency of his work. Engineering psychology, as interdisciplinary science, helps to determine the optimal conditions for interaction between man and created technical devices and to create comfortable work conditions for research engineer.

ВСТУП

Будь-якому дослідникові, особливо молодому вченому-інженерові, необхідно знати основні положення науки, яка, маючи багатий накопичений досвід, допомагає зрозуміти хитросплетіння взаємодії людини та породженої нею техніки. Назва цієї науки – інженерна психологія. Якщо коротко, то інженерна психологія – це галузь науки, що вивчає психологічні особливості праці людини під час її взаємодії з технічними засобами в процесі виробничої та управлінської діяльності. Однак у цьому стислому визначенні приховані численні пласти цієї взаємодії, що відображають як різноманітність і складність людської природи, так і різні сторони техніки, що стрімко розвивається. Основними завданнями інженерної психології на сьогодні є:

- вивчення особливостей психології людини під час її взаємодії з технікою;
- аналіз функцій людини в системі «людина – машина»;
- вивчення процесів перетворення інформації людиною-оператором;
- вивчення впливу психологічних факторів на ефективність роботи;
- пристосування людини до техніки з урахуванням її психофізіології;
- проектування, розроблення та експлуатація техніки;
- пристосування техніки до можливостей людини;
- вдосконалення систем управління;
- виявлення резервів продуктивності праці;
- трудове навчання та виховання;
- охорона праці працівників.

У сучасному світі людині дуже непросто правильно та гармонійно співіснувати з технікою, складність улаштування якої (і складність управління якою) зростає з кожним роком. Людина нині здебільшого змушена здійснювати свою трудову діяльність під час безпосередньої взаємодії з різними технічними пристроями.

Особливостями праці в наш час є:

- інтенсифікація психічної діяльності людини;
- прискорення темпів і зростання рівня напруженості психічної діяльності для досягнення більшої результативності;
- зростання «ціни помилки» працівника в ситуаціях невизначеності, раптовості, новизни;
- опосередкованість діяльності психічних процесів або явищ;
- зростання нервово-психічних захворювань, пов'язаних з «індустріальним стресом».

Виходячи з цього, стає зрозумілою важливість ролі людського фактора у взаємодії людини і машини.

Інженерна психологія почала формуватися як самостійна наука у 40-х роках ХХ ст., хоча витoki її зародження виявляються раніше (приблизно з початку того ж століття), коли стали з'являтися нові технічні засоби, а також відповідно й нові різновиди трудової діяльності людини – керування автомобілем, трамваем, паровозом, пароплавом, літаком тощо. Зміна характеру взаємодії людини з технікою зумовила виникнення нових завдань із вивчення ролі психологічних і психофізіологічних особливостей людини для забезпечення її професійної діяльності. Ці дослідження пов'язані з іменами

І. М. Сеченова, Д. І. Менделєєва, І. П. Павлова, В. М. Бехтерєва, В. М. Мясичева та ін. Основи наукової організації праці та прикладні дослідження в галузі психології трудової діяльності були також закладені зарубіжними менеджерами та вченими: Ф. Тейлором, Г. Фордом, Е. Мейо, Г. Мюнстербергом. Пізніше значний внесок в інженерну психологію зробили дослідники Б. Ф. Ломовим, В. П. Зінченко, Г. К. Серєда, Г. В. Суходольским та ін. При цьому розвиток інженерної психології як науки пройшов низку етапів – від накопичення та аналізу даних про людський фактор для оптимізації окремих технічних засобів контролю та управління до системного підходу до проектування й експлуатації складних систем «людина – машина».

РОЛЬ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРА

Чому ж виникла така гостра необхідність у розвитку цілої науки – інженерної психології? Безперечно, основною причиною цього є зростаюча роль в нашій взаємодії з технікою так званого людського фактора. Саме цей фактор і став все більше й більше впливати на результати роботи тандему «людина – машина», причому цей вплив частіше виявлявся негативним. Людина, маючи за своєю природою досить обмежені фізіологічні та психологічні можливості, стає все більше помилятися, стикаючись зі складною технікою, особливо у важкопрогнозованих і критичних ситуаціях. Та й сама техніка, що постійно ставала все складнішою, почала «виходити» з-під контролю людини, оскільки не завжди відповідала за своїми параметрами та критеріями фізичним і психологічним можливостям людини.

Особливо гостро такий «різnobій» спостерігався при масштабних катастрофах, таких як загибель відомого корабля «Титанік» у 1912 р. У катастрофі найбільшого на момент свого спорудження пасажирського пароплава світу загинуло понад 1500 осіб. Здавалося б, інженери-проектувальники пароплава продумали багато дрібниць, щоб корабель був комфортний і безпечний в експлуатації. Але, як виявилось, вирішальну роль у катастрофі зіграв саме горезвісний «людський фактор»: самовпевненість і безпечність керівництва

(«може, пронесе» від зустрічі з айсбергом), спрага першості (гонитва за лаврами чемпіонів за швидкістю трансатлантичного переходу), відсутність серйозних засобів контролю поверхні моря, непрофесійні дії керівництва та екіпажу корабля при зіткненні з перешкодою та під час організації рятувальних робіт, конструктивні недоліки корабля та його комплектації (недостатня кількість рятувальних шлюпок, відсутність герметичних поздовжніх перегородок, наявність зайвої величезної «фальшивої» труби, що була встановлена «для солідності» і яка, впавши у воду, вбила велику кількість пасажирів і членів команди, які там знаходилися). Цей перелік можна було б продовжити, але вже й цього достатньо для того, щоб саме неузгодженість людських дій і призвела до настільки тяжкого фіналу. Згідно з думкою експертів при адекватних діях команди корабля під час рятувальних робіт жертв було б як мінімум на 553 людини менше. А якщо б не було й згаданих вище недоліків, катастрофи взагалі можна було б уникнути.

Катастрофа «Титаніка» поставила на порядок денний проблему, вирішення якої згодом стало одним із основних завдань інженерної психології, – проблему забезпечення надійності та безпеки функціонування системи «людина – машина». Як показало життя, саме «людська» ланка в цій системі часто виявляється слабшою. І цьому було знайдено пояснення. Перш за все, зі складною технікою повинні працювати підготовлені люди, які мають певні фізіологічні та психологічні якості.

Наприклад, під час вивчення протоколів нещасних випадків на транспорті та в промисловості німецький вчений К. Марбе з'ясував, що більше половини всіх інцидентів припадає на порівняно невелику кількість працівників. Висновок вченого був такий: існує категорія людей, «схильних» до нещасних випадків, і ця схильність є вродженою властивістю особистості. Тобто наявність або відсутність зазначеної схильності залежить від індивідуально-психологічних особливостей людей, зокрема від їх темпераменту та характеру, від швидкості реакції, обсягу сприйняття,

здатності до розподілу та переключення уваги, емоційної стійкості, готовності до виправданого ризику, почуття відповідальності тощо. Оцінюючи рівень сформованості зазначених якостей, можна прогнозувати майбутню професійну успішність кандидатів на ту чи іншу професію, а також і ймовірність скоєння ними аварій. При цьому необхідно враховувати і ступінь можливого виховання та коригування тих психічних властивостей, на підставі яких здійснюється таке прогнозування [1–5].

ВИЗНАЧЕННЯ СХИЛЬНОСТІ ДО РОБОТИ ДОСЛІДНИКОМ

На сьогоднішній день існує велика кількість спеціальних методик психологічного професійного відбору людей для певного виду робіт. Частина з них є у вільному доступі, хоча фахівці застерігають від захоплення неперевіреними або сумнівними тестами, що зараз удосталь друкуються в газетах і журналах «для відпочинку та для домогосподарок», а також «плавають» у безмежних теренах Інтернету.

Для молодих інженерів і вчених, охочих оцінити свої психофізіологічні можливості, можна порекомендувати низку цікавих тестів і опитувальників. Наприклад, можна діагностувати наявність схильностей до роботи організатором, дослідником або виконавцем. У 2010–2011 роках у Сумському державному університеті на факультеті технічних систем та енергоефективних технологій реалізовано педагогічний експеримент та апробовано розроблені методики із цього дослідження. Він дав досить цікаві результати, які можуть бути використані для подальшого формування індивідуума і як фахівця, і як особистості в цілому. Мова йде про те, що кожна людина має схильність до виконання певного виду робіт: хтось любить займатися складними науковими дослідженнями, хтось воліє бути простим виконавцем, а хтось – керувати тими й іншими. При цьому, крім діагностичної мети, важливим є також напрацювання у людини досвіду діяльності і як організатора, і як дослідника, і як виконавця, тобто придбання навичок усіх зазначених видів діяльності, навіть якщо хтось не схильний до якого-небудь із них. Це

дозволяє сформулювати (певною мірою) ті якості, які до цього були розвинені в людині недостатньою мірою.

До рекомендованих тестів із даної теми можна віднести в першу чергу класичний тест Айзенка (характер – тип темпераменту, емоційна стійкість, тип особистості). Також сюди відносять тест Дж. Холанда на визначення професійного типу особистості (модифікація Г. В. Резапкіної), діагностику комунікативних та організаторських схильностей («КОС-2»), опитувальник професійних схильностей (методика Л. Йовайші в модифікації Г. Резапкіної), тести «Командувати або підкорятися?» і «Твої схильності, студент?» [6–10]. Для аналізу потенційних можливостей людини важлива також її самооцінка [11]. Інтерпретація та узагальнення отриманих результатів із даної теми наведені у праці [12]. Схильність до дослідницької діяльності при цьому (що буде цікаво молодим ученим) виявляється таким чином:

- за методикою Л. Йовайші, якщо за результатами тестування він набирає за стовпчиком № 2 – «схильність до дослідницької (інтелектуальної) роботи» – кількість балів більше 7 (7–9 балів – схильність до певного виду діяльності, 10–12 балів – яскраво виражена професійна схильність);
- за експрес-тестом Кушнірова П. В. «Твої схильності, студент?» [10], якщо людина набирає кількість балів менше 16;
- за тестом Дж. Холанда, якщо за результатами тестування він набирає за шкалою «Інтелектуальний тип» («І») кількість балів від 8 до 10; крім того, оскільки до зазначеного типу «І» близьким є тип «Артистичний» («А»), то за цією шкалою також можна робити висновки про схильність до дослідницької діяльності.

Необхідно відзначити, що, як показали дослідження, практично не існує чіткого поділу тих, кого опитували, на «чистих» дослідників, організаторів чи виконавців. Особистість людини, особливо юнацького віку, безперервно розвивається, а можлива констатація факту (за результатами вищезазначеного тестування) відсутності

певних здібностей може призвести до блокування розвитку індивідуума. Тому кожній людині, незалежно від її особистих схильностей, було б корисно спробувати себе в різних видах діяльності – і організатором, і дослідником, і виконавцем, – що позитивно позначиться на її подальшому розвитку і як фахівця, і як особистості.

ПОЛІВАРІАНТНІСТЬ СПРИЙНЯТТЯ ТА ЕРГОНОМІЧНІ ВИМОГИ

Звичайно, в ідеальному випадку людині, зайнятій дослідницькою діяльністю, було б корисно навчитися повною мірою використовувати свої інтелектуальні здібності. Зокрема, з точки зору психофізіології бажано гармонійно розвивати обидві півкулі головного мозку. Відомо, що ліва півкуля мозку відповідає за логіку та аналіз, мовні здібності, тобто пов'язана, в першу чергу, з абстрактно-логічним мисленням. Ця півкуля контролює мову, а також здатності читати та писати. У лівій півкулі зберігаються й відповідно розпізнаються факти, імена, числа, математичні (абстрактні) символи, дати та їх написання. Права ж півкуля мозку спеціалізується на обробці інформації, яка існує не в словах і цифрах, а в символах і образах. Завдяки саме правій півкулі у людини є можливість «вмикати» уяву, мріяти та фантазувати. За допомогою правої півкулі ми можемо творити, складати різні історії, «програвати» подумки різні ситуації. Права півкуля відповідає також за здібності до музики та образотворчого мистецтва, вона може одночасно обробляти багато різноманітної інформації та здатна розглядати проблему в цілому, не застосовуючи аналізу.

Важко визначити, що є важливішим для людини, яка присвятила своє життя науковим дослідженням. Безперечно, потрібно вміти точно та чітко формулювати поставлені завдання, знаходити методи їх вирішення, математично моделювати та здійснювати формалізацію досліджуваних процесів, вільно володіти математичним апаратом і програмуванням на ЕОМ – і все це підпорядковано роботі нашої лівої півкулі. Але не менш важливим є володіння «науковою фантазією», таким собі «чуттям»,

що дозволяє вийти за окреслені рамки всього звичного, вже вивченого в науці, і в результаті зробити геніальне, несподіване для всіх відкриття. А це вже прерогатива роботи правої півкулі головного мозку. Іншими словами, в ідеалі важлива злагоджена й активна робота всього головного мозку в цілому, а не превалювання лише однієї з його половин. Із цієї точки зору цікавим є візуальний тест «Ілюзорний силует», або, як його часто називають, «Дівчина, що обертається», автором якого є японський дослідник Нобуюкі Каяхара [13]. Цей психологічний тест ілюструє поліваріантність людського сприйняття та являє собою відеоролик, кадри якого побудовані так, що допускають дві різні динамічні інтерпретації: дівчина обертається вправо (за годинниковою стрілкою), стоячи на лівій нозі, або вона обертається вліво (проти стрілки), стоячи на правій нозі.

Напрямок обертання, який бачить глядач, залежить від того, яка півкуля його головного мозку є найбільш активною на цей час (або яка краще розвинена). Якщо дівчина обертається за годинниковою стрілкою, то у людини зараз є активною ліва півкуля мозку, якщо обертається проти – то права. Якщо дівчина обертається то в один, то в інший боки, то у людини не спостерігається домінування функцій жодної з півкуль (так звана амбідекстрія – активна робота обох півкуль головного мозку). Цей тест можна використовувати і для тренування: згідно з дослідженнями ті, хто можуть перемикаєти напрямок обертання дівчини, не сильно напружуючи очі, мають IQ вище за 160.

Оскільки наукові дослідження можуть стосуватися й розроблення певного обладнання, наприклад, дослідницьких стендів, то важливо пам'ятати про необхідність урахування рекомендацій інженерної психології та ергономіки з припустимих навантажень на окремі елементи конструкції. Зокрема, сила, що прикладається рукою працівника, наприклад на рукоятці для закріплення або перемикавання, не повинна перевищувати 145–195 Н, а кількість таких ручних навантажень упродовж робочого дня повинна бути не більшою 750.

Відомий цікавий випадок недооцінювання цих вимог. Це було під час війни у В'єтнамі – одного з найбільших військових конфліктів другої половини ХХ ст., в якому зіткнулися інтереси двох наддержав того часу – США і СРСР. Радянський Союз тоді неофіційно допомагав в'єтнамській стороні в боротьбі з американськими військовими, здійснюючи туди поставки різних видів озброєнь, включаючи танки Т-55. Однак ця потужна зброя не могла використовуватися там повною мірою з однієї простої причини: середньостатистичний в'єтнамец, як виявилось, був худеньким і маленьким та ледве міг розвивати рукою необхідне зусилля 50 кг на важіль повороту зазначеного танка.

ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИЙ ВПЛИВ КОЛЬОРУ ТА СВІТЛА

Оскільки людське око – це основні «ворота», через які до мозку надходить до 90 % інформації, то важливим є розуміння фізіологічного та психологічного впливів на людей світла та різних кольорів. Доведено, що з точки зору фізіології найменшою стомлюваністю очей буде тоді, коли в полі зору знаходяться кольори середньохвильової ділянки спектра 400–760 нм. Це світло-зелений колір, салатний, жовтувато-зелений, зеленувато-блакитний. Небажаними з цієї точки зору є крайні ділянки спектра – червоний і фіолетовий. Якщо ж очі все ж таки втомилися від якогось одного кольору, то можна порекомендувати зняти це колірне стомлення шляхом переведення погляду на так званий додатковий колір (в сумі з основним вони дають ахроматичний колір). Ось приклади поєднання таких пар кольорів: блакитно-зелений – червоний, синьо-блакитний – оранжевий, синій – жовтий, зеленувато-жовтий – фіолетовий, зелений – пурпурний.

Не менш важливим є й рівень освітленості в приміщенні, де працює людина: він повинен бути не нижчим за 1000 лк. При підвищенні освітленості можливий приріст продуктивності праці на 5 % (під час робіт малої точності), на 15 % (під час точних робіт) і на 40 % (під час надточних робіт). Якщо ситуація протилежна, тобто світла замало, то

відповідно знижується й трудова активність: згідно з фізіологією, мінімальна освітленість (темрява) викликає процес гальмування в корі головного мозку, що пов'язано з біологічними ритмами неспання та сну.

Цікавим є й психологічний вплив кольору на людину. Наприклад, різні кольори можуть візуально збільшувати або зменшувати пропорції приміщення і тоді мова йде про «відступаючі» кольори та ті, що «наближають». Так, світло-блакитний колір створює сильне відчуття збільшеного простору, він мов би «відступає назад». Навпаки, коричневий колір «виступає вперед», візуально наближуючи об'єкти. Це можна використовувати, зокрема, для поліпшення сприйняття витягнутого в довжину вузького приміщення: можна забарвити поздовжні стіни у «відступаючі» кольори, а торцеві – у ті, що «наближають». Якщо стеля занадто низька, «відступаючий» колір трохі «підніме» її.

Психологічно кольори можуть сприйматися як «важкі» та «легкі»: відомий випадок, коли на одному з підприємств важкі ящики стали здаватися робітникам більш легкими після перефарбовування з чорного на світло-зелений колір. А скарги робітників, які переносили важкі деталі і скаржилися на болі в попереку, припинилися, коли деталі стали фарбувати не в темний синювато-сірий, а в світлий перлинно-сірий колір [14].

Також кольори впливають на наше сприйняття тепла та холоду. «Теплі» кольори – червоний, оранжевий, жовтий, рожевий; «холодні» – блакитний, синій та ін. Відповідним кольором можна «змінити» температуру приміщення до 3–5 градусів.

Кольори справляють і загальний вплив на людську діяльність. Одні з них – стеничні, збуджувальні – це ті, що стимулюють, підвищують активність людини (червоний, оранжевий, жовтий). Інші – астенічні, – навпаки, заспокоюють, призводять до пасивності (блакитний, фіолетовий). Крім того, кольори впливають і на психічний стан, настрій людини. Тому можна говорити про «веселі» та «сумні» кольори. За допомогою кольору можна дещо знизити несприятливий вплив шуму, уникаючи в шумних приміщеннях занадто яскравих («гучних») кольорів і віддаючи перевагу «тихим»

кольорам. До речі, неправильно підібране фарбування стін приміщень та обладнання може негативно позначитися і на здоров'ї працівників. Доведено, що використання приглушеного зеленого кольору з чорними смугами може стати причиною головного болю та навіть депресії.

Важливою є роль кольору і в підвищенні безпеки праці. Виділення аварійних вимикачів і кнопок «Стоп» червоним кольором дозволяє швидше їх виявляти та натискати в екстрених випадках. З тією ж метою для рухомих потенційно небезпечних частин машин застосовують спеціальне забарвлення «зебра» – смуги, що чергуються, чорного та жовтого кольорів.

Пояснення психологічного впливу різних кольорів знаходять у специфіці впливу на людину звичних предметів і явищ нашої дійсності з характерним для них колірним супроводом. Червоний асоціюється з кольором вогню та крові, оранжевий і жовтий – із кольором сонця, блакитний – із кольором неба, зелений – із рослинним світом.

Необхідно пам'ятати й про те, що в різних країнах кольори можуть символізувати зовсім різні поняття. Так, звичне для європейців значення білого кольору як символу чистоти та святості, не збігається з його використанням в Японії або Індії: там білий – це колір трауру, а в Китаї – цей колір ще на додачу асоціюється з підлістю та брехливістю. У нас чорний колір пов'язаний з трауром, в Японії та Китаї – це колір радості, благородства, чесності та досвіду (згадайте «чорний» пояс із карате).

Корисно знати й про можливі проблеми при переглядах 3D-фільмів: це може викликати цілий ряд різних перцептивних проблем. Справа у тому, що особливість сприйняття стереоскопічної картини призводить до додаткового навантаження кори головного мозку, через що у людей із неврівноваженою психікою можуть розвиватися розлади та загострюватися захворювання. Однією з основних проблем, яка зараз активно досліджується вченими, є так званий конвергентно-акомодаційний конфлікт. Адже для того щоб побачити тривимірне кіно, очам доводиться вести себе зовсім інакше, ніж у реальному житті, і при

перегляді тривимірного відео наш мозок стикається з абсолютно новим сенсорним досвідом. У людей із нормальним зором праве і ліве око зазвичай бачать зображення трохи під різним кутом. Зображення від правого та лівого ока накладаються одне на одне, за рахунок чого виникає ілюзія наявності третього виміру, глибини. Ілюзія наявності третього виміру при перегляді 3D-фільмів виникає за рахунок подібного ж ефекту. І якщо ваші очі хоча б трохи не в нормі, 3D-ефекти створюють величезне навантаження на мозок. Це призводить до великого розумового напруження, яке у свою чергу, може стати причиною не лише головного болю, а й захворювання.

Психологи також не рекомендують експериментувати з так званим ефектом «25 кадру» (термін запропонований американцем Джеймсом Вайкері): зараз на ринку послуг пропонується широкий вибір відеопродукції з різними навчальними програмами, наприклад для швидкого запам'ятовування іноземних мов. Хоча точного доказу впливу на підсвідомість цього прийому немає, у ряді країн застосування ефекту «25 кадру» законодавчо заборонено, включаючи (відповідно до Закону «Про рекламу») й Україну.

ВПЛИВ МУЗИКИ ТА ІНШІ ІНЖЕНЕРНІ ХИТРОЦІ

Позитивний вплив музики на психоемоційний стан працівників можна використовувати, наприклад, для зниження їх стомлюваності. Музика є одним із найкращих засобів боротьби з монотонністю праці, особливо в умовах стомлення, що наближається. Хоча, з іншого боку, музика не повинна порушувати прийнятний темп виконання робіт і відволікати людину, про що красномовно свідчить теза, поширена у Франції: «Функціональна виробнича музика повинна чути, але не слухатися!».

Необхідно мати на увазі, що прослуховування музики за кермом автомобіля може негативно позначитися на безпеці руху. Такого висновку дійшли британські вчені: вибір музики, яку слухають водії, безпосередньо впливає на безпеку руху, причому класична музика викликає зниження уваги та реакції. Цікаво, що найнебезпечнішою композицією з точки зору

дослідників виявилася «Симфонія № 5» Бетховена. На другому місці опинилася «Токата і fuga ре-мінор» Баха, а на третьому місці – вальс Штрауса «Голубий Дунай». Рок- і поп-музика ж, навпаки, позитивно позначаються на водіях і покращують їх реакцію. Дослідження також показали, що кращим музичним ритмом для водіїв є той, що відповідає частоті ударів людського серця. Тому при виборі музики за кермом автомобіля все одно залишається місце для індивідуальності [15]. До речі, медики також вважають, що пісня гурту «Bee Gees» – «Stayin' Alive» (1977) – це ідеальний акомпанемент для непрямого масажу серця. Ритм цієї композиції – 103 удари за 1 хвилину, а рекомендована частота натискань на грудну клітку при серцево-легеневій реанімації майже така сама – 100 за 1 хвилину.

Під час планування роботи людини-оператора або проведення досліджень, пов'язаних із руховою активністю людини, корисно також пам'ятати, що мінімальний час людина витрачає на рухи, здійснювані пальцями. Якщо прийняти час руху пальців за одиницю, то на рух кисті та пальців потрібно дві одиниці часу; передпліччя, кисті та пальців – три; руки в плечовому суглобі – чотири; на нахил корпусу та піднімання його із цього становища – сімнадцять одиниць. Швидкість рухів залежить також від їх спрямування. Більш швидкими є такі рухи: до тіла, у вертикальній площині, зверху вниз, справа наліво, обертальні, з великою амплітудою. Менш швидкими є такі рухи: від тіла, в горизонтальній площині або під кутом, знизу вгору, зліва направо, поступальні, з малою амплітудою. Найбільш вигідними є еліптичні та колові траєкторії руху.

Інженерам, під керівництвом яких працюють не дуже сумлінні робітники, також необхідно пам'ятати про можливі спроби останніми приховати свій виробничий брак. Для боротьби з таким «технічним обманом» на підприємствах працюють досвідчені служби відділу технічного контролю. Однак і молоді інженери повинні добре розуміти психологію своїх підлеглих та можливі їх хитрощі. Зазвичай розвальцьовування або

зміну діаметра бракованих отворів шляхом легкого удару металеві кульки по зовнішній фасці розпізнати нелегко, але можливо. Але не менш важливим є й накопичення загального багажу знань, у тому числі зі сфери інженерної психології, що стане запорукою успішності трудової діяльності інженера-дослідника.

ВИСНОВКИ

Сучасний інженер-дослідник – це не лише фахівець за своїм науковим спрямуванням, а й розвинена особистість, що має широкий світогляд та цікавиться новинками в різних суміжних галузях, зокрема інженерно-гуманітарних. Якщо мати саме такий підхід, то можна очікувати реальних високих результатів у своїй діяльності, оскільки лише різнобічно розвинений інтелектуал зможе побачити глибинні причинно-наслідкові зв'язки у звичайних на перший погляд речах і відкрити нові перспективні напрямки наукових досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гильбух Ю. З. Первое знакомство с инженерной психологией / Ю. З. Гильбух. – К. : Рад. школа, 1982. – 59 с.
2. Трофімов Ю. Л. Інженерна психологія : підручник / Ю. Л. Трофімов. – К. : Либідь, 2002. – 264 с.
3. Справочник по инженерной психологии / под ред. Б. Ф. Ломова. – М. : Машиностроение, 1982. – 368 с.
4. Інженерна психологія / под ред. Г. К. Середы. – К. : Вища школа, 1976. – 308 с.
5. Основи инженерной психологии / под ред. Б. Ф. Ломова. – 2-е изд., доп., перераб. – М. : Высш. шк., 1986. – 448 с.
6. Тест Дж. Холланда на определение профессионального типа личности (модификация Г. В. Резапкиной) / Скорая помощь в выборе профессии. Практическое руководство для педагогов и школьных психологов. – М. : Генезис, 2010. – 48 с.
7. Фетискин Н. П. Диагностика коммуникативных и организаторских склонностей (КОС-2) / Н. П. Фетискин, В. В. Козлов, Г. М. Мануйлов. Социально-психологическая диагностика развития личности и малых групп. – М. : Изд-во Института психотерапии, 2002. – 490 с.
8. Опросник профессиональных склонностей (методика Л. Йовайши в модификации Г. В. Резапкиной) // Г. В. Резапкина. Отбор в профильные классы. – М. : Генезис, 2006. – 124 с.
9. Командовать или подчиняться? / Лучшие психологические тесты для профотбора и

- профорієнтації. – Петрозаводск : Петроком, 1992. – С. 261–262.
10. Кушніров П. В. Експрес-тест Кушнірова П. В. «Твої схильності, студент?» / Сборник научних трудов SWorld : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні напрями теоретичних і прикладних досліджень 2012». – Випуск 1. Том 14. – Одеса : Купрієнко С. В., 2012. – С. 9–12.
 11. Самооцінка / Л. Д. Столяренко. Основи психології: практикум. – Ростов-на-Дону : Фенікс, 2006. – 704 с.
 12. Кушніров П. В. Визначення схильностей у студентів до роботи організатором, дослідником, виконавцем / П. В. Кушніров, Е. В. Купенко, Ю. А. Погоржельська / Сборник научних трудов SWorld : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні напрями теоретичних і прикладних досліджень 2012». – Випуск 1. Том 14. – Одеса : Купрієнко С. В., 2012. – С. 12–15.
 13. Kayahara N. Silhouette Optical Illusion [Електронний ресурс] / Nobuyuki Kayahara. – 2003. – Режим доступу : www.wikibit.me/video/bgTbvYKyPCE.
 14. Лоос В. Г. Промислова психологія / В. Г. Лоос. – 2-е изд., доп. и испр.– К. : Техніка, 1980. – 184 с.
 15. Названа сама небезпечна музика для водіїв [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://auto.mail.ru/article.html?id=39796>.

ІНОЗЕМНА МОВА ЯК ЕЛЕМЕНТ САМОПОВАГИ: ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ ДО МОВНИХ ТЕСТІВ

Ця стаття надає інформацію щодо різноманітних стандартизованих тестів з англійської мови, сертифікати з яких є необхідною складовою конкурсу на участь у програмах міжнародної академічної мобільності; стаття також мотивує до вивчення англійської мови з метою її практичного застосування в міжнародному академічному середовищі.

The article provided informs on a variety of standardized tests of English language proficiency, the certificates of which are in the required documents list for applying to international academic mobility programs participation; the article also motivates to learn English to apply the linguistic skills in the co-operation with the international academic society.

ВСТУП

У XXI ст., в епоху глобалізації, володіння іноземною мовою – необхідна умова підтримки індивідуальної професійності в академічному середовищі на належному рівні. Болонський процес (до якого Україна приєдналася у 2005 р.) як реформа, що уможливорює академічні глобальні процеси, вимагає від освітян володіння лінгвістичними компетенціями. Адже інтеграція систем освіти країн Європи в рамках Болонської угоди з метою створення єдиного європейського простору вищої освіти передбачає інтенсивне використання англійської мови.

Окрім практичного застосування іноземної мови, у сучасному світі з метою участі в міжнародній академічній мобільності необхідно мати сертифікати з володіння англійською мовою. Результати таких тестів, як IELTS, TOEFL та кембриджських мовних іспитів, документально підтверджують здатність кандидатів до участі в міжнародних академічних програмах. Таким чином, ми детально розглянемо найпопулярніші тести на знання англійської мови, що визнаються міжнародним академічним співтовариством.

IELTS

IELTS (International English Language Testing System) – це найпопулярніший у світі екзамен з англійської мови. Ця міжнародна система тестування англійської мови спільно керується Кембриджським університетом, Британською радою та «IDP Education Australia», заснована у 1989 р. IELTS визнається більшістю австралійських, британських, канадських, ірландських, новозеландських та інших ВНЗ, понад 2000 академічних інституцій у США та низкою професійних організацій [1].

Більше ніж 2 мільйони осіб складають його щороку. Успішне складання IELTS відкриває перед кандидатами на отримання сертифіката нові можливості для проживання, навчання та роботи в будь-якому куточку планети. Більше ніж 8000 організацій по всьому світу приймають IELTS, серед яких урядові й академічні установи, компанії з працевлаштування. Фактично, IELTS – це єдиний екзамен з англійської мови, що складають усі потенційні мігранти в усіх країнах для попереднього засвідчення рівня володіння мовою.

IELTS можна скласти в Британській раді, яка має понад 75 років досвіду викладання та приймання екзаменів з англійської мови. Додатковими бонусами, що спонукають мільйони людей скласти IELTS у Британській раді, є такі:

1. Навчальні матеріали: починаючи від відеороликів та підручників до інтерактивних онлайн-курсів, доступ до кращих підготовчих матеріалів. Безкоштовні ресурси: Road to IELTS (популярний електронний підготовчий курс). Коли кандидат реєструється на складання IELTS у даній організації, то автоматично отримує доступ до 30 годин безкоштовного навчання.

2. Зручний графік та місця проведення екзаменів: понад 500 центрів для складання екзаменів у більше ніж 100 країнах світу (великий вибір варіантів місця та часу складання екзамену). Зручне замовлення: можна замовити проходження IELTS по Інтернету [2].

Екзамен IELTS спрямований на те, щоб допомогти кандидату вільно використовувати англійську мову під час перебування за кордоном. За менше ніж три години екзамен дозволить оцінити всі навички англійської мови – аудіювання,

читання, письмо та мовлення. Найефективнішим способом перевірки рівня розмовної англійської мови є бесіда віч-на-віч. IELTS є найпоширенішим екзаменом з англійської мови, розмовна частина якого відбувається у формі бесіди віч-на-віч, що дозволяє якісно оцінити комунікативні навички кандидата. Розроблений експертами міжнародного рівня в оцінюванні знань з англійської мови IELTS справедливо та об'єктивно визначає індивідуальний рівень знань.

IELTS властиві такі ознаки:

- різноманітність акцентів і письмових стилів, поданих у текстових матеріалах, для мінімізації можливих лінгвістичних упереджень;
- IELTS тестує уміння слухати, читати, писати та розмовляти англійською;
- використання окремих оцінок для кожного уміння (слухання, читання і т. д.). Шкала коливається від 0 («Не намагався скласти тест») до 9 («Кваліфікований користувач»);
- розмовний модуль (Speaking) – ключовий компонент IELTS. Він проводиться у вигляді індивідуальної співбесіди з екзаменатором. Екзаменатор оцінює кандидата, зважаючи на те, як він чи вона розмовляє, але розмова також записується для контролю і так само коментується на випадок апеляції проти отриманого бала;
- IELTS удосконалюється зусиллями багатьох авторів з усього світу, які розробляють завдання. Їх команди працюють у США, Великій Британії, Австралії, Новій Зеландії, Канаді та інших англомовних куточках земної кулі.

Існують дві версії тесту: Academic та General Training:

Academic призначена для тих, хто прагне вступати до університетів та інших ВНЗ, а також для фахівців, які хочуть вчитися чи проходити практику в англомовній країні.

General Training призначена для тих, хто планує одержати позаакадемічне навчання або набути досвіду роботи у тій чи іншій сфері, або імігрувати.

Тести з читання та письма для версії Academic набагато складніші за тести для General Training через відмінності у рівні інтелектуальної та академічної суворості між двома версіями.

Стосовно структури тесту всі кандидати мають виконати чотири модулі – Listening, Reading, Writing and Speaking – щоб отримати кінцевий бал, який записується у IELTS Test Report Form (TRF). Усі кандидати виконують однакові модулі: зі слухання (Listening) та розмовний (Speaking), у той час коли модулі з читання (Reading) і писання (Writing) відрізняються залежно від версії тесту – Academic або General. Загальна тривалість тесту – 2 години 45 хвилин.

Перші три модулі – Listening, Reading and Writing (завжди у такій послідовності тестуються кандидати) – виконуються за один день і фактично без перерви між ними. Розмовний модуль (Speaking) може бути виконаний на вибір центру тестування у семиденний термін до чи після інших модулів.

Тести складені таким чином, щоб цілком покрити діапазон умінь від повністю необізнаного в мові до досвідченого користувача. IELTS оцінюється за дев'ятибальною шкалою, де кожний бал відповідає певному рівню знання англійської:

- «9» – досвідчений користувач: повністю володіє мовою, використовує її доречно, точно та вільно з повним розумінням.
- «8» – дуже добрий користувач: практично повністю володіє мовою, у нестандартних ситуаціях припускається випадкових неточностей і недоречностей; добре доводить власні думки та розуміє інших.
- «7» – добрий користувач: добре володіє мовою, хоча припускається випадкових неточностей, недоречностей та непорозумінь у деяких ситуаціях; взагалі добре вміє користуватися мовою і непогано розуміє інших.
- «6» – обізнаний користувач: має загальноефективне володіння мовою,

незважаючи на певні неточності, недоречності, непорозуміння; належним чином може використовувати й розуміти мову, зокрема у звичних повсякденних ситуаціях.

- «5» – середній користувач: повністю володіє мовою, у загальних рисах розуміється на багатьох ситуаціях, хоча, швидше за все, робить багато помилок; кандидат розуміється на низці тем, що становлять для нього професійний чи загальний інтерес.
- «4» – обмежений користувач: базове знання обмежене звичними ситуаціями, має часті проблеми у вживанні складної мови.
- «3» – дуже обмежений користувач: виражає й розуміє лише загальні речі в обмеженій кількості звичних ситуацій.
- «2» – незв'язний користувач: жодне справжнє спілкування не є можливим; має проблеми у розумінні письмового та усного мовлення, окрім знайомих ситуацій та нагальних потреб.
- «1» – не користувач: по суті не володіє мовою, за винятком невеликої кількості окремих слів.
- «0» – не намагався скласти тест: не може бути оцінений через недостатність інформації.

При визначенні результатів виконується округлення до 0,5 бала на користь кандидата. За оцінюваннями керівників тесту та Загальноєвропейськими рекомендаціями з мовної освіти, бал 6.5 IELTS відповідає рівню B2, а 7.0 – C1, 8.0 балів є межовим значенням між рівнями C1 та C2. За окремими критичними роботами вважається, що 8.0 балів відповідають повному B2, а 9.0 – C1. Самі розробники тесту зазначають, що однозначної відповідності немає і не може бути, а тому кожний навчальний заклад, керуючись наданою інформацією, сам визначає для себе достатні для приймання на навчання бали. Результат IELTS, або Test Report Form, є чинним упродовж двох років.

TOEFL

TOEFL (абрєв. від Test of English as a Foreign Language) – це міжнародний екзамєн

з англійської мови, що складають особи, для яких англійська мова є іноземною. TOEFL розробили Educational Testing Service (ETS) та Princeton University, розміщені у м. Принстон, Нью-Джерсі (США). Основне завдання TOEFL – оцінити рівень академічної підготовки тих, для кого англійська мова не є рідною мовою. Подання результатів такого тесту є обов'язковим під час вступу до більшості університетів та коледжів США студентів або аспірантів, які раніше навчались іншою мовою. Крім того, здавати TOEFL необхідно для участі в багатьох міжнародних програмах стажування у закладах, в яких навчання здійснюється англійською мовою. Також деякі наукові та сертифікаційні програми вимагають від претендентів складання TOEFL [3].

Екзамєн складається із чотирьох частин.

Частина 1 – Reading Comprehension

У цій частині іспиту оцінюється вміння розуміти короткі уривки текстів, подібних за темами та стилем до академічних текстів у коледжах та університетах. Кандидату необхідно відповісти на запитання щодо змісту 3–5 прочитаних уривків текстів за 1 годину. До цієї частини іспиту входять по 12–14 запитань до кожного тексту (по 20 хвилин на виконання), а також запитання про значення слів у контексті уривка.

Частина 2 – Listening Comprehension

У цій частині іспиту оцінюють навички сприймати англійську мову на слух (вимова, характерна для Північної Америки), виокремлювати основну думку, основні деталі та робити висновки. Повна секція тривалістю 1 година вміщує 2–3 розмовні ситуації та 4–6 коротких лекційних монологів. Питання можна класифікувати на загальні, прагматичні й ті, що потребують навичок синтезу та аналізу.

Частина 3 – Integrated Speaking

Ця частина перевіряє навички кандидата розмовляти на різні теми, сама секція триває 20 хвилин. Загалом 6 питань поділяються на 2 незалежні відповіді, що базуються на індивідуальному досвіді, та 4 інтегровані, які потребують умінь

аналізувати прослухане та прочитане для відповіді [4].

Частина 4 – Test of Written English

Під час виконання цієї частини іспиту кандидату необхідно написати твір на запропоновану тему. У творі необхідно погодитись або не погодитися з якимось твердженням і обґрунтувати відповідь вагомими доказами та аргументами. Окремим завданням є інтегроване запитання, для відповіді на яке кандидату потрібно спочатку прочитати статтю та прослухати лекцію, а потім, користуючись навичками перефразування, аналізу та синтезу, сформулювати відповідь на поставлене запитання [5].

Скласти цей екзамен можна в одному із сертифікованих тестових центрів, які рекомендують розробники тесту на своїй офіційній сторінці [6]. Ціна тесту варіюється від 160 до 250 доларів США. Що стосується балів за екзамен, кожна секція максимально оцінюється як 30 балів, тож загальний максимальний бал – 120. Кожний навчальний заклад має свої критерії щодо мінімального допустимого значення загального бала за TOEFL, також окремі програми стажування виокремлюють важливість оцінювання за окремі секції (наприклад, Writing) для потенційних кандидатів.

КЕМБРИДЖСЬКІ ЕКЗАМЕНИ

Такі кембриджські екзамени, як CAE та CPE, є альтернативою вищепереліченим для кандидатів рівня аспірантури та інших молодих науковців. Розроблені відділом університету Кембридж з оцінювання рівня володіння мовою тести розраховані на доведення рівня володіння англійською мовою з метою використання останньої в професійному високоакадемічному середовищі. Кембриджські екзамени, спрямовані на перевірку загального рівня володіння мовою, визначають глибину навичок читання, аудіювання, усного та письмового мовлення, вміння комбінувати ці навички.

Cambridge English Advanced також відомий як Cambridge Advanced Certificate in English (CAE). Цей екзамен засвідчує, що рівень володіння англійською кандидата

відповідає рівню професійного підприємця чи студента молодших курсів університету. Рівень кваліфікації – поглиблений (C1 за шкалою Загальноєвропейських рекомендацій з мовної освіти – CEF).

Варто обрати CAE, якщо існує необхідність довести своїм роботодавцям або керівництву університету, що кандидат може впевнено спілкуватися англійською мовою у професійному або висококваліфікованому академічному середовищі.

Для того щоб скласти екзамен, потрібно вміти:

- писати складні доповіді та електронні листи й робити нотатки під час зустрічей і лекцій;
- проводити презентації англійською мовою на складні комплексні теми;
- розуміти широкий діапазон текстів – від художньої літератури до авторських колонок у пресі.

Екзамен складається з п'яти частин – читання, письмо, використання англійської мови, аудіювання (проходять за один день), та мовлення (зазвичай складається в інший день). Мовлення складається у формі діалогу з іншим кандидатом та оцінюється двома екзаменаторами. Кожна частина оцінюється рівнозначно та максимально становить 20 % від загальної кількості балів. Час проходження перших чотирьох частин – чотири години тридцять хвилин, а остання, мовлення, займає до п'ятнадцяти хвилин на двох кандидатів.

Cambridge English Proficiency також відомий як Cambridge Certificate of Proficiency in English (CPE). Цей екзамен підтверджує, що кандидат опанував англійську в повному обсязі і може вільно її використовувати у напружених дослідницьких, академічних та професійних ситуаціях. Це найвищий рівень мовної кваліфікації за кембриджською системою. Рівень кваліфікації: досконалий (C2 за шкалою Загальноєвропейських рекомендацій з мовної освіти – CEF).

Доцільно складати CPE, якщо є необхідність довести своїм роботодавцям, що кандидат володіє англійською мовою на рівні керівника чи старшого менеджера або якщо прагне навчатися за післядипломною

програмою чи в аспірантурі в англomовному університеті.

Для того щоб скласти екзамен, потрібно вміти:

- розуміти майже все, що кандидат чує чи читає англійською мовою;
- застосовувати та розуміти формальний, академічний та розмовний стилі мовлення;
- вести переговори, наводити аргументи та вести дискусію на окремі спеціалізовані питання за складними темами.

Екзамен складається з чотирьох частин – читання і використання англійської мови, письмо та аудіювання проходять за один день, а скласти мовлення, можливо, доведеться в інший день. Мовлення складається у формі діалогу з іншим кандидатом та оцінюється двома екзаменаторами. Екзамен триває приблизно чотири години, секція читання становить 40 % від загального бала, інші – по 20 %.

Сертифікати Cambridge EFL визнані університетами, роботодавцями та національними освітніми структурами багатьох країн і відомі в усьому світі. В основу екзаменів покладена міжнародна система оцінювання рівня володіння європейськими мовами. Усі сертифікати Кембриджського університету безстрокові і не вимагають перескладання [7, 8].

ВИСНОВКИ

З метою досягнення професійної самореалізації, яка крім того, є важливою складовою психічної стійкості молодих людей, аспіранти та молоді вчені мають можливість брати участь у міжнародних програмах обміну та стажуванні. Підвищувати власний інтелектуальний потенціал таким чином дозволить вільне володіння англійською мовою. Міжнародно визнаним підтвердженням володіння англійською мовою на належному рівні є результати складання вищеперелічених міжнародних екзаменів.

Існують різноманітні можливості вдосконалення рівня володіння іноземною мовою з метою підготовки до складання IELTS та TOEFL: як самостійне вивчення за допомогою різноманітних інформаційних

джерел (навчальні відеоматеріали, носії мови, іноземна література та інше), так і активна участь у мовних клубах або курсах англійської мови. Лінгвістичний навчально-методичний центр кафедри іноземних мов СумДУ надає додаткові освітні послуги студентам, аспірантам та викладачам університету з вивчення іноземних мов, у тому числі й підготовки до міжнародних тестів з англійської мови.

Курс IELTS, розроблений кафедрою іноземних мов, розрахований на 100 годин (3–4 місяці, за узгодженням інтенсивності викладання із набраною групою); упродовж цього періоду навчання студенти засвоюють стратегії проходження окремих секцій екзамену, практикуються в пробному складанні різних варіантів тесту під керівництвом викладача, а також вивчають вокабуляр за тематичним переліком стандартизованих мовних тестів. Окрема увага приділяється засвоєнню академічних компетенцій написання есе та описання різноманітних графіків. Кількість студентів у групі не перевищує десяти осіб, а гнучкість викладання дозволяє застосовувати студент-орієнтований підхід.

Також на кафедрі іноземних мов СумДУ існують курси бізнес-англійської мови, що допоможуть кандидатам на закордонні відрядження чи працевлаштування в міжнародних компаніях оволодіти навичками та компетенціями для використання іноземної мови у міжнародному середовищі. Робота в групах з однаковим початковим рівнем та цілями оволодіння мовою за програмами кембриджських та оксфордських підручників (використання мультимедійних курсів), а також гнучкість методів викладання дозволять підвищити рівень володіння англійською мовою за бажаний період навчання [9].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. IELTS [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ielts.org/>.
2. IELTS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.britishcouncil.org.ua/exam/IELTS>.
3. About the TOEFL iBT Test [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ets.org/toefl/ibt/about/>.
4. TOEFL iBT 800 Word Reading Passage: Learn How to Read It [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.youtube.com/watch?v=U9KzkcMv1hk>.

5. TOEFL iBT Writing Skills [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.goodlucktoefl.com/2-1-4-TOEFL_writing_skills.html.
6. Exam Test Centres in Ukraine [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.eslbase.com/exams/Ukraine>.
7. English for college and university [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.cambridgeenglish.org/why-cambridge-english/universities-and-colleges/students/english-for-study/>.
8. Загальні екзамени КЕТ, PET, FCE, CAE, CPE [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.britishcouncil.org.ua/exam/cambridge/which/general>.
9. IELTS course, Business English, Speaking course [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://kim.sumdu.edu.ua/index.php/uk/2013-07-16-11-51-01/49-ielts>.

АКАДЕМІЧНА МОБІЛЬНІСТЬ: ПІДГОТОВКА УСПІШНИХ ЗАЯВОК НА ГРАНТИ У СФЕРІ ІНЖЕНЕРІЇ

У цій статті розглянуто актуальність участі молодих науковців у програмах академічної мобільності, зосереджено увагу на ресурсних організаціях, які стипендіально підтримують міжнародні програми обміну, та наголошено на вимогах до кандидатів на отримання гранту.

The importance of young researches' participation in academic mobility programs is considered. The attention is paid on the resource organizations that provide scholarships for international academic exchange programs and the accent is made on the requirements to the applicants for receiving grant.

ВСТУП

Академічна мобільність – важливий елемент підвищення індивідуальної та корпоративної конкурентоспроможності в сучасному світі! Підвищення кваліфікації, високий рівень володіння іноземною мовою, друзі-колеги по всьому світу, кар'єрні перспективи, спільні міжнародні проекти – лише деякі переваги «багажу», який привозить із собою фахівець після участі в академічних програмах за кордоном.

Академічна мобільність, як правило, підтримується проектними грантами з боку міжнародних організацій (донорів, грантодавців). Проектні гранти – грошові або інші засоби, що передаються громадянам або юридичним особам (у тому числі ВНЗ) міжнародними організаціями для проведення конкретних наукових досліджень, навчання, стажування та інших цілей на умовах, передбачених грантодавцем. Гранти надаються безкоштовно та без повернення, але отримувачі звітують про виконання проектів.

За допомогою грантів здійснюється необхідна підтримка проектів, які не є прибутковими, але відіграють важливу роль у розвитку суспільства, регіону або навчального закладу. Діяльність, що не отримує адекватного фінансування з боку держави, або кандидати з країн, які розвиваються, підтримуються за допомогою грантів.

Як приклад, наведемо ряд організацій-донорів, що підтримують програми для жінок у сфері інженерії та технологій: Selected Professions Fellowships [1], Schlumberger Foundation Awards [2], Google Anita Borg Scholarship [3]. Ці міжнародні фонди орієнтовані на відкриття дверей для жінок у сфері, де домінують чоловіки: наука

і технологія, інженерія, математика тощо. Також існують щорічні грантові програми для перебування за кордоном із метою академічної мобільності: програма Fulbright, стипендії від DAAD, проекти Європейської комісії Erasmus+. Перелічені грантові програми академічної мобільності детально розглянуті в даній статті.

FULBRIGHT FACULTY DEVELOPMENT PROGRAM

Проведення досліджень в університетах США впродовж одного академічного року. У конкурсі можуть брати участь особи віком до 40 років із дворічним професійним досвідом: викладачі; аспіранти та дослідники, які ще не мають наукового ступеня; кандидати наук (не пізніше 5 років після захисту); адміністратори вищих навчальних закладів; співробітники науково-дослідних установ; журналісти; фахівці з бібліотечної, музейної та архівної справ; спеціалісти у сфері управління культурою; працівники громадських організацій [4].

Галузі спеціалізації: гуманітарні, соціальні, точні, технічні та природничі дисципліни. Повний список галузей стажування наведених на офіційному сайті програми.

Вимоги до кандидатів:

- мати українське громадянство та проживати в Україні на час проведення конкурсу;
- викладати (на умовах повної або неповної ставки) у ВНЗ та мати щонайменше 2 роки досвіду викладання, навчання в аспірантурі чи адміністративної роботи у системі вищої освіти або 2 роки професійного досвіду у відповідній у галузі;

- володіти англійською мовою на рівні, достатньому для професійного спілкування в англomовному академічному середовищі (TOEFL IBT не менше 80 балів);
- повернутися в Україну на 2 роки після завершення терміну гранту відповідно до вимог візи J1, яку отримують учасники програм обмінів;
- брати участь у програмі не раніше ніж через 5 років після перемоги в іншому конкурсі за Програмою ім. Фулбрайта.

Тривалість гранту – 9–10 місяців.

Упродовж академічного року учасники Програми проводять індивідуальні дослідження; знайомляться з актуальними надбаннями американських університетів у плануванні навчальних програм, розробці учбових курсів та їх викладанні; беруть участь у наукових конференціях та семінарах. Програма не передбачає здобуття наукового ступеня, але надає можливість стипендіатам відвідувати семінари та лекції в якості вільних слухачів.

До участі у конкурсі приймаються лише індивідуальні проекти – дослідницькі і такі, що спрямовані на розроблення та запровадження нових навчальних курсів, оновлення навчальних матеріалів, вивчення та оволодіння передовими методами навчання і викладання.

Учасники Програми отримують:

- щомісячну стипендію;
- додаткові кошти для придбання професійної літератури;
- медичне страхування;
- квиток до місця призначення та у зворотному напрямку.

Претендентам необхідно подати до Офісу Програми ім. Фулбрайта комплект документів, до якого входять:

- анкета кандидата (до анкети потрібно додати персональну мотивацію, детальне підтвердження щодо дослідження та резюме);
- обов'язкові додаткові форми (згода на обробку персональних даних тощо);
- три рекомендаційні листи;
- копії всіх документів про вищу освіту (дипломи з додатками) і копії документів про наукові ступені та вчені звання (дипломи, атестати тощо),

що мають бути засвідчені лише тією установою, яка їх видала (нотаріально засвідчені копії не приймаються). Фіналісти Програми повинні подати засвідчені переклади документів про освіту англійською мовою;

- портфолію (для кандидатів із творчих напрямків).

Критеріями відбору є:

- наукові досягнення кандидата;
- переконливо розроблений план стажування;
- актуальність проекту, реальність втілення його результатів, здатність до співпраці з американськими та українськими колегами над проектами, що матимуть істотний вплив на стан сучасної освіти і науки в Україні, практику вищої школи;
- готовність до ініціювання та запровадження нових курсів, поширення передових методів навчання та викладання.

Відбір учасників на конкурсній основі відбувається в Україні й передбачає такі етапи:

- перевірку документів щодо повноти їх заповнення та відповідності заявників вимогам конкурсу;
- рецензування робіт американськими та українськими фахівцями і визначення осіб, які вийшли до півфіналу;
- співбесіду англійською мовою з учасниками півфіналу та відбір фіналістів американсько-українською комісією;
- затвердження рекомендованих кандидатів та визначення університетів для фіналістів програми;
- початок стажування/гранту.

Фіналісти Програми складатимуть комп'ютерний тест TOEFL iBT (Internet-based Test of English as a Foreign Language). Офіс Програми ім. Фулбрайта відшкодовує учасникам конкурсу витрати на проїзд та перебування у Києві під час співбесіди, оплачує комп'ютерне тестування для фіналістів програми, надає візову підтримку стипендіатам.

Остаточне рішення щодо надання гранту ухвалює Наглядова рада науковців ім. Фулбрайта (США). Інститут міжнародної

освіти допомагає визначити університети або науково-дослідні інституції відповідно до академічних або наукових інтересів та професійних цілей кандидатів. Документи приймають до 1 листопада щороку [4].

FULBRIGHT SCHOLAR PROGRAM

Проведення досліджень в університетах, наукових та дослідницьких інституціях США на період від трьох до дев'яти місяців. У конкурсі можуть брати участь кандидати та доктори наук, діячі культури, фахівці з бібліотекарства, журналісти та юристи, дослідники без наукового ступеня з досвідом роботи не менше п'яти років та аспіранти або здобувачі напередодні захисту, які отримують науковий ступінь до початку гранту [5].

Галузі спеціалізації: гуманітарні, суспільні, точні, технічні та природничі дисципліни.

Вимоги до кандидатів:

- мати українське громадянство та проживати в Україні на час проведення конкурсу;
- вільно володіти англійською мовою на рівні, достатньому для професійного спілкування в англійськомовному науковому середовищі;
- повернутися в Україну на 2 роки після завершення терміну гранту відповідно до вимог візи J1, яку отримують учасники програм обмінів.

Тривалість гранту – 3–9 місяців.

Програма дає унікальну можливість провести дослідження та досяг поставлених наукових цілей, побачити світ, які нові відкриття та доробки існують у певних галузях США, встановити професійні контакти з американськими колегами і через Світову спільноту фулбрайтівців – із науковцями з інших країн. Програма не передбачає здобуття наукового ступеня.

Учасники Програми отримують:

- щомісячну стипендію;
- додаткові кошти для придбання професійної літератури;
- медичне страхування;
- квиток до місця призначення та у зворотному напрямку.
- Претендентам необхідно подати до Офісу Програми ім. Фулбрайта

комплект документів, до якого входять:

- анкета з прикріпленим описом проекту наукових досліджень та бібліографією до нього;
- резюме;
- три рекомендаційні листи;
- лист-запрошення (якщо є).

Опис проекту наукових досліджень і резюме подають англійською та українською мовами.

Найважливіші критерії під час відбору кандидатів:

- попередні наукові досягнення;
- переконливий та добре розроблений науковий план стажування з чітким обґрунтуванням необхідності та важливості його реалізації для українських інституцій;
- потенціал до співпраці з американськими та українськими колегами над проектами, що істотно впливатимуть на освіту в Україні;
- готовність до ініціювання та запровадження нових курсів із гуманітарних та суспільних дисциплін, поширення передових методів навчання й викладання.

Відбір учасників на конкурсній основі відбувається в Україні й передбачає такі етапи:

- перевірку документів щодо повноти їх заповнення та відповідності заявників вимогам конкурсу;
- рецензування робіт американськими та українськими фахівцями і визначення осіб, які вийшли до півфіналу;
- співбесіда англійською мовою з учасниками півфіналу та відбір фіналістів американсько-українською комісією;
- затвердження рекомендованих кандидатів.

Остаточне рішення щодо надання гранту ухвалює Наглядова рада науковців ім. Фулбрайта (США). Рада з міжнародних обмінів науковцями затверджує університети або науково-дослідні інституції відповідно до академічних або наукових інтересів та професійних цілей кандидатів. Документи приймають до 15 жовтня щороку.

НАУКОВІ СТИПЕНДІЇ ДЛЯ АСПІРАНТІВ ТА МОЛОДИХ НАУКОВЦІВ В НІМЕЧЧИНІ ВІД DAAD

Стипендії пропонують можливість іноземним молодим науковцям провести дослідження або підвищити кваліфікацію в одному з німецьких державних чи визнаних державною ВНЗ або науково-дослідних інститутів у Німеччині. Основною метою фінансування є підтримка дисертаційних проектів. Ця стипендійна програма може мати такі цілі:

1. Проведення досліджень в одному з німецьких ВНЗ із подальшим захистом кандидатської дисертації у своїй країні (це стосується також аспірантських програм для країн, що розвиваються, та країн із перехідною економікою, за моделлю «DAAD-Sandwich»).

2. Проведення досліджень в одному з німецьких ВНЗ із подальшим захистом кандидатської дисертації у Німеччині. У цьому разі ми звертаємо вашу увагу на структуровані аспірантські програми у т. зв. «Graduierten- und Promotionskollegs» (навчальні установи для здобувачів, які готують кандидатські дисертації), міжнародні аспірантські програми, т. зв. «Graduate Schools» та дослідні інститути ім. Макса Планка.

3. Проведення досліджень або підвищення кваліфікації без подальшого захисту або іспитів.

На момент подання заяви повинно минути не більше 6 років після закінчення навчання для випускників, не більше 3 років від початку навчання в аспірантурі для аспірантів та не більше двох років після захисту дисертації для кандидатів наук. У кандидатів наук, які планують короткотермінове перебування у Німеччині (до шести місяців), термін після захисту дисертації не повинен перевищувати чотирьох років.

Подавати заяву на наукову стипендію DAAD для аспірантів та молодих науковців можуть висококваліфіковані випускники ВНЗ, які найпізніше на момент початку стипендії будуть мати диплом спеціаліста або магістра, у виняткових випадках диплом бакалавра або кандидата наук.

Аспіранти, які планують захист дисертації у своїй країні, обов'язково повинні бути зарахованими до аспірантури на Батьківщині. Серед документів на стипендію, як правило, повинна бути письмова згода від професора (наукового керівника) з Німеччини, який буде керувати стажуванням у ВНЗ, із чітким посиланням на плани здобувача, а також письмова згода від інституту, який приймає, щодо надання робочого місця для здобувача. Якщо планується захист дисертації у німецькому ВНЗ, згода повинна бути від наукового керівника.

Здобувачі, які планують захист дисертації в рамках структурованих програм для аспірантів, повинні подати підтвердження про зарахування до програми або принаймні про можливість зарахування.

Документи для заяви на стипендію «Наукові стипендії для аспірантів та молодих науковців»:

- онлайн-заява на порталі;
- автобіографія (curriculum vitae);
- список публікацій;
- детальний план наукових досліджень під час перебування у Німеччині;
- рекомендаційний лист від українського професора/доцента з основної спеціальності, який інформує щодо наукових здібностей здобувача та ставлення професора (здобувачі, які планують захист дисертації в Німеччині, подають рекомендації від двох українських професорів/доцентів);
- усі посвідчення про освіту;
- запрошення від німецького професора (в ньому повинен бути зазначений період перебування);
- сертифікат на знання мови (англійської чи німецької);
- інше (відзнаки тощо);
- нові фотокартки, наклеєні на формуляр-заяву;
- контрольна таблиця документів.

Період виплати стипендії визначає відбіркова комісія під час розгляду документів. Він може становити залежно від робочого плану здобувача від одного до десяти місяців; для аспірантів, які планують захист дисертації у Німеччині, він може

тривати три, в окремих випадках чотири роки. Для стипендіатів, які планують захист в Україні, стипендії на другий рік не продовжуються.

DAAD сплачує щомісячно стипендію, розмір якої залежить від здобутої освіти стипендіатів: 750 євро (для випускників ВНЗ) або 1000 євро (для аспірантів). Стипендія передбачає, як правило, плату за медичне страхування. Крім того, DAAD сплачує, також певну суму на проїзд, якщо ці витрати не беруть на себе організації своєї країни стипендіата або інша сторона.

Коли перебування триває більше, ніж 6 місяців, разом із виплатою стипендії на дослідження надається допомога на навчання/проведення досліджень, можлива також допомога на житло та перебування членів сім'ї. Рішення щодо фінансування мовних курсів приймається у кожному випадку окремо.

Найважливішим критерієм під час відбору є, поряд із попередніми науковими здобутками, переконливий та добре спланований науковий або навчальний проект на період перебування у Німеччині, узгоджений із колегою (науковим керівником) з німецького інституту, до якого планується поїздка.

Відсутність знань німецької мови у здобувачів поряд із володінням англійською не впливатимуть на результати відбору стипендіатів. Бажаний рівень володіння німецькою мовою, як правило, залежить від запланованої роботи здобувача, від його спеціальності. Передусім для фахівців з інженерних і природничих наук та за умов, якщо у ВНЗ, що приймає, можна спілкуватися англійською мовою, допускається знання англійської мови (необхідно додати документи, які підтверджують рівень володіння мовою). В окремих випадках DAAD розглядає можливість надання стипендії на проходження курсу німецької мови (безкоштовного для стипендіатів) перед початком наукової стипендії. Це стосується лише стипендіатів, перебування яких триватиме більше 6 місяців. Для стипендіатів з тривалістю стипендії понад 6 місяців DAAD фінансує 6-місячне навчання на цих курсах після одержання інформації про

отримання стипендії. Крім того, стипендіати зі стипендією понад 6 місяців можуть подавати заявку до DAAD на фінансову допомогу для проходження самостійно вибраного курсу німецької мови паралельно навчанню у Німеччині.

Приймання документів відбувається в Інформаційному центрі DAAD у Києві з першого вересня до п'ятнадцятого листопада. Початок виплати стипендії – не раніше 1 червня. Якщо стипендія триває більше 7 місяців, виплата її розпочинається, як правило, з 1 жовтня. Консультацію стосовно програм DAAD можна одержати в Інформаційному центрі DAAD у Києві або в лекторів DAAD [6].

НАУКОВІ СТАЖУВАННЯ У НІМЕЧЧИНІ ДЛЯ ВИКЛАДАЧІВ ВНЗ ТА НАУКОВЦІВ ВІД DAAD

Зарубіжні науковці, які працюють у ВНЗ та науково-дослідних інститутах, мають можливість провести дослідження в одному з державних чи визнаних державою німецьких ВНЗ або в одній із позауніверситетських науково-дослідних установ. Подавати заяву на стипендію DAAD для наукового стажування можуть досвідчені науковці, як правило, з науковим ступенем. Усі здобувачі повинні працювати у ВНЗ або науково-дослідному інституті у своїй країні [7].

Документи для заяви на стипендію «Наукові стажування для викладачів ВНЗ та науковців»:

- формуляр-заява DAAD;
- автобіографія (curriculum vitae);
- список наукових праць;
- детальний план стажування і досліджень у Німеччині, узгоджений із німецьким колегою за змістом та часом;
- календарний план (конкретні терміни і зміст роботи стисло);
- запрошення від німецького колеги;
- копія диплома кандидата наук.

Найважливішим критерієм під час відбору є, поряд із попередніми науковими здобутками (наприклад, попередні публікації), переконливий та докладний науковий план перебування у Німеччині, узгоджений із колегою з німецького

інституту, до якого планується поїздка. Серед документів повинне бути письмове підтвердження запланованої співпраці, яке чітко посилається на плани здобувача. Необхідно мати письмову згоду інституту, який приймає, щодо надання робочого місця для здобувача. Підтримка DAAD за програмою наукового стажування можлива не частіше ніж один раз на три роки.

Стипендія надається на термін від одного до трьох місяців залежно від плану роботи здобувача. Щомісячна стипендія становить залежно від наукового ступеня 2000 євро для наукових співробітників (викладачів, доцентів, як правило, зі ступенем кандидата наук) та 2150 євро – для професорів, як виняток – 2300 євро. Крім того, DAAD виділяє, як правило, певну суму на проїзд, якщо це не беруть на себе організації на Батьківщині здобувача або інша сторона. Допомога на перебування членів сім'ї не надається.

Приймання документів відбувається в Інформаційному центрі DAAD у Києві з 1 вересня до 15 листопада, перебування можна планувати з 1 травня наступного року. Консультацію стосовно програм DAAD можна одержати в Інформаційному центрі DAAD у Києві або в лекторів DAAD.

ERASMUS+

Erasmus+ – це нова програма ЄС у галузі освіти, підготовки, молоді та спорту на період 2014–2020 рр. Для країн-партнерів програми, включаючи Україну, відкривається низка можливостей для студентів, дослідників, працівників вищих навчальних закладів, молодіжних організацій та інших інституцій. Усі ці можливості фінансуються Європейським Союзом [8]. Програма працює за трьома ключовими напрямками діяльності:

- КА1 – навчальна мобільність.
- КА2 – співпраця задля інновацій та обміну кращими практиками («Стратегічні партнерства», «Альянси знань» та «Розвиток потенціалу»).
- КА3 – підтримка реформування.

Основні цілі Програми Еразмус+ у галузі вищої освіти:

1. Удосконалення навичок і здатності до працевлаштування студентів та сприяння

конкурентоспроможності європейської економіки.

2. Покращання якості викладання та навчання.

3. Виконання Стратегії модернізації вищої освіти в країнах-учасниках програми та розвиток потенціалу країн-партнерів.

4. Посилення міжнародного виміру у програмі Erasmus+.

5. Підтримка Болонського процесу та діалогу щодо політики у стратегічних країнах-партнерах.

Ключовий напрям діяльності КА1 – мобільність студентів у вищій освіті. Цей напрям діяльності має на меті дати більше можливостей для набуття навичок і компетентностей у студентів, залучити найкращі таланти з-за кордону.

Основні види діяльності за напрямом:

- кредитна мобільність, включаючи стажування за кордоном, мобільність для студентів відкрита для країн-партнерів в обох напрямках;
- ступенева мобільність: зразкові спільні магістерські програми, пропоновані університетами Європи та, в деяких випадках, країн-партнерів, що зацікавлюють найкращих студентів з усього світу;
- гарантії студентських позик: посилення мобільності студентів магістратури в Європі (лише для ЄС).

Інший ключовий напрям діяльності КА1 – мобільність працівників у вищій освіті, що має на меті дати більше можливостей для підвищення якості викладання та навчання.

Основні види діяльності за напрямом:

- викладання (викладацьке відрядження): розроблення інноваційних методів викладання, мобільність відкрита для країн-партнерів в обох напрямках;
- професійний розвиток: удосконалення навичок і компетенцій викладацького складу та адміністративного персоналу, відкритий для країн-партнерів в обох напрямках;
- запрошення працівників підприємств з метою підвищення актуальності навчальних програм.

Навчальні заклади з країн-учасниць програми Erasmus+ можуть подавати заявки на членство чи партнерство до консорціумів ВНЗ, які розробляють і пропонують навчальну програму разом, а студенти навчаються або проводять дослідження принаймні у двох з цих закладів. Таким чином, СумДУ братиме участь у роботі одного або декількох із консорціумів, що буде оголошено додатково перед інформуванням щодо конкурсу на стажування чи навчання за кордоном. Кандидати подають заявки безпосередньо до консорціуму, який проводить процедуру конкурсного відбору для отримання стипендій, фінансованих ЄС. Координатори консорціумів, у свою чергу, надають інформаційну підтримку щодо специфічності вимог до кандидатів (пакета документів, дедлайнів тощо).

Стандартні вимоги до претендентів на стипендію програми Erasmus+ поділяють на дві групи:

1. Загальні вимоги до потенційних учасників:

- студенти або молоді науковці повинні мати високу мотивацію і високий рейтинг у навчанні та вільно володіти іноземними мовами, що підтверджується відповідними сертифікатами;
- правильно заповнити і своєчасно надіслати аплікаційну форму (яка буде активною на період подачі документів на офіційному сайті програми),
- надати всі інші необхідні документи: CV, мотиваційний лист, рекомендації, документи про освіту, розроблений та підписаний обома закладами план дослідження (для аспірантів);

2. Специфічні вимоги розробляються членами консорціуму, який готував обрану претендентом навчальну програму і здійснює викладання за нею.

Уклавши угоду з іншими закладами освіти в рамках Erasmus+, СумДУ зможе відправляти власних студентів, аспірантів, докторантів або працівників (із стипендіями) на коротку мобільність (до 12 місяців) до університетів-партнерів, що підписали цю угоду. За стандартною угодою Erasmus+ СумДУ повинен визнавати кредити,

накопичені студентом під час навчання за кордоном, що будуть зараховані для отримання студентом диплома, коли він повернеться до рідного навчального закладу. В рамках програми працівники ВНЗ можуть отримувати гранти для викладання або стажування у партнерських організаціях. За цією ж угодою є можливість приймати іноземних студентів, аспірантів, докторантів або працівників для подібних короткотермінових періодів навчання.

ВИСНОВКИ

Можна зробити такі висновки: в XXI ст. міжнародні організації та стипендіальні фонди дають можливості навчання, підвищення кваліфікації та проведення дослідження за кордоном, що фінансово не лімітують зацікавлених кандидатів. Розглянуті грантові програми стажування за кордоном, чи академічної мобільності, відкривають двері молодим науковцям у світ міжнародної співпраці та підвищення професійної компетенції на рівні міжнародної якості.

З іншого боку, існує ряд серйозних вимог і критеріїв відбору потенційних кандидатів, з якими ми ознайомилися у цій статті. Таким чином, процес отримання гранту на проведення наукового дослідження за кордоном передбачає період менеджменту пошуку місця та донора дослідження, вивчення критеріїв відбору кандидатів, підготовку до необхідних тестів та розроблення пакета документів.

Міжнародні ресурсні організації надають повну інформаційну підтримку щодо проектів, які фінансуються пропонованими грантами. Як освітній консультант у галузі міжнародних програм обміну, який надає консультації з питань розроблення пакета документів та підготовки до необхідних тестів, рекомендую всім зацікавленим кандидатам розпочати індивідуальний менеджмент академічної мобільності за 1 рік до омріяного проекту. Завчасне планування та використання всіх можливих актуальних інформаційних ресурсів (семінари, освітні ярмарки, майстер-класи, презентації, засідання круглих столів щодо міжнародної співпраці) – запорука успіху в отриманні гранту для проведення академічного проекту

аспірантами та молодими вченими за кордоном!

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Selected Professions Fellowships [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.aauw.org/what-we-do/educational-funding-and-awards/selected-professions-fellowships/>.
2. Schlumberger Foundation Awards [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.facultyforthefuture.net/>.
3. Google Anita Borg Scholarship [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.google.co.uk/anitaborg/>.
4. Fulbright Faculty Development Program [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.fulbright.org.ua/uk/pages/35/faculty.html>.
5. Fulbright Scholar Program [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.fulbright.org.ua/uk/pages/37/scholar.html.
6. Стипендії DAAD [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.daad.org.ua/ukr/stipendien.htm>.
7. Наукові стажування для викладачів ВНЗ та науковців [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.daad.org.ua/ukr/stip-forschungsaufenthalt.html>.
8. Еразмус Плюс: Нові можливості у сфері вищої освіти [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.tempus.org.ua/en/news/50-news/986-erasmus-dla-vsih-novi-mozhливosti-u-sferi-vishhoji-osviti.html>.

МІЖНАРОДНА НАУКОВА ГРАНТОВА ДІЯЛЬНІСТЬ – ІНСТРУМЕНТ ІНТЕГРАЦІЇ У СВІТОВУ НАУКУ

Обґрунтовано актуальність участі науковців у міжнародних грантових проектах. Наведено особливості підготовки грантових заявок та загальні вимоги до їх складових. Подано стисло характеристику окремих міжнародних наукових грантових програм. Детально описано програму ЄС Horizon 2020. Описано стан міжнародної наукової діяльності в Сумському державному університеті.

The actuality of the scientist's participation in the international grant projects is proved. The peculiarities of the preparing the applications for grant and general requirements for their components are indicated. The short description of some international grant programs is presented. Horizon 2020, the program of EU is described in details. The state of international scientific activity of Sumy State University is described.

ВСТУП

Грант – це фінансові чи інші ресурси, що надаються на безоплатній і безповоротній основі для проведення конкретних дій за напрямками та на умовах, визначених грантодавцями.

За допомогою грантів надається необхідна підтримка проектам, які не є прибутковими, але відіграють важливу роль у розвитку науки, суспільства або навчального закладу.

Участь у міжнародних грантових проектах дозволить:

- забезпечити міжнародну кооперацію з провідними науковими школами;
- провести дослідження з використанням сучасного обладнання зарубіжних партнерів;
- упровадити результати досліджень;
- сприяти публікації результатів досліджень у високореєтингових міжнародних виданнях, у тому числі спільно із зарубіжними колегами;
- підвищити рівень наукометричних показників науковців університету;
- матеріально заохотити виконавців гранту;
- презентувати результати фундаментальних і прикладних досліджень науковій спільноті світу.

Сумський державний університет системно підходить до питання інтеграції у світовий науковий простір завдяки розвитку співробітництва із зарубіжними університетами, асоціаціями, фондами та установами, а також активній участі у грантовій діяльності, роботі в рамках спільних міжнародних наукових проектів.

Цьому процесу сприяє ряд факторів, зокрема:

- збільшення активності науковців;
- активне входження університету в Інтернет-простір та потужний розвиток ІТ-технологій;
- існуюча база публікацій науковців університету в закордонних виданнях, що індексуються наукометричними базами даних (Scopus, Web of Science);
- проведення організаційних та організаційно-інформаційних заходів.

Із точки зору залучення додаткових коштів для фінансування наукових досліджень вбачаються такі основні напрями міжнародної наукової діяльності СумДУ, як участь:

- в індивідуальних наукових грантах від зарубіжних університетів і фондів;
- у проектах у рамках спільних міждержавних наукових конкурсів під егідою МОН України, Державного агентства з питань електронного урядування, Державного фонду фундаментальних досліджень, наукових рад США, НАТО, урядів країн, компаній тощо;
- у наукових грантових програмах, що фінансуються міжнародними науковими фондами, в тому числі HORIZON 2020.

ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ ГРАНТОВИХ ЗАЯВОК

Складність написання грантових проектів пояснюється тим, що не існує єдиного принципу чи зразка – у кожного грантодавця свої аплікаційні форми та жорсткі вимоги до поданих проектів.

Починати грантову діяльність краще за все з участі у не дуже значних за обсягом фінансування грантових конкурсах. Умовно

можна планувати свою роботу за такою схемою:

- регіональні або місцеві грантові програми;
- гранти при посольствах;
- спеціальні програми «малих грантів»;
- міждержавні гранти;
- спільні програми в рамках Євросоюзу.

Спочатку необхідно абсолютно чітко визначити, для досягнення якої мети потрібні кошти, потім – що конкретно або рішення якої проблеми необхідно (гроші, приміщення, майно, послуги). Де ці кошти знаходяться, або, іншими словами, у кого їх можна попросити і як це зробити таким чином, щоб досягти успіху. Цикл діяльності із залучення ресурсів визначає послідовність дій.

Перший крок (потреби) – визначення проблеми, формулювання її актуальності, невідкладності її вирішення, планування проекту (програми), складання бюджету.

Другий крок (пошук джерел відсутніх ресурсів) – пошук грантових конкурсів, мета та завдання яких збігаються із метою та завданням проекту.

Третій крок (звернення) – підготовка грантової заявки з урахуванням вимог відповідного грантодавця, надсилання цієї заявки, контакт із представниками благодійної організації (донора) і отримання коштів або інших ресурсів.

Четвертий крок (результат) – інформування донора про досягнуті результати, надання звіту. Висловлення подяки донору, аналіз своєї діяльності, планування наступного проекту.

Грантова заявка – це звернення до благодійної організації з пропозицією надати кошти для здійснення певного проекту, що оформлюється відповідно до вимог грантодавця (як правило, шляхом заповнення відповідної аплікаційної форми).

Проект – послідовний опис запланованих дій, які будуть виконані для вирішення певної проблеми та досягнення конкретних результатів. Проект, за яким складається грантова заявка, завжди некомерційний, тобто такий, що не дає прибутку.

Грантова заявка, як правило, має таку структуру:

- анотацію;
- опис організації;
- поставлення проблеми;
- мету проекту;
- завдання проекту;
- методи вирішення поставлених завдань;
- календарний план (графік);
- кошторис (бюджет);
- критерії оцінювання ефективності проекту;
- перспективи подальшого розвитку проекту.

Стисла анотація містить чіткий і короткий опис суті заявки обсягом не більше однієї сторінки. Обов'язковою є інформація про: виконавців проекту, мотивацію заявників і можливу сферу реалізації розробки, запланований результат, календарний план проекту, обсяг фінансування.

Більшість рецензентів спочатку читають лише анотацію, до неї ж звертаються при розгляді заявки і в тому випадку, якщо виникають спірні питання та сумніви під час обговорення. Тому анотація повинна бути стислою, конкретною та виразною. З кожного наступного розділу заявки в анотацію повинно бути вміщено по одному–три речення. Отже анотацію краще писати в останню чергу, коли всі наступні розділи вже написані. Це дозволить охарактеризувати проект із максимальною чіткістю.

Опис організації містить відомості про організацію-заявника: назву, напрями діяльності, мету та завдання, досягнення, свідчення про наявність рівня компетентності, достатнього для виконання завдань, оцінку результатів колишніх проектів (якщо були), прецеденти фінансової підтримки з інших джерел (якщо мали місце), матеріально-технічне забезпечення.

Поставлення проблеми описує, чому виникла необхідність у виконанні проекту, і як поставлена проблема співвідноситься з цілями та завданнями організації-заявника. Проблема – це відсутність чогось, щось негативне, що завдає шкоди, те, що вимагає змін. У цьому розділі повинна бути викладена конкретна проблема з життя місцевих жителів або певної їх категорії, яка

буде вирішена за допомогою проекту та переконливо доведено, що цю проблему можна вирішити у реальний термін із наявними ресурсами, витративши певну суму.

Мета проекту – це те, в ім'я чого здійснюється проект, загальний опис передбачуваних результатів і очікувань від дій щодо усунення негативного явища або його причин. Це найвища точка досягнень, до якої прагне організація в ході реалізації проекту (наприклад, створення умов для організації виробничого процесу та оптимізації окремих стадій виробництва на підприємстві).

Під час формулювання мети необхідно звернути увагу на те, щоб вона відповідала меті конкурсу та місії організації й була спрямована на вирішення проблеми.

Завдання – це конкретні результати, які потрібно досягти в ході виконання проекту. Завдання та результати підлягають кількісному оцінюванню. Із цього розділу повинно бути зрозуміло, які саме зміни відбудуться в існуючій ситуації (наприклад, здійснення низки заходів для підвищення енергетичної ефективності виробничих приміщень, екологічної безпеки виробництва та створення комфортних умов праці для інженерно-технічного та виробничого персоналу).

Методи вирішення поставлених завдань – це опис того, яким чином буде здійснюватися проект. У цьому розділі має повинні детально описані ті види діяльності (заходи), які необхідно здійснити для отримання бажаних результатів за допомогою наявних і залучених ресурсів.

Календарний план (графік) роботи надає детальний опис усіх видів діяльності та заходів із зазначенням термінів (тобто що буде зроблено, хто буде здійснювати дії, як вони будуть здійснюватися, коли і в якій послідовності, які ресурси будуть залучені, хто відповідальний за кожний вид діяльності). Істотним показником у цьому розділі є вміння правильно розподілити час на всіх етапах реалізації проекту.

Кошторис (бюджет). Цей розділ містить перелік усіх ресурсів, необхідних для проведення запланованих заходів; відповіді на запитання: скільки грошей

потрібно від грантодавця, з яких джерел будуть отримані всі інші необхідні для виконання проекту ресурси, і на що вони будуть витрачені.

Бюджет повинен бути докладним, чітко розмежовувати кошти, одержані від донора, та кошти з інших джерел. Загальна сума повинна бути реалістичною та достатньою для забезпечення всіх робіт, зазначених в описовій частині заявки.

Критерії оцінювання ефективності проекту. Із цього розділу повинно бути зрозуміло, як можна буде в кінці оцінити, чи досяг проект своєї мети; як буде контролюватися процес виконання проекту; які показники дозволять оцінити ефективність використання коштів; в якій формі буде поданий звіт про виконану роботу та витрачені кошти. Під час написання заявки необхідно зазначити, чи буде проект оцінюватися лише організацією-заявником, чи передбачається проведення перевірок, інспекцій, експертиз із боку вищих або сторонніх організацій; як про результати оцінювання дізнається донор; які критерії повинні бути використані для оцінювання.

Перспективи подальшого розвитку проекту. Зазвичай грантодавці спочатку хочуть отримати гарантію того, що діяльність за проектом, який вони підтримали, буде продовжена й після закінчення терміну дії гранту. Основна думка цієї частини заявки – як і за рахунок яких коштів передбачається продовжувати діяльність після закінчення фінансування, отриманого в рамках даного конкурсу. Якщо організація має певні домовленості, угоди з іншими організаціями та структурами на продовження діяльності, то їх необхідно перелічити.

Серед характерних рис заявок, що були відхилені фондами, необхідно визначити такі:

- мета проекту не відповідає пріоритетам програми або конкурсу грантів;
- місія організації не відповідає діяльності, заявленій у проекті;
- організація не має досвіду в даній галузі;

- недостатньо розроблений робочий план виконання проекту;
- мають місце технічні помилки;
- недостатньо деталей;
- бюджет проекту не відповідає програмній діяльності або значно перевищує реальні розрахунки.

Проект не варто писати швидко, «за останню добу». Його потрібно не один раз перевірити: чи всі етапи роботи розкриті, чи є вдалою назва, чи розкриває вона його зміст і привертає до себе увагу нетривіальним звучанням. Проект повинен містити необхідну інформацію про свій зміст, організацію, що потребує фінансування (повна назва, підпорядкованість), а також точну юридичну адресу, телефон, а за наявності – факс, адресу електронної пошти.

Серед характерних ознак успішних заявок можна визначити такі:

- організація консультувалася із фондом на стадії розроблення проекту і з'ясувала всі незрозумілі моменти;
- заявка точно відповідає всім вимогам фонду;
- заявка добре опрацьована та написана, у експертів немає питань;
- із заявки видно, що організація добре знає проблему, цільову групу та має досвід роботи у сфері, заявленій у проекті;
- завдання чітко сформульовані, конкретні, логічні та піддаються вимірюванню;
- бюджет (кошторис) проекту реалістичний та обґрунтований, витрати відповідають програмній діяльності.

ОСНОВНІ МІЖНАРОДНІ НАУКОВІ ГРАНТОВІ ПРОГРАМИ ДЛЯ ГРУП НАУКОВЦІВ

Держава частково фінансово підтримує проекти, спрямовані на спільні наукові дослідження українських учених із своїми колегами з інших країн, так звані візитні гранти. Конкурси на отримання грантів такого типу періодично оголошуються Державним агентством із питань електронного урядування [1] і Державним фондом фундаментальних досліджень [2], а

також фондами фундаментальних досліджень інших країн.

Участь у проектах такого типу дозволяє науковцям ближче познайомитися (оскільки передбачаються відрядження за кордон), провести спільну наукову роботу, опублікувати результати досліджень і закласти підґрунтя для участі у великих проектах, обсяги робіт і відповідальність за виконання яких значно вищі.

Серед наукових грантових програм, що фінансуються міжнародними науковими фондами, необхідно виділити такі:

- конкурси рамкової програми ЄС Horizon 2020. Докладніше про цю програму буде йтися в окремому розділі [3];
- програма спільних наукових проектів (CGP) фонду цивільних досліджень та розвитку США (CRDF) – фінансування проектів за тематиками, спрямованими на розв'язання актуальних науково-технічних проблем України та США [4];
- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – програма співробітництва з країнами Східної Європи та реалізації спільних науково-дослідницьких проектів [5];
- програми Європейського наукового фонду (European Science Foundation) – розвиток актуальних наукових досліджень, що мають практичне спрямування [6];
- програма НАТО «Наука заради миру і безпеки» (Science for Peace and Security) – проекти в галузі цивільної науки і технологій із тематики безпеки [7].

ПРОГРАМА ЄС HORIZON 2020: ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ, ПОРЯДОК ПІДГОТОВКИ ЗАПИТУ НА УЧАСТЬ У ПРОГРАМІ

Програма Horizon 2020 є найбільшою у світі ініціативою, яка фінансує на державному рівні наукові дослідження та розробки. Ця програма, що діє з 2014 до 2020 р. з бюджетом більше 80 млрд. євро, є новою програмою Європейського союзу в галузі досліджень та інновацій і покликана сприяти новому зростанню економіки в

Європі. Програма Horizon 2020 у галузі досліджень та інновацій розпочата 1 січня 2014 р.

Програма Horizon 2020:

- надає підтримку найбільш талановитим і творчим ученим, а також їх командам у проведенні передових досліджень на найвищому рівні, спираючись на успіх Європейської дослідницької ради;
- з метою відкриття нових перспективних галузей досліджень та інновацій фінансує спільні дослідження через програму «Майбутні і перспективні дослідження»;
- надає дослідникам чудові можливості навчання та кар'єрного зростання завдяки програмі Marie Curie Actions;
- надає доступ до європейської дослідницької інфраструктури світового класу для всіх дослідників у Європі та за її межами.

Програма Horizon 2020 зосереджує фінансування на трьох різних взаємодоповнювальних пріоритетах ЄС та програмі Marie Curie Actions. Ці пріоритети відповідають пріоритетам, визначеним програмою «Європа 2020».

1. Передова наука (Excellent Science)

Цей напрям підвищить рівень досконалості європейської наукової бази та підтримає стабільний потік досліджень світового рівня для забезпечення довготривалої конкурентоспроможності Європи. Акцент на підтримці найкращих ідей, розвитку талантів у Європі, наданні науковцям доступу до пріоритетної дослідницької інфраструктури і зробить Європу привабливим робочим місцем для найкращих учених у світі.

Ця частина програми буде:

- підтримувати найбільш талановитих і креативних осіб та їхні групи, які займаються передовими дослідженнями на передньому краї науки;
- фінансувати співпрацю в дослідженнях для відкриття нових та перспективних сфер наукових досліджень та інновацій через

підтримку майбутніх і новітніх технологій;

- забезпечувати дослідників відмінними можливостями для навчання та кар'єрного зростання;
- забезпечувати підтримку Європейської дослідницької інфраструктури світового класу (включаючи електронну інфраструктуру), до якої матимуть доступ усі науковці в Європі та за її межами.

2. Індустріальне лідерство (Industrial Leadership)

Ця частина програми Horizon 2020 спрямована на те, щоб зробити Європу більш привабливим місцем для інвестицій у наукові дослідження та інновації (включаючи екологічні інновації) шляхом заохочення діяльності на замовлення бізнесу.

Програма «Лідерство у промисловості» повинна зміцнити промисловість і конкурентоспроможність, вирішуючи такі особливі завдання, спрямовані на:

- стимулювання європейського лідерства у промисловості за допомогою наукових досліджень, технологічних розробок, демонстрацій та інновацій у таких передових галузях;
- інформаційно-комунікаційні технології;
- нанотехнології;
- новітні матеріали;
- біотехнології;
- передові виробничі технології;
- космічні технології.

3. Відповідь на соціальні виклики (Societal Challenges)

Фінансування буде зосереджене на таких напрямках:

- охорона здоров'я, демографічні зміни та добробут;
- безпека продуктів харчування, стійке сільське господарство, морські дослідження та біоекономіка;
- безпечне, чисте та раціональне використання енергії;
- раціональний, «зелений» та інтегрований транспорт;
- клімат, ефективне використання ресурсів та сировини;

- самодостатні, інноваційні та захищені суспільства.

4. Програма Marie Curie Actions

У 2014 р. (після закінчення програми Marie Curie Actions) фінансування індивідуальних грантів для дослідників буде продовжене в рамках програми Marie Skłodowska-Curie Actions, що буде реалізована як складова частина програми Horizon 2020.

У рамках програми Marie Skłodowska-Curie Actions приймаються заявки від конкретних учених на отримання індивідуальних грантів.

Як приклад наведемо деякі з галузей програми Horizon 2020 у сфері інженерії.

1. Передова наука:

- майбутні та виникаючі технології (Future and Emerging Technologies);
- дослідницькі інфраструктури (Research Infrastructures).

2. Індустріальне лідерство:

- новітні матеріали (Advanced Materials).

3. Відповідь на соціальні виклики:

- безпечна, чиста та ефективна енергетика (Secure, Clean and Efficient Energy);
- довкілля, клімат, ефективність ресурсів та сировини (Climate Action, Resource Efficiency and Raw Materials).

Алгоритм підготовки проектів у рамках програми Horizon 2020

Рекомендована послідовність є достатньо умовною, оскільки ці рекомендації орієнтовані на усередненого учасника програми. Структура інформації про конкурси, тематичні пріоритети, види проектів істотно відрізняється від попередньої Сьомої рамкової програми. Також необхідно врахувати, що Портал учасників постійно наповнюється новою інформацією, особливо шаблонами опису змісту проекту та посібниками з підготовки проектних пропозицій (template or guide).

Крок 1. Знайти ті конкурси, в яких потенційно можна брати участь. Для початку доцільно переглянути опис тематичних розділів програми. Під час вибору конкретної секції є можливість познайомитися з анотованим описом даного розділу, завантажити робочу програму

(WorkProgramme), побачити перелік пов'язаних конкурсів, а також ряд корисних посилань із прикладами раніше виконаних проектів та описом суміжних тематик.

Крок 2. Ознайомлення з конкурсною документацією. Конкурсна документація розміщена на Порталі учасників. При переході на розділ, що описує конкретний конкурс (Call) необхідно звернути увагу на перелік тематичних пріоритетів цього конкурсу (Topics and Submission Service). Зазвичай вони розміщуються внизу Веб-сторінки, що містить інформацію про цей конкурс.

Очікувані результати перших двох кроків – план подальших дій на основі:

- аналізу робочих програм тих напрямків, які відповідають галузі власних наукових досліджень;
- уточнення умов конкурсу й типу проектів, які будуть фінансуватися;
- вибору перспективних конкурсів;
- визначення основних типів організацій, які є корисними для успішного формування консорціумів у вибраних конкурсах (основні типи – це університети, науково-дослідні інститути, малі та середні підприємства, державні управлінські структури, консалтингові організації тощо). Деякі конкурси містять додаткові умови щодо складу консорціуму та розміру фінансування;
- аналізу власних міжнародних контактів;
- ступеня надання інформації англійською мовою про особистий науково-технічний потенціал та потенціал тих організацій, від імені яких планується подання проекту.

Крок 3. Пошук партнерів та підготовка проектів. У конкурсах програми Horizon 2020 українська організація може брати участь за умови, що до консорціуму уже входять два партнери з різних країн членів ЄС чи асоційованих членів програми. Необхідно провести аналіз наявного потенціалу, щоб відігравати роль координатора. Правила не забороняють представнику третьої країни відігравати роль координатора, але потрібно мати реальні підстави для аргументації перед ЄС щодо

здатності відігравати таку роль. Тут серйозним аргументом може бути попередній успішний досвід участі у Сьомій замковій програмі.

У разі входження до консорціуму у ролі партнера необхідно зацікавити кількох європейських партнерів власною проектною ідеєю або знайти достатні аргументи перед партнерами з ЄС, що аплікат може стати корисним партнером у реалізації їх проектної ідеї.

На практиці можна поєднувати дві тактики діяльності – просувати власну проектну ідею та спробувати зацікавити описом досвіду для реалізації проектних ідей інших організацій.

У будь-якому випадку важливо встановити контакт із провідними європейськими дослідницькими організаціями, що працюють у сфері діяльності заявника. Один із найкращих варіантів – це особиста участь у провідних європейських подіях, що відбуваються в Європі, особливо в інформаційних днях з окремих пріоритетів програми Horizon 2020, які буде проводити Європейська комісія.

Ще один із корисних способів установа контактів – це пошук організацій, які брали участь у міжнародних проектах у попередніх програмах (5РП, 6РП, 7РП).

Важливою на цьому етапі є підготовка опису проектних ідей та профілю дослідницької групи. Опис профілю повинен відповідати тематиці конкурсу.

До організації діяльності, представленої в описі кроку 3, необхідно ставитись дуже відповідально. Бажано залучити колег і працівників, які володіють англійською мовою, та організувати процес активної комунікації на цьому етапі. Відповідь на листи електронною поштою терміном, більшим ніж 24 години, значно зменшує шанси стати партнером міжнародного консорціуму.

Від оголошення конкурсу проектів і до початку їх реалізації в середньому проходить 1 рік. Сподіватися на позитивний результат подання заявки можуть ті:

- чия тематика роботи (послуги) повністю відповідає конкурсній

проблемі та/або інтереси ЄС та України щодо її вирішення збігаються;

- у кого є досвідчені, активні та надійні партнери в країнах ЄС;
- хто має підтверджені наукові результати міжнародного рівня за тематикою проекту;
- хто має досвід міжнародного співробітництва;
- хто володіє сучасними засобами комунікації та (обов'язково!) англійською мовою;
- хто не опускає руки після першої невдачі.

Horizon 2020 – перспективна програма. Семирічний термін самої програми та ще 3–5 років після її завершення, упродовж яких будуть виконуватися проекти, прийняті до фінансування в 2019–2020 рр., дозволяє планувати роботу на середньостроковий період та отримувати дивіденди впродовж, як мінімум, найближчих десяти років.

МІЖНАРОДНА НАУКОВА ДІЯЛЬНІСТЬ У СУМСЬКОМУ ДЕРЖАВНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Організація участі Сумського державного університету (СумДУ) в міжнародних наукових грантових проектах передбачає необхідність більш системної роботи, спрямованої на встановлення відповідних міжнародних контактів, сучасного інформаційного, методичного та технічного забезпечення на всіх етапах цієї діяльності.

Основні заходи, спрямовані на розвиток міжнародної наукової діяльності в університеті:

- створення нормативної бази в частині участі університету в міжнародних наукових грантових програмах;
- проведення постійного моніторингу актуальної інформації про міжнародні наукові конкурси;
- цільове інформування науковців про можливості участі у міжнародних наукових конкурсах шляхом адресного розсилання електронною поштою та через взаємодію з директорами (деканами), завідувачами кафедр, заступниками директорів (деканів) та

завідувачів кафедр із наукової роботи і міжнародної діяльності;

- детальний аналіз потенційної участі конкретних структурних підрозділів у конкурсах на міжнародні грантові проекти та створення відповідних робочих груп із підготовки заявок;
- проведення інформаційних семінарів про методики пошуку зарубіжних партнерів, подачі заявок на участь у міжнародних наукових конкурсах тощо;
- системна робота з науковцями кафедр із формування заявок у рамках міжнародних наукових конкурсів.

Такі заходи на системній основі проводяться Центром науково-технічної та економічної інформації (ЦНТЕІ) і відділом міжнародного співробітництва (ВМС) СумДУ.

У складі ЦНТЕІ СумДУ [8] функціонує група грантової діяльності наукового спрямування, що виконує такі функції:

- організаційне та методичне забезпечення управління процесом участі у конкурсах на вітчизняні та міжнародні наукові гранти (як для організацій, так і індивідуальних);
- пошук і поширення інформації про наукові гранти, спільні наукові конкурси, конкурси в рамках державних і міжнародних програм тощо;
- інформаційне та методичне супроводження процесу подання заявок на гранти.

Для успішної міжнародної наукової діяльності потрібна системна робота на кожній кафедрі, яка повинна здійснювати такі заходи:

- пошук партнерів для подання спільних заявок для участі у міжнародних наукових конкурсах, розміщення інформації про напрями наукової діяльності кафедр та пропозицій для проведення спільних досліджень у межах інформаційних джерел для пошуку партнерів (портал учасників 7ПІ, служба пошуку партнерів CORDIS, мережа наукових контактів LinkedIn, мережаNCPs та ін.);

- підтримка участі молодих учених у наукових грантових програмах різного рівня;
- використання встановлених під час стажування зв'язків для підготовки спільних заявок на участь у міжнародних наукових конкурсах та публікації у високореєтингових виданнях;
- підвищення рівня наукових публікацій, зокрема публікацій статей у зарубіжних журналах, що індексуються БД Scopus і Web of Science.

Для завоювання авторитету у світовій науковій спільноті потрібно публікувати результати досліджень у високореєтингових закордонних англomовних виданнях з імпаkт-фактором. Не всі видання, де публікуються статті науковців університету, є англomовними та мають імпаkт-фактор. Публікації є одним із перших кроків до участі у грантових програмах. Наразі існує гостра необхідність оприлюднення результатів своїх досліджень на міжнародному рівні, адже умовою участі у багатьох конкурсах є наявність спільних публікацій із партнерами у високореєтингових виданнях.

ВИСНОВКИ

Останнім часом все більше й більше організацій стикаються з необхідністю писати заявки на гранти. Свіжі ідеї вимагають коштів. Для західних фахівців це звичайна процедура: фонди оголошують конкурси, переможці конкурсів отримують гранти.

Однак для науковців України домогтися фінансування нелегко, особливо перший раз, але потім перед ученим можуть відчинитися двері інших організацій, адже при час розгляду заявок багато хто віддає явну перевагу тим організаціям і проектам, які вже фінансувалися іншими джерелами.

Написання наукових грантових проектів потребує певних навичок, знань і досвіду. Пошук позабюджетних джерел фінансування – актуальна проблема для науковців усього світу, неодмінна частина функціонування наукових установ, Необхідно вчитися цьому мистецтву і в разі

відмови не піддаватися відчаю, а ще і ще раз братися до цієї справи, намагаючись при цьому виправити допущені помилки та неточності. Успіхів досягають люди високопрофесійні та високомотивовані, в яких не лише визнана необхідність пошуку додаткових джерел фінансування, а й здійснюється в цьому напрямку активна та спланована професійна діяльність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державне агентство з питань електронного урядування [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://dknii.gov.ua/>.
2. Державний фонд фундаментальних досліджень [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.dffd.gov.ua/>.
3. Horizon 2020 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/>.
4. CRDF Global [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.crdglobal.org/>.
5. Deutsche Forschungsgemeinschaft [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.dfg.de/>.
6. European Science Foundation [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.esf.org/>.
7. Science for Peace and Security [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.nato.int/>.
8. Центр науково-технічної та економічної інформації Сумського державного університету [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://enti.sumdu.edu.ua/>.

ЕЛЕКТРОННІ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ ІНЖЕНЕРІВ: ЕФЕКТИВНИЙ ПОШУК НЕОБХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

У центрі уваги діяльності бібліотеки завжди перебувають користувач – студент, аспірант, викладач, науковець, його інформаційні потреби, запити для ефективної сучасної освіти та наукової діяльності. Основним завданням сучасної бібліотеки на сьогодні є забезпечення можливості ефективного доступу до необхідних актуальних джерел інформації на основі сучасних технологій і створення належних умов роботи з ними. Доступ до найновітніших відкриттів та досягнень як у сучасній вітчизняній, так і зарубіжній науці через використання авторитетних світових електронних інформаційних ресурсів у навчальній та науково-дослідній діяльності дозволить кожному науковцю бути професіоналом у своїй галузі. Огляд основних електронних інформаційних ресурсів допоможе інженерам зорієнтуватися в сучасному інформаційному середовищі.

The library activity is always focused on its users – students, postgraduate students, lecturers or scientists with their information needs, requests for effective modern education and research activities. Nowadays, the key goal for modern library is to provide the effective access to necessary sources of information based on modern technologies and to create appropriate conditions for working with them. The access to the most advanced discoveries and achievements in both contemporary national and foreign science through the use of authoritative global electronic information resources for teaching and research activities allows any scientist to be a professional in his field of knowledge. The overview of main electronic information resources will help engineers to navigate in modern information environment.

ВСТУП

Рівень розвитку науки та освіти залежить від рівня впровадження інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) і формування інформаційної культури. Наука та освіта, як ніякі інші сфери людської діяльності, потребують оперативної, своєчасної та достовірної інформації. Вченому, дослідникові, викладачеві, студентові, професіоналові потрібні потужні інформаційні ресурси, і вітчизняні, і світові: швидкий, зручний, багатоаспектний доступ до світової наукової інформації через бази даних (БД), наукову періодику, наукову літературу [1].

За останні двадцять–тридцять років ІКТ докорінно змінили уявлення про бібліотеку та її роль у сфері наукових комунікацій: від замкненої системи, від автономного книгосховища з обмеженими ресурсами до комплексних документально-інформаційних центрів знань та навігаторів у глобальному інформаційному світі. Центральне місце у функціонуванні сучасної бібліотеки належить не документу взагалі, а саме інформації, значна частка якої подана в електронному вигляді. Тому наразі статус бібліотеки визначається насамперед її можливостями щодо кумуляції, обробки, збереження та організації доступу до онлайн-електронних інформаційних ресурсів: електронних журналів, електронних книг, БД, цілісних електронних бібліотек тощо. Електронна колекція стає

такою ж невід’ємною складовою бібліотеки, як і колекція друкована, а останнім часом, навіть, майже перевищує її за обсягами інформації та витратами на її придбання [2].

ТЕРМІНОЛОГІЯ ОСНОВНИХ ПОНЯТЬ, КЛАСИФІКАЦІЯ БАЗ ДАНИХ

Під електронними інформаційними ресурсами (ЕІР) необхідно розуміти навчальні, наукові, інформаційні, довідкові матеріали та засоби, розроблені в електронній формі та представлені на носіях будь-якого типу або розміщені у комп’ютерних мережах, що відтворюються за допомогою електронних цифрових технічних засобів [3].

Основну частину ЕІР бібліотеки складають БД. БД – це організована відповідно до певних правил і підтримувана в пам’яті комп’ютера сукупність даних, що характеризує актуальний стан деякої предметної сфери і використовується для задоволення інформаційних потреб користувачів. Класифікація БД здійснюється за багатьма ознаками (рис. 1) [4].

Для БД характерні такі властивості: оперативність, повна доступність, гнучкість, цілісність. Оперативність проявляється в тому, що засоби ІКТ дозволяють здійснювати швидкий доступ до інформації. Повна доступність означає організацію за допомогою засобів ІКТ доступу до всіх елементів БД. Гнучкість проявляється в можливості легко змінювати склад та форму видачі даних, що цікавлять користувача.

За належністю до певної галузі знань	•БД щодо суспільних, природничих, технічних наук тощо
За цільовим призначенням	•БД офіційної, наукової, виробничо-практичної, довідкової, навчальної, рекламної інформації
За широтою тематичного охоплення	•БД універсальні, багатогалузеві, міжгалузеві, галузеві, вузькотематичні, проблемно-орієнтовані
За профілем інформації	•БД ділової інформації, інформації для спеціалістів, масової інформації
За часовим охопленням	•БД поточної або ретроспективної інформації
За формою подання інформації	•Текстові, гіпертекстові, текстово-числові, числові, графічної інформації, мультимедіа
За видами документів	•БД полівидові та моновидові
За типом доступу	•Локальні, віддаленого доступу

Рисунок 1 – Класифікація баз даних

Цілісність БД відтворює її стан, при якому всі значення даних правильно відтворюють предметну галузь і підлягають правилам взаємної несуперечності.

СПОСОБИ ДОСТУПУ ДО ІНФОРМАЦІЇ

Як правило, в рамках БД наводяться 2 основних способи доступу до інформації – Browse (перегляд) та Search (пошук). Наприклад, у найпоширеніших за представленням в Інтернет та кількістю звернень користувачів БД наукових електронних журналів у режимі Browse доступ здійснюється за ієрархією: назва журналу → список томів конкретного журналу → список випусків тому журналу → список статей у випуску → стаття періодичного видання. У режимі Search використовується стандартний пошук за ключовими словами у тих чи інших бібліографічних полях: автор, назва статті, назва журналу, анотація, повний текст, тематична рубрика та ін.

У журнальних БД рівень повноти представлення журналу може бути різним: або лише вихідні дані про статті (чисто бібліографічна інформація), або, на додаток, анотації статей («реферативні БД»), або також списки цитованої літератури (особливо ресурси, що мають назву індексів цитування), або найбільш повне представлення журналу – повні тексти статей. Існують БД, в яких частина видань

представлена в повному тексті, частина – анотаціями або бібліографією.

У разі наявності в БД повних текстів останні можуть бути представлені різними типами файлів. Найпоширеніші html- та pdf-файли, але існують і більш спеціалізовані формати: txt, gif, jpeg, tiff, djvu, а також спеціальні комбінації, коли, наприклад, у html-текст вставляються графіки, таблиці, зображення та формули у вигляді графічних об'єктів [5].

ІНФОРМАЦІЙНО-БІБЛІОТЕЧНА СИСТЕМА СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Глобальна інформатизація суспільства зумовила використання бібліотекою Сумського державного університету (СумДУ) сучасних технологій щодо обслуговування користувачів, що, у свою чергу, не лише спрощує шлях доступу до інформації, підвищує ефективність використання ресурсів бібліотеки, а й робить бібліотеку привабливою та престижною.

Сьогодні інформаційно-бібліотечна система (ІБС) СумДУ – це весь навчальний заклад з усіма позабазовими структурними підрозділами. Це єдина система, що дозволяє через Інтернет із будь-якого місця, незалежно від відстані, організувати швидкий доступ до всіх БД Центральної бібліотеки та отримати необхідну інформацію за умов фізичної відсутності в стінах підрозділів бібліотеки [6].

ІБС СумДУ в загальному розумінні являє собою сучасну електронну бібліотеку (ЕБ), що надійно накопичує, зберігає й ефективно використовує різні колекції електронних документів, доступні для користувача у зручному вигляді через глобальні мережі передавання даних. Це ресурс, де користувач знаходить не лише те, що складає фонд даного сховища ЕБ, й має змогу миттєво отримати будь-яку інформацію з будь-якої ЕБ світу.

Сучасна ЕБ СумДУ в контексті Болонської конвенції виконує свою основну роль у формуванні науково-освітнього інформаційного простору – створює інформаційно-когнітивне електронне середовище для самонавчання, професійного зростання, виконання наукових досліджень, складання навчально-методичних завдань, розширення наукової комунікації [7].

Основним надійним та авторитетним джерелом доступу до ЕБ СумДУ, починаючи з 1999 р., є веб-сайт бібліотеки завдяки своєму змістовному наповненню, регулярному оновленню, продуманій структурі та зручній навігації [8]. На підтвердження цього – деякі дані сайтів Openstat та Liveinternet, що обліковують статистику сайта бібліотеки СумДУ: за останній рік кількість унікальних візитів на сайт бібліотеки становить понад 300 тис. із 105 країн світу, кількість переглядів – понад 1 мільйон. Щороку ці показники постійно зростають.

Сайт бібліотеки – це єдина точка онлайн-доступу до всіх електронних БД, як власних університетських, так і вітчизняних та світових. Розглянемо деякі з них, які будуть корисними для інженерів.

ВЛАСНІ УНІВЕРСИТЕТСЬКІ ЕЛЕКТРОННІ БАЗИ ДАНИХ

В епоху стрімкого розвитку ІКТ питання ефективної наукової комунікації та підвищення таким чином авторитету української науки у світі, інтеграції української академічної спільноти до світової залишаються надзвичайно важливими та актуальними. Одним із шляхів його вирішення є Відкритий доступ (ВД) Open Access, нова модель наукової комунікації. Ініціатива відкритого доступу «народилася» 2 грудня 2001 р. на

конференції, що проходила в Будапешті, звідси його назва – Budapest Open Access Initiative. ВД працює за принципом покриття всіх витрат на поширення інформації за рахунок автора чи його інституції і потім безкоштовного й безперешкодного доступу до неї всіх бажаючих.

ВД забезпечується двома шляхами: золотий – через журнали ВД, зелений – через архіви (репозитарії) ВД [9]. Останні створюються через депонування та самоархівування вченими своїх праць у відкритих електронних архівах. Перший у світі електронний архів arXiv.org [10] з'явився у серпні 1991 р. у США. Фізик Пауль Гінспарг з Національної лабораторії Лос Аламос організував сервер е-публікацій праць із фізики високих енергій, щоб фахівці могли, виклавши свої препринти чи вже опубліковані праці, дискутувати та обмінюватися думками. Швидко до професійної спільноти фізиків приєдналися математики, астрономи, біологи, інформатики. Наразі це і один з найбільших (близько 1 млн препринтів) відкритих електронних архівів, який докорінно змінив парадигму наукової комунікації в галузі фізики. Щомісяця до цього архіву додається понад 4 тис. нових статей. Серед авторів, які активно архівують власні праці в репозитаріях ВД, – видатні вчені, Нобелівські лауреати. За даними Директорії репозитаріїв ВД OpenDOAR [11] станом на 2014 р., у світі нараховується вже понад 2000 відкритих архівів. Це більше ніж 25 млн одиниць інформації: статті, препринти, дисертації, навчальні матеріали тощо.

Починаючи з 90-х рр. ХХ ст., з метою оптимізації інформаційного забезпечення різних категорій користувачів СумДУ взяв курс на створення та організацію доступу до ЕІР власної генерації.

Наразі, в контексті підтримки світової політики ВД, СумДУ надає ВД до таких власних БД: Електронний каталог (ЕК), інституційний репозитарій, наукова періодика. Розглянемо кожен з них детальніше.

Із 2002 р. із сайта бібліотеки через Інтернет реалізовано доступ до ЕК [12], який повністю відтворює весь фонд бібліотеки СумДУ: книги, статті, автореферати,

дисертації, технічні документи, звіти, періодичні видання, аудіокниги тощо. Це понад 320 тис. описів та близько 33 тис. електронних версій документів, доступних у режимі реального часу. З них 5,5 тис. вільних для завантаження документів нараховує електронна тематична колекція «Праці науковців СумДУ». В ЕК формується та підтримується близько 30 тематичних БД.

ЕК дозволяє:

- здійснювати багатокритеріальний пошук за автором, назвою, словами з назви, роком видання, видом документа, мовою, видавництвом, УДК, шифром спеціальності, дисципліною;
- отримувати інформацію про кількість виданих примірників та наявних на момент перегляду;
- отримувати інформацію про розподіл та місцезнаходження видання;
- отримувати доступ до електронних копій видань;
- здійснювати онлайн-замовлення літератури;
- здійснювати перегляд персонального читацького формуляра та історію видач у режимі реального часу;
- створювати список відібраної літератури, друкувати, відправляти на e-mail;
- переглядати статистику видач/завантажень кожного документа, залишати коментарі тощо.

Усі записи ЕК індексуються пошуковими системами Інтернет.

Бібліотека активно співпрацює з професорсько-викладацьким складом університету з питань створення, наповнення, накопичення, редагування колекцій ЕК. Це дає змогу підтримувати ЕК в актуальному затребуваному стані.

Швидкість та оперативність пошуку, оновлення в реальному часі, наявність електронних копій, доступність 24 години за добу 7 днів за тиждень, 365 днів за рік роблять ЕК одним із найпривабливіших ресурсів. Необмежений безперервний онлайн-доступ до ЕК дає можливість користувачеві працювати віддалено в будь-який зручний час. Існує система допомоги

щодо роботи з ЕК у вигляді онлайн-консультації, навчальної презентації.

Популярність ЕК підтверджується статистикою: упродовж року з ЕК віддалено завантажується понад 80 тис. електронних документів, виконується близько 5 тис. онлайн-замовлень, здійснюється понад 16 тис. переглядів персонального формуляра.

28 січня 2011 р. СумДУ презентував громадськості власну БД – **інституційний репозитарій**, місія якого – накопичення, систематизація, зберігання інтелектуальної продукції професорсько-викладацького складу університету, надання ВД до неї та поширення в науковому світовому середовищі [13]. Наразі репозитарій містить понад 33 тис. наукових публікацій, доступних усьому світу. За видами документів це: підручники, навчальні посібники, монографії, автореферати, дисертації, матеріали конференцій, звіти про науково-дослідну роботу, патенти, статті періодики, мультимедійні матеріали тощо.

Репозитарій СумДУ має структуру, розроблену відповідно до мети, завдань та основних політик щодо розміщення матеріалів. Сайт локалізований трьома мовами. Містить сервіс простого, розширеного пошуку; пошуку за автором, назвою, ключовим словом, видом документа тощо. Впроваджено можливість перегляду документів, доданих останніми; перегляд топ-10 авторів, топ-10 публікацій за кількістю завантажень.

У репозитарії зареєстровано понад 500 авторів СумДУ, які самостійно архівують власні публікації до архіву.

Розміщуючи праці в репозитарії власної інституції, автор забезпечує їх довготривале, надійне сховище; швидке поширення в мережі Інтернет із миттєвим доступом до них колег з усього світу; підвищення їх рівня цитованості; налагодження співпраці з колегами-науковцями з інших країн, які працюють над подібною тематикою, тощо.

Сайт репозитарію СумДУ має відкриту статистику, яка обраховується як самим програмним забезпеченням репозитарію (DSpace), так і статистичними сайтами Openstat та LiveInternet. Щороку кількість відвідувань сайта становить близько 200 тис.

із понад 130 країн світу, переглядів – понад 700 тис., завантажень – більше 2 млн документів. Про авторитетність та популярність ресурсу свідчить не лише статистика використання, а й міжнародне визнання. За весь період свого існування, за результатами міжнародного рейтингу Webometrics, репозитарій СумДУ утримує лідируючі позиції як серед репозитаріїв України, так і світу. Рейтинг складається двічі на рік Лабораторією кіберметрики («Cybermetrics Lab») Національної дослідницької ради Іспанії («Spanish National Research Council», CSIC), яка діє при міністерстві науки та інновацій Іспанії. За результатами обрахунків версії січня 2014 р. репозитарій СумДУ – лідер (1-ше місце) серед 36 українських репозитаріїв, що потрапили до рейтингу, і перебуває на 216-й сходинці серед 1660 інституційних репозитаріїв світу.

Політика репозитарію сумісна з авторським правом. Репозитарій не виконує видавничої функції, а отже, не «забирає» авторські права, лише право на збереження та організацію доступу. Автор добровільно погоджується розмістити власну роботу для збереження та доступу. Автори мають право архівувати свої неопубліковані матеріали без будь-яких дозволів. Щодо постпринтів: якщо автор передає авторські права видавцеві (як правило, комерційні закордонні видавництва вимагають цього), то подальше архівування автором власної статті потребує дозволу видавця. Більшість видавців дають дозвіл на таке постпринт-архівування. Перевірити політику видавців світових академічних журналів можна за проектом SHERPA/CoMEO [14].

Із сайту бібліотеки реалізовано доступ до **наукової періодики СумДУ**. Університет видає 12 наукових періодичних видань, 11 з яких внесені до переліку наукових фахових видань України у галузях філологічних, медичних, економічних, технічних, фізичних, історичних наук. Усі журнали розміщують повнотекстові архіви публікацій у ВД.

ВІТЧИЗНЯНІ ТА ЗАРУБІЖНІ БАЗИ ДАНИХ

Ознайомимося з деякими вітчизняними та зарубіжними БД, які забезпечують доступ

до авторитетної наукової інформації, зокрема інженерного профілю. Спочатку розглянемо ті БД, доступ до яких вільний у мережі Інтернет (не потребує оплати за використання).

Портал «**Наукова періодика України**» від Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського забезпечує повнотекстовий доступ до понад 2200 українських рецензованих наукових журналів. Це близько 5 тис. випусків, понад 120 тис. повних текстів статей.

Ще одним ресурсом Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського є електронна **колекція авторефератів дисертацій**, захищених в Україні. Необхідно звернути увагу, що поповнення цієї БД відбувається із запізненням 1–2 роки. Ознайомитися з актуальною поточною БД авторефератів українських дисертацій (паперовий варіант) можна в бібліотеці СумДУ (дивіться ЕК), оскільки бібліотека отримує обов'язковий примірник автореферату.

Із 2009 р. функціонує український **ОАІ гарвестер** [15] – система глобального пошуку повнотекстової наукової інформації у відкритих архівах України (наразі їх близько 50). Система підтримується Інститутом програмних систем НАН України та Житомирським державним університетом ім. Івана Франка.

В Україні створена **Цифрова патентна бібліотека** (ЦПБ), що являє собою організовану спеціалізовану колекцію інформації щодо патентів на об'єкти права інтелектуальної власності. Вона сконцентрована насамперед на об'єктах патентного права, а саме: винаходах, корисних моделях та промислових зразках. ЦПБ забезпечує структурований, оперативний ВД до електронних документів (текстів, зображень, символів, графіки, відео тощо).

Наукова електронна бібліотека **eLIBRARY.RU** – найбільший російський інформаційний портал у галузі науки, технології, медицини та освіти, що містить реферати та повні тексти понад 18 млн наукових статей та публікацій. На платформі eLIBRARY.RU доступні електронні версії з понад 3200 російських науково-технічних

журналів, у тому числі більше ніж 2000 журналів у ВД.

Directory of Open Access Journals (DOAJ) – директорія авторитетних рецензованих наукових журналів ВД з понад 130 країн світу. На сьогодні колекція містить близько 10 тис. назв журналів, понад 1,5 млн статей (з них понад 13 тис. – публікації українських журналів ВД). Публікацій інженерної тематики в DOAJ нараховується понад 250 тис. У колекції представлено 3 журнали СумДУ (Журнал нано- та електронної фізики, Маркетинг і менеджмент інновацій, Журнал клінічних та експериментальних медичних досліджень).

arXiv.org – найбільший безкоштовний архів електронних публікацій наукових статей та препринтів. ArXiv підтримується бібліотекою Cornell University (США). Наукова тематика архіву вміщує астрономію, фізику, математику, інформатику, нелінійні науки, кількісну біологію та статистику.

InTech – видавець журналів та книг ВД з різних галузей науки і техніки. У видавництві публікуються понад 20 000 авторів найкращих університетів світу. Досить широко представлена предметна рубрика «Фізичні науки, техніка та технології».

SpringerOpen – колекція наукових книг та журналів ВД міжнародної видавничої компанії Springer.

Springer Materials – БД із матеріалознавства, що містить характеристики та фізико-механічні й хімічні властивості більш ніж 250 тис. речовин і матеріалів. Крім того, до БД входять:

- 44000 документів із хімічної безпеки, зокрема GHS (абр. від Globally Harmonized System), регламент Європейського Союзу REACH (абр. від Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals), директиви RoHS (абр. від Restriction of Hazardous Substances), WEEE (абр. від Waste from Electrical and Electronic Equipment);
- 300000 документів – один із розділів DDBST (абр. від Dortmund Database Software & Separation Technology) – найбільш повної та найбільш відомої БД із термофізичних властивостей;

- 190000 документів у найбільш повній БД із неорганічних твердих компонентів Linus Pauling Files.

Springer Images – колекція зображень, що містить рисунки, фотографії, діаграми, таблиці та графіки з науково-технічної та медичної галузей. Графічні матеріали опубліковані у книгах і журналах видавництва Springer. Усі зображення містять посилання на джерело.

WorldCat – універсальна бібліографічна база даних книг і журналів, створена як додаток до ресурсів OCLC (абр. від Online Computer Library Center), що створює найбільшу у світі базу даних із пошуковою системою FirstSearch.

Cambridge Journals Online – повнотекстова БД наукових журналів із різних галузей науки, зокрема й із технічних наук. Особливістю є те, що електронні версії повністю відповідають друкованим. Глибина архіву для деяких журналів – із 1770 р.

Blackwell Publishing (Wiley-Blackwell) – універсальна повнотекстова багатогалузева БД журналів і книг, що понад 3 млн наукових статей.

Wiley Interscience – онлайн-служба, що забезпечує доступ до більш ніж 3 млн статей із 1500 журналів і 7000 інтернет-книг та основних довідників. Цей сервіс є одним із основних ресурсів для навчання, викладання та перспективних досліджень. Глибина повнотекстового архіву – з 1997 р.

China Collection – серія престижних китайських журналів у сфері науки, техніки й медицини, які ніколи раніше не поширювалися за межі Китаю. Через мовні бар'єри близько 75 % китайських наукових досліджень ще не опубліковані за кордоном.

SAGE Journals Online – повнотекстова БД близько 600 наукових журналів у сфері бізнесу, суспільних і гуманітарних наук, медицини й техніки.

Taylor and Francis – повнотекстова багатогалузева БД, що містить понад 1 тис. наукових журналів. Видавництво Taylor & Francis випускає близько 2 тис. книг за рік.

ScienceDirect – портал видавництва Elsevier, починаючи від початку свого створення у 1999 р., завжди відповідав електронній бібліотеці майбутнього. Сьогодні це найбільший у світі електронний

ресурс наукової інформації з технологій та медицини, що містить не лише наукові журнали, а й бібліографічні БД та довідково-енциклопедичні видання. Глибина повнотекстового архіву – з 2000 р.

ISI Web of Knowledge – міждисциплінарна та вузькоспеціалізована платформа корпорації The Thomson Corporation, що містить книги, матеріали конференцій, патенти, хімічні формули, електронні публікації, препринти, відомості про гранти.

World Scientific Publishing – повнотекстова БД міжнародних наукових журналів із техніки та технологій, економіки й медицини.

De Gruyter Open – один із найбільших видавців багатoproфільного електронного наукового контенту ВД. Публікує близько 400 назв журналів, серед яких журнали технічного профілю.

Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS) – провідний щотижневий журнал Національної академії наук США, в якому публікуються оригінальні наукові дослідження, огляди, коментарі, повідомлення з різних галузей науки. Всі статті попередньо рецензуються членами Академії або призначеною ними групою референтів.

Academicjournals – портал академічних рецензованих журналів ВД. Політематична БД. У колекції – понад 100 журналів, із них близько 20 – технічного профілю.

Journals4Free – портал наукових журналів ВД. Колекція нараховує близько 12 тис. назв журналів, із них близько 1 тис. – журнали технічної тематики.

Genamics JournalSeek – одна з найбільших онлайн-баз електронних наукових журналів (містить понад 100 тис. назв).

LivRe! – портал наукових журналів. Містить понад 6 тис. назв журналів ВД.

BookFi – найбільша електронна бібліотека рунету (колекція нараховує понад 2 млн книг).

Каталог електронних ресурсів державної публічної науково-технічної бібліотеки Росії – доступний on-line і має в пошуковому реквізиті налаштування, які

дозволяють здійснювати пошук безкоштовних наукових повнотекстових документів в Інтернет (зелена мітка). Цей сервіс можна використовувати для ефективного пошуку документів технічного профілю.

Networked Digital Library of Theses and Dissertations – міжнародна БД дисертацій та авторефератів.

Для пошуку наукової інформації в Інтернет досить ефективним є використання універсальних політематичних **пошукових систем**. Перелічуємо деякі з них:

Google Академія – вільно доступна пошукова система, що дозволяє легко здійснювати розширений пошук академічної літератури.

INFOMINE – система пошуку науково-освітньої інформації в Інтернет (БД, електронні книги, журнали, звіти наукових досліджень тощо).

World Wide Science – глобальна наукова пошукова система, що здійснює пошук інформації за національними та міжнародними науковими БД та порталами.

FreeFullPDF.com – пошукова система наукової літератури, що охоплює понад 80 млн повнотекстових наукових документів.

DART-Europe – повнотекстова БД, що містить понад 500 тис. дисертацій англійською та іншими європейськими мовами науковців із 600 університетів 28 країн Європи.

Dialnet – БД дисертацій і наукових статей науково-освітніх установ Іспанії, яка регулярно поповнюється. На сьогодні у БД понад 40 тис. дисертацій, які згруповані за університетами.

HAL – електронний архів, що містить понад 1 млн публікацій, з яких 350 тис. – це повнотекстові дисертації та наукові статті науково-освітніх установ Франції у ВД. Переважна більшість дисертацій англійською та французькою мовами.

OATD (абр. від Open Access Theses and Dissertations) – міжнародна БД, що надає доступ до 2,8 млн дисертацій і дипломних робіт випускників понад 1 тис. дослідницьких інститутів, університетів і коледжів. Більшість публікацій англійською мовою.

PQDT Open (абрєв. від ProQuest Dissertations & Theses Open) – повнотекстова БД 27 тис. дисертацій, автори яких надали дозвіл на розміщення своїх праць у ВД.

Dissertations.se – колекція понад 54,4 тис. повнотекстових дисертацій, виконаних у шведських університетах різними мовами.

Theses.fr – БД, створена за підтримки Міністерства освіти Франції у рамках проекту інформаційного забезпечення вищої освіти. Містить понад 30 тис. повнотекстових дисертацій французькою та англійською мовами, захищених в університетах Франції.

CiNii Dissertations – інформаційний ресурс, що надає повний доступ до понад 260 тис. дисертацій японською та англійською мовами, захищених в університетах та інститутах Японії.

NDLTD (абрєв. від Networked Digital Library of Theses and Dissertations) – інформаційна система, що забезпечує пошук повнотекстових дисертацій ВД або надає бібліографічні відомості про дисертації обмеженого доступу.

Далі розглянемо БД, доступ до яких передплачується і згідно з умовами ліцензійної угоди обмежується IP-адресою комп'ютерної мережі університету або IP-адресами окремих комп'ютерів.

Із 2007 р. бібліотека СумДУ передплачує доступ до **електронної колекції дисертацій Російської державної бібліотеки (РДБ)**. РДБ є унікальним сховищем оригіналів дисертацій, захищених в країні з 1944 р. за всіма спеціальностями, крім медицини та фармації. Всеросійський (до 1991 р. Всесоюзний) фонд дисертаційних робіт був створений у 1944 р. відповідно до Наказу Всесоюзного комітету у справах Вищої школи при РНК СРСР. Зараз у фонді Відділу дисертацій (м. Хімки) зберігаються понад 900 тис. томів дисертацій. Щорічно в РДБ надходить близько 30 тис. дисертацій (20 тис. кандидатських і 10 тис. докторських). У 2003 р. для забезпечення збереження фонду дисертацій та його доступності було створено Електронну бібліотеку дисертацій (ЕБД) РДБ.

На сьогодні ЕБД РДБ налічує близько 800 тис. повних текстів авторефератів та дисертацій [16].

Користувачі нашої бібліотеки мають унікальну можливість отримували доступ до ЕБД РДБ в межах Віртуального читального залу (ВЧЗ) бібліотеки, не покидаючи власного міста. З комп'ютерів ВЧЗ дозволений лише перегляд. Друк та копіювання інформації заборонені згідно з умовами ліцензійної угоди.

ЕБД РДБ має відкриту частину контенту. В каталозі автореферати та дисертації, що знаходяться у ВД, мають зелене гіперпосилання для завантаження «Електронний ресурс». Гіперпосилання червоного кольору дає можливість переглядати повнотекстовий контент лише з комп'ютерів ВЧЗ.

Пошук документів можливий за будь-яким з елементів бібліографічного опису (автор, назва, рік видання тощо), за шифрами спеціальності, за галуззю знань.

Користувачі мережі університету мають доступ до ресурсів проекту **Research4Life**. Це об'єднувальна назва чотирьох програм: ARDI (дослідження для розвитку та інновацій), HINARI (дослідження в галузі охорони здоров'я), AGORA (дослідження в галузі сільського господарства), OARE (дослідження довкілля). Перші дві з них будуть особливо цікавими для інженерів. У загальній сукупності проект Research4Life надає доступ до 44 тис. рецензованих наукових журналів.

ARDI (Research for Development and Innovation) надає доступ до понад 10 тис. назв науково-технічних журналів, книг та довідників. ARDI координується Всесвітньою організацією інтелектуальної власності – World Intellectual Property Organization (WIPO).

HINARI (The Health InterNetwork Access to Research Initiative) надає доступ до результатів досліджень у галузі медицини, хімії, біології та біотехнологій, охорони довкілля, соціальних наук тощо.

Сьогодні програма HINARI пропонує понад 42 тис. інформаційних ресурсів 30 мовами від більше ніж 250 видавництв, доступних для дослідників із 105 країн

світу. Серед ресурсів є досить вартісні, зокрема журнали від Cambridge University Press, Nature Publishing Group, BioOne, IOS Press, Sage Press, M.A. Liebert, De Gruyter, Thieme, Teylor & Francis та ін. Програма також містить журнали інженерної тематики.

EBSCOhost – універсальна повнотекстова електронна БД періодики авторитетного американського видавництва EBSCO Publishing.

Компанія EBSCO є одним із найбільших у світі постачальників журналів в електронному та друкованому форматах.

Бази даних EBSCO містять понад 6 тис. електронних версій відомих журналів, газет, бюлетенів новин, близько 1300 брошур, енциклопедій, довідників і реферативних збірників, більшість з яких повнотекстові. Бази постійно поповнюються.

EBSCO дає можливість пошуку повнотекстових рецензованих спеціалізованих матеріалів соціально-гуманітарної, економічної, медичної, технічної та ін. тематики за 60 пошуковими ознаками. Ресурси БД згруповані в тематичні БД.

Scopus – наукометрична міжнародна бібліографічна і реферативна БД видавничої корпорації Elsevier, один із всесвітньо визнаних інструментів оцінювання наукової діяльності. Індексує понад 21 тис. назв наукових журналів, матеріали конференцій, серіальні книжкові видання з технічних, медичних та гуманітарних наук понад 5 тис. видавців. Scopus індексує публікації з 1996 р. видання до поточного року. До кінця 2016 р. буде збільшено глибину проіндексованих статей, починаючи з 1970 р. видання.

За допомогою інструментів Scopus науковець може провести аналіз світового наукового доробку в межах своєї досліджуваної тематики. Для авторів, які опублікували більше однієї статті, у Scopus створюються індивідуальні облікові записи – профілі авторів з унікальними ідентифікаторами авторів (Author ID). Ці профілі надають таку інформацію: варіанти імені автора, перелік місць його роботи, кількість публікацій, роки публікаційної активності, галузі досліджень, посилання на основних співавторів, загальну кількість

цитувань на публікації автора, загальну кількість джерел, на які посилається автор, індекс Гірша автора тощо. За необхідності за допомогою інструментів Scopus автор може зробити власний профіль одноманітним, що є необхідним для коректної особистої «видимості» у віртуальному науковому середовищі.

За аналогією з особистим профілем у Scopus створюється профіль установи, який надає таку інформацію: адресу установи, кількість авторів-співробітників установи, кількість публікацій співробітників, перелік основних назв видань, у яких публікуються співробітники установи, та діаграму тематичного розподілу публікацій співробітників установи. Згідно з рішенням колегії Міністерства освіти і науки України, кількість публікацій у БД Scopus розглядається як один із показників оцінювання результативності наукової та науково-технічної діяльності вищих навчальних закладів України.

Інструмент Journal Analyzer дозволяє проводити розширений аналіз наукового рівня видань (у тому числі порівняльний аналіз кількох видань), що індексуються Scopus.

Станом на березень 2014 р. в Scopus індексується 58 українських журналів, із них 2 журнали СумДУ (Журнал нано- та електронної фізики та Проблеми і перспективи управління в економіці). Scopus доступний у локальній мережі університету.

Більш повний огляд та умови доступу до цих та інших БД дивіться на сайті бібліотеки (розділ «Електронні ресурси» – Тематичні ресурси – Технічні науки) [8]. Колекція постійно доповнюється та оновлюється.

Бібліотека СумДУ є членом Асоціації «Інформатіо-Консорціум» – першого, офіційно зареєстрованого у 2003 р. в Україні як громадська організація, незалежного консорціуму бібліотек, члена Міжнародного консорціуму eIFL.net («Електронна інформація для бібліотек», що об'єднує понад 50 країн Європи, Азії та Африки). Із 2009 р. в Україні реалізується проект ELibUkr, яким теж створено Консорціум університетських та академічних бібліотек України (станом на початок 2014 р. – 27

учасників, СумДУ в проєкті з 2010 р.) [10]. Членство у цих організаціях дає змогу університету отримувати значні знижки у передплаті ресурсів, брати участь у наукових конференціях, навчальних семінарах, отримувати тестові доступи до комерційних БД та користуватися послугою електронної доставки документів. Щороку користувачі СумДУ мають змогу безкоштовно користуватися близько 20 різноманітними передплатними науковими БД. Уважно стежте за новинами на сайті бібліотеки (розділ «Тестові доступи до ресурсів»).

ВИСНОВКИ

Запропоновано ряд електронних інформаційних БД, які будуть надзвичайно корисними у діяльності науковців та дослідників у галузі «Технічні науки» та споріднених галузях.

Використання цих БД істотно зменшить час на пошуки технічної інформації у мережі Інтернет та підвищить продуктивність наукової та дослідницької діяльності в галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Козьменко О. В. Проблеми створення і використання електронних інформаційних ресурсів для потреб аналітиків і науковців / О. В. Козьменко, О. В. Кузьменко, К. М. Жулінська // Вісник Української академії банківської справи. – 2012. – № 1(32). – С. 90–96.
2. Ярошенко Т. О. Організація та управління електронними ресурсами в сучасній бібліотеці / Т. О. Ярошенко // Бібліотекознавство. Документознавство. Інформологія. – 2008. – № 3. – С. 13–21.
3. Україна. Міністерство освіти і науки, молоді та спорту. Про затвердження Положення про електронні освітні ресурси: Наказ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 1 жовтня 2012 р. № 1060 / Україна. Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України // Урядовий кур'єр. – 2013. – № 155. – 29 серпня. – С. 15.
4. Грошева С. Ф. Соотношение традиционных и электронных информационных ресурсов в универсальной научной библиотеке: на примере Приволжского федерального округа Российской Федерации: диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / С.Ф. Грошева. – Самара, 2006. – 248 с.
5. Писляков В. В. Информметрическое моделирование процесса обращения к электронным информационным ресурсам: диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук / В.В. Писляков. – Казань, 2008. – 155 с.
6. Васильев А. Інформаційно-бібліотечна система сучасного ВНЗ: досвід роботи Сумського державного університету / А. Васильєв, Т. Слабко // Вища школа. – 2008. – № 1. – С. 82–85.
7. Шемаєва Г. В. Роль бібліотеки у формуванні науково-освітнього інформаційного простору в контексті Болонської конвенції [Електронний ресурс] / Г. В. Шемаєва. – Харків: Харківська державна академія культури. – Режим доступу: http://library.uipa.edu.ua/library/left_menu/Arhiv/doc/adi/Shemaeva.htm.
8. Веб-сайт бібліотеки Сумського державного університету [Електронний ресурс] // Сумський державний університет. – Режим доступу до ресурсу: <http://library.sumdu.edu.ua>.
9. Ярошенко Т. О. Відкритий доступ – шлях до присутності України у світовій науковій спільноті / Т. О. Ярошенко // Вища школа. – 2011. – № 3. – С. 47–51.
10. Open access resource arXiv.org [Електронний ресурс] // Cornell University. – Режим доступу: <http://arxiv.org/>.
11. The Directory of Open Access Repositories [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.openoar.org/>.
12. Електронний каталог бібліотеки Сумського державного університету [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://lib.sumdu.edu.ua>.
13. Електронний архів Сумського державного університету [Електронний ресурс] // Сумський державний університет. – Режим доступу: <http://essuir.sumdu.edu.ua>.
14. Ярошенко Т. О. Зелений шлях відкритого доступу. Репозитарії та їх роль у науковій комунікації: перші двадцять років / Т. О. Ярошенко // Бібліотечний вісник. – 2011. – № 5. – С. 3–10.
15. The search in public archives of Ukraine [Електронний ресурс] // Institute of Software Systems NAS Ukraine and Zhytomyr Ivan Franko State University – Режим доступу: <http://oai.org.ua/>.
16. Электронная библиотека диссертаций [Електронний ресурс] // Российская государственная библиотека. – Режим доступу: <http://diss.rsl.ru>.
17. Створення та використання електронних ресурсів в університетах України: за результатами дослідження / упоряд.: Т. О. Ярошенко, С. О. Чуканова. – К.: Наукова бібліотека НаУКМА, 2012. – 64 с.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ ІНЖЕНЕРНИХ РОЗРОБОК

У статті розглянуто поняття інтелектуальної власності та його системи, зміст прав інтелектуальної власності на результати науково-технічної творчості, комерційні позначення, об'єкти авторського права і суміжних прав. Основний акцент зроблено на об'єктах права промислової власності, зокрема, на винаходах, корисних моделях, промислових зразках, торговельних марках тощо, що набули найбільшого застосування у підприємницькій діяльності. Висвітлені економіко-правові питання здійснення прав інтелектуальної власності, зокрема їх оцінювання та комерціалізації, а також особливості їх захисту.

The concept of intellectual property, its systems, intellectual property rights on the results of scientific and technical creativity, commercial indicators, objects of copyrighting and related rights are considered in this lecture. The main emphasis is made on industrial property rights, particularly on inventions, utility models, industrial models, trademarks, etc., which are most widely used in entrepreneurial activity. Economic and legal issues of intellectual property rights, including their evaluation and commercialization and peculiarities of their protection are indicated.

ВСТУП

Талановиті вчені, музиканти, інженери, бізнесмени, фотографи та художники – усі прагнуть продавати на ринку свої продукти і послуги та захищати результати своєї праці. Забезпечення на законодавчому рівні права інтелектуальної власності є саме тим засобом, завдяки якому це може бути досягнене.

У сучасному світі об'єкти права інтелектуальної власності, такі як: винаходи, корисні моделі, промислові зразки, торговельні марки, географічні зазначення, комерційна таємниця, комп'ютерні програми, бази даних, твори літератури і мистецтва, фонограми та відеограми тощо, – відіграють значну роль у забезпеченні конкурентоспроможності товарів та послуг і стають таким чином вирішальним фактором економічного розвитку.

Об'єкти права інтелектуальної власності, будучи введеними у цивільний оборот, можуть давати підприємству додатковий прибуток або ж можуть бути самостійним товаром.

СИСТЕМА ПРАВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

У найбільш широкому розумінні інтелектуальна власність означає закріплені законом права на результат творчої діяльності людини у науці, промисловості, літературі та різних видах мистецтва.

Особливість права інтелектуальної власності полягає у тому, що воно складається з двох видів прав: особистого немайнового права творця (автора, винахідника, виконавця тощо) на створений

ним конкретний результат інтелектуальної праці, а також майнового права на цей результат (об'єкт права).

Особисте немайнове право належить лише творцю, тобто конкретній фізичній особі. До нього відносять:

- право на визнання людини творцем об'єкта права інтелектуальної власності;
- право протидіяти будь-якому посяганню на право інтелектуальної власності, що може завдати шкоди честі або репутації творця об'єкта права інтелектуальної власності;
- інші особисті немайнові права інтелектуальної власності, встановлені законом.

До майнового права належать:

- право на використання об'єкта права інтелектуальної власності;
- виключне право дозволяти використання об'єкта права інтелектуальної власності;
- виключне право протидіяти неправомірному використанню об'єкта права інтелектуальної власності, у тому числі заборонити таке використання;
- інші майнові права, установлені законом.

На відміну від особистого немайнового права майнове право може належати як творцю (автору), так і іншій фізичній або юридичній особі. Крім того, воно має часові й територіальні обмеження. Так, наприклад, майнове право на винахід діє упродовж 20 років, а на торговельну марку – 10 років із правом багаторазового продовження кожний

раз ще на 10 років. На літературні та художні твори це право діє упродовж усього життя автора та 70 років після його смерті. У свою чергу, патент на винахід діє лише виключно на території тієї країни, патентним відомством якої він виданий. Тобто патент, виданий в Україні, не діє на території інших держав.

Після закінчення терміну дії охоронного документа об'єкт права інтелектуальної власності стає суспільним надбанням, тобто ним може скористатися будь-яка фізична чи юридична особа.

Об'єкти права інтелектуальної власності можна поділити на три групи:

- об'єкти права промислової власності (винаходи, корисні моделі, промислові зразки, торговельні марки, географічні зазначення, фірмові найменування);
- об'єкти авторського права та суміжних прав (літературні твори, художні твори, комп'ютерні програми, бази даних, виконання творів, фонограми та відеограми, передачі організацій мовлення);
- нетрадиційні об'єкти інтелектуальної власності (сорти рослин, породи тварин, топографії інтегральних мікросхем, комерційні таємниці, наукові відкриття, раціоналізаторські пропозиції).

Право інтелектуальної власності суміщає дві сфери прав: право промислової власності й авторське право та суміжні права.

ПРАВО ПРОМИСЛОВОЇ ВЛАСНОСТІ

Право промислової власності охороняє права на об'єкти інтелектуальної власності, що відносяться до групи об'єктів права промислової власності та нетрадиційних об'єктів інтелектуальної власності (крім наукового відкриття).

Винахід та корисна модель

Винахід – творче вирішення технічного або технологічного завдання, що відповідає критеріям патентоспроможності.

Корисна модель – творче технічне чи технологічне вирішення завдання.

Об'єкти винаходу (корисної моделі):

- продукт (пристрій, речовина, штам мікроорганізму, культура клітин рослин і тварин тощо);
- процес (спосіб);
- нове застосування відомого раніше продукту чи процесу.

Умови патентоздатності винаходу:

- абсолютна світова новизна – невідомість рішення в усьому світі незалежно від форми його розкриття;
- винахідницький рівень – неочевидність рішення для спеціаліста середньої кваліфікації у даній галузі;
- промислова придатність – придатність до відтворення промисловим способом у необмеженій кількості рівноцінних копій.

Умови патентоздатності корисної моделі:

- новизна (локальна);
- промислова придатність.

Процес отримання патенту на винахід та корисну модель передбачає такі стадії:

- оформлення заявки;
- подання заявки до Укрпатенту;
- подання до Укрпатенту у встановлений термін клопотання про проведення кваліфікаційної експертизи (лише для винаходу);
- подання до Укрпатенту документа про сплату державного мита за видачу патенту після отримання відповідного рішення;
- отримання патенту.

Заявка – це пакет документів, що містить:

- опис винаходу (корисної моделі), в якому розкривається сутність запропонованого рішення, зазначається галузь його застосування, докладно описуються послідовність та принцип дії тощо;
- формула винаходу (корисної моделі) – стисле (одне речення!) описання суті запропонованого рішення, за яким буде визначатися обсяг прав, закріплених патентом;
- графічний матеріал (малюнки, схеми, креслення, карти тощо), якщо це є необхідним;
- реферат;

- квитанція про сплату державного мита.

Термін дії патенту: для винаходу – 20 років із моменту подачі заявки, для корисної моделі – 10 років.

Промисловий зразок

Це нове конструктивне рішення виробу, що визначає його зовнішній вигляд і служить для задоволення естетичних та ергономічних потреб людини.

Об'єктами промислового зразка можуть бути форма, малюнок чи розфарбування або ж їх поєднання.

Умови патентоспроможності промислового зразка:

- новизна;
- промислова придатність.

Охоронний документ – патент із терміном дії 15 років із моменту подачі заявки.

Географічне зазначення

Це назва географічного місця, яке використовується як позначення у назві товару, що походить із цього географічного місця та має певні якості, репутацію або інші характеристики, в основному обумовлені характерними для даного географічного місця природними умовами чи людським фактором або поєднанням цих природних умов та людського фактора.

Види географічних зазначень:

- природні (сформувалися під впливом природних умов);
- штучні (сформувалися під впливом діяльності людини);
- змішані (сформувалися під впливом дії як природних умов, так і людської діяльності).

Охоронний документ на географічне зазначення – свідоцтво без обмеження терміну дії.

Торговельна марка

Це зазначення, що дозволяє виділити товари та послуги конкретного виробника серед групи аналогічних товарів.

Торговельна марка має також рекламну функцію, тобто здатна привертати увагу споживачів товарів та послуг. За допомогою торговельної марки передаються певні відомості щодо якості або властивостей товару чи послуг, створюється образ фірми.

Торговельна марка може бути також самостійним товаром, тому що її власник може продати торговельну марку або надати іншій особі на вигідних для себе умовах ліцензію на її використання.

Охоронний документ на торговельну марку – свідоцтво з терміном дії 10 років із моменту подання заявки та з правом неодноразового продовження (кожен раз на 10 років).

Фірмове найменування

Це найменування, що використовують для виділення товарів повної фірми (організації тощо).

На відміну від торговельної марки, що поширюється лише на певний вид товарів чи послуг окремого виробника, фірмове найменування використовується для усього спектра товарів чи послуг конкретного виробника і є найчастіше його фірмовим ім'ям, тобто юридичною назвою.

Фірмове найменування не вимагає окремої державної реєстрації.

Комерційна таємниця

Це конфіденційна технічна, комерційна, організаційна чи будь-яка інформація, здатна підвищити ефективність виробництва або будь-якої іншої доцільно корисної діяльності чи забезпечити будь-який інший позитивний ефект, що є об'єктом заходів із метою збереження її конфіденційності.

АВТОРСЬКЕ ПРАВО ТА СУМІЖНІ ПРАВА

Об'єктами авторського права є твори науки, літератури та мистецтва. Лише оригінальні твори можуть бути об'єктами авторського права. Самі ідеї, покладені в основу твору, необов'язково повинні бути новими, проте форма їх вираження, будь-то літературна чи художня, обов'язково повинна бути оригінальною. Тобто на відміну від права промислової власності авторське право захищає не саму ідею, а оригінальну форму її вираження.

На відміну від промислової власності, де автори одержують охоронні документи на об'єкти промислової власності у формі патентів або свідоцтв і де існують чіткі процедури охорони, виникнення та здійснення прав авторів не вимагають

виконання будь-яких формальностей. Вважається, що ці права охороняються законом із моменту оприлюднення об'єкта, тобто діє презумпція авторства: будь-яка особа, яка заявила про своє авторство на новий об'єкт авторського права, вважається автором, якщо у встановленому законом порядку не буде доведено інше. За бажанням, власник авторського права у будь-який час упродовж терміну охорони авторського права може його зареєструвати в офіційному державному реєстрі та отримати свідоцтво про авторство. У разі виникнення суперечки стосовно авторства така реєстрація буде визнана судом як юридична презумпція авторства.

Національне законодавство з охорони авторських прав більшості країн передбачає захист таких видів творів:

- літературних творів (романи, оповідання, поеми, драматургічні твори тощо);
- музикальних творів;
- творів образотворчого мистецтва (малюнки, картини, гравюри, скульптури тощо);
- технологічних карт та креслень;
- фотографій;
- кінематографічних творів;
- комп'ютерних програм.

Право на об'єкт авторського права виникає з моменту виникнення його об'єктивної форми у будь-якому вигляді.

Суб'єктами авторського права є особи, яким належить авторське право на твір. Існують первинні та вторинні суб'єкти авторського права.

Первинний суб'єкт – фізична особа або група осіб, творчою працею яких було створено твір (автор, співавтор, укладач, перекладач).

Вторинний суб'єкт – фізична або юридична особа, яка сама не створювала твір, але стала власником прав на нього за договором або за законом (замовник, роботодавець, спадкоємець, видавець).

Майнові права на твір можуть належати як первинному, так і вторинному суб'єкту авторського права. Особисті немайнові – виключно первинному.

Особисті немайнові права в авторському праві захищають зв'язок особи

автора з його твором. Їх не можна оцінити у грошовому еквіваленті, вони є невідчужуваними і від них не можна відмовитися. До них відносять:

- право на авторство (право бути визнаним автором твору). Право авторства належить лише творцю. Без авторського права неможливо забезпечити право на авторське ім'я;
- право на авторське ім'я – автору належить право використовувати створений ним твір під своїм ім'ям. Автор має право вимагати, щоб при кожному використанні його твору незалежно від форми такого використання обов'язково було зазначено, що саме він є автором цього твору;
- право на псевдонім – право автора виступати під будь-яким вигаданим ним ім'ям та вимагати, щоб при кожному використанні твору було зазначено саме це ім'я;
- право на анонімність – право автора вимагати, щоб кожне використання його твору відбувалося без зазначення його імені;
- право на публічне оприлюднення твору та на його відклик – автору належить право публічно оприлюднити або надати дозвіл на публічне оприлюднення його твору у будь-якій формі. Під публічним оприлюдненням розуміють дії, що роблять твір доступним для громадськості шляхом його публікації, публічного показу або виконання, передачі в ефір тощо. Право на публічне оприлюднення передбачає право на відклик, тобто право відмовитися від раніше прийнятого рішення про публічне оприлюднення. Право на відклик може бути реалізоване у будь-який час, після того як автор дав згоду на публічне оприлюднення або ж сам оприлюднив твір;
- право на захист репутації автора – автору належить право перешкоджати будь-якому викривленню, зміненню його твору або іншому посяганню на твір, що може завдати шкоди честі та

репутації автора. Тобто забороняється без згоди автора вносити будь-які зміни у твір, його назву та позначення імені автора. Забороняється без згоди автора додавати до твору ілюстрації, коментарі, передмови, післямови, а також будь-які пояснення.

Автору твору належать виключні майнові права на використання його твору у будь-якій формі та будь-яким способом відповідно до закону.

До майнових прав відносять:

- право на відтворення;
- право на розповсюдження;
- право на прокат;
- право на передачу у тимчасове використання;
- право на публічний показ;
- право на публічне виконання;
- право на передачу в ефір та оповіщення кабельною мережею;
- право на ретрансляцію;
- право на переклад;
- право на перероблення;
- інші майнові права.

Крім цих видів прав, у авторському праві існує також особливе право «право наслідування» – право на отримання автором 5 % відсотків від суми продажу створеного ним об'єкта мистецтва, а у разі смерті автора – його нащадками при кожному наступному продажу об'єкта, починаючи з другого продажу.

Особисті немайнові права в авторському праві не мають терміну обмеження дії, тобто діють безстроково.

Майнові права діють упродовж усього життя автора і 70 років після його смерті.

Одна з форм охорони авторських прав полягає у тому, що власник авторського права для сповіщення про свої права може використовувати знак охорони авторського права, що проставляється на кожному примірнику твору і складається з латинської літери «С» у колі – ©, імені (найменування) власника авторського права і року першого опублікування твору.

Під суміжними правами розуміють права, пов'язані з авторськими. Це права осіб, що не є авторами творів, проте без їх творчого внеску неможливо було б реалізувати авторські права творців.

Існують три різновиди суміжних прав:

- права виконавців на їх виконання;
- права виробників фонограм та відеограм на їх фонограми та відеограми;
- права організацій ефірного мовлення на їх радіо- та телепередачі.

Особисті немайнові суміжні права діють безстроково, майнові – упродовж 50 років із моменту першого виконання, запису фоно- та відеограм, виходу передачі в ефір.

Виробники фонограм та відеограм, виконавці для сповіщення про свої права на всіх примірниках фонограм чи на їх пакуванні мають право проставляти знак охорони суміжних прав, що складається з латинської літери «Р» у колі, імені (найменування) власника суміжних прав та року першої публікації фонограми.

КОМЕРЦІАЛІЗАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ ПРАВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

Метою комерціалізації об'єктів інтелектуальної власності є отримання прибутку за рахунок їх використання або продажу чи передачі прав на використання іншим юридичним чи фізичним особам.

Основними способами комерціалізації об'єктів права інтелектуальної власності є:

- використання у власному виробництві;
- внесення прав на об'єкти права інтелектуальної власності до статутного капіталу підприємства;
- передача (продаж) прав на об'єкти права інтелектуальної власності.

Передача прав на використання об'єкта права інтелектуальної власності здійснюється на основі ліцензійного договору. Власник на будь-який об'єкт промислової власності (ліцензіар) може продати ліцензію (видати дозвіл на використання) будь-якій особі (ліцензіату), якщо він не хоче або не в змозі самотійно використовувати відповідний об'єкт. Ліцензіат отримує право на використання об'єкта інтелектуальної власності лише на обумовленій ліцензійним договором території та на певний термін.

Залежно від обсягу прав, що передаються, розрізняють види ліцензій:

- виключну – видається лише одному ліцензіату і виключає можливість використання об'єкта ліцензіаром;
- одиничну – видається лише одному ліцензіату і виключає можливість видачі ліцензії іншим особам, але не виключає можливості використання об'єкта ліцензіаром;
- невиключну – не виключає можливості використання об'єкта ліцензіаром та видачі ним ліцензій іншим ліцензіатам.

За ліцензійним договором завжди передбачається виплата певної грошової винагороди ліцензіару. Основними видами ліцензійних платежів є роялті, паушальний та комбінований платежі.

Роялті – вид платежів, який платять ліцензіат ліцензіару впродовж усього терміну дії ліцензійного договору у вигляді відсотка від суми прибутку чи суми обороту від випуску продукції або диференційованої ставки з одиниці ліцензійної продукції.

Паушальний платіж – це виплата ліцензіарові визначеної зафіксованої в договорі суми ще до початку масового випуску ліцензійної продукції.

Комбіновані платежі – найбільш поширені та передбачають виплату ліцензіару ліцензіатом сталого платежу до початку виробництва та збуту ліцензійної продукції з подальшою виплатою залишку розрахункової ціни ліцензії у вигляді роялті.

Оцінювання вартості (ціни) прав на об'єкти інтелектуальної власності є одним із необхідних, відповідальних і складних етапів їх комерціалізації.

Залежно від об'єкта права інтелектуальної власності та мети оцінювання вибирають підхід до оцінювання. Існує три підходи:

- витратний – визначення вартості прав на об'єкт інтелектуальної власності ґрунтується на розрахунку витрат на відновлення об'єкта інтелектуальної власності в поточних цінах за вирахуванням морального зносу (амортизації);
- дохідний – вартість прав на об'єкт інтелектуальної власності визначається величиною майбутньої користі, яку отримує власник;

- порівняльний – полягає у тому, що вартість прав на об'єкт інтелектуальної власності визначається шляхом зіставлення цін недавніх продажів прав на подібні об'єкти.

У рамках кожного підходу існує кілька методів, що дозволяють розраховувати вартість прав на об'єкти інтелектуальної власності у грошових одиницях.

ЗАХИСТ ПРАВ НА ОБ'ЄКТИ ПРАВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

Як тільки інформація про об'єкт інтелектуальної власності стає відомою несумлінним конкурентам, у них виникає спокуса використати цей об'єкт у своїх інтересах без дозволу правовласника, тобто незаконно. Щоб запобігти порушенню прав і компенсувати витрати, що виникають унаслідок порушення цих прав, в Україні створена система, що дає можливість захищати ці права.

Дії, що визнаються порушенням прав без отримання відповідного дозволу власника прав:

1. Відносно винаходу (корисної моделі):

- виготовлення продукту із застосуванням запатентованого винаходу (корисної моделі), застосування такого продукту, пропонування для продажу, у тому числі через Інтернет, продаж, імпорт та інше введення його в оборот;
- застосування процесу, що охороняється патентом, або пропонування його для застосування, якщо особа, яка пропонує цей процес, знає про те, що його застосування забороняється без згоди власника патенту.

2. Відносно промислового зразка:

- виготовлення виробу із застосуванням запатентованого промислового зразка, застосування такого виробу, пропонування для продажу, у тому числі через Інтернет, продаж, імпорт та інше введення в оборот.

3. Відносно географічного зазначення:

- нанесення його на товар або етикетку;

- нанесення його на упаковку, застосування у рекламі;
- використання зареєстрованого зазначення походження товару як видової назви.

4. Відносно торговельної марки:

- нанесення знака на будь-який товар, упаковку, вивіску, етикетку, нашивку тощо, зберігання такого товару, пропонування для продажу, продаж, імпорт та експорт;
- застосування його під час пропонування та надання будь-якої послуги;
- застосування його в діловій документації чи рекламі та в мережі Інтернет, у тому числі в доменних іменах.

5. Відносно об'єктів авторського права та суміжних прав:

- оприлюднення твору без зазначення імені автора, ілюстрування твору, спотворення твору, зміна твору тощо;
- будь-яке відтворення чи використання твору без дозволу автора без виплати йому винагороди (крім певних, визначених законом випадків та за умови збереження законних інтересів автора).

Залежно від виду прав на об'єкт інтелектуальної власності та виду завданої йому шкоди власник прав має право звернутися з позовом до суду та вимагати від порушника:

- припинення дій, які порушують або створюють загрозу порушення його права, і відновлення становища, що існувало до порушення права;
- стягнення завданих збитків, включаючи неoderжані доходи;
- відшкодування моральної шкоди;
- вилучення з обігу товару, неправомірно виготовленого або такого, що містить неправомірно використані зазначення;
- вилучення з товару чи його упаковки неправомірно нанесеного зазначення, а за неможливості цього – знищення товару;

- вживання інших передбачених законами заходів, пов'язаних із захистом його прав.

ВИСНОВКИ

Далеко не останнє місце у становленні та розвитку високорозвиненого цивілізованого суспільства належить інженерам. Але сучасному інженерові уже недостатньо розробити новий технічний об'єкт, він повинен забезпечити цьому об'єкту належну правову охорону. Тому сучасний інженер повинен не лише вміти спроектувати той чи інший об'єкт, а й професійно використати творчі надбання суспільства, захистити створений ним об'єкт від неправомірного використання, надати йому найбільш привабливої для потенційного споживача форми та отримати максимальний прибуток від використання створеного об'єкта.

Таким чином, стає очевидною необхідність вільного володіння основами знань, пов'язаних із набуттям, використанням та захистом інтелектуальної і, у першу чергу, промислової власності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Цибульов П. М. Популярно про інтелектуальну власність: абетка / П. М. Цибульов, В. П. Чеботарьов; за заг. ред. канд. екон. наук М. В. Паладія. – К. : ТОВ «Альфа-ППК», 2004. – 56 с.
2. Цибульов П. М. Основи інтелектуальної власності / П. М. Цибульов. – К. : Інститут інтелектуальної власності і права, 2003. – 172 с.
3. Інтелектуальна власність : навч. посіб. : у двох частинах / І. П. Каплун, Е. В. Колісніченко, В. О. Панченко, А. А. Папченко. – Суми : СумДУ, 2010 – 149 с.
4. Український інститут інтелектуальної власності (УКРПАТЕНТ) [Електронний ресурс]. // ДП УКРПАТЕНТ – Режим доступу : <http://www.uipv.org/>.

КОМЕРЦІАЛІЗАЦІЯ ІНЖЕНЕРНИХ РОЗРОБОК: СЕКРЕТИ УСПІШНОГО НАУКОВЦЯ

Україна має високий потенціал наукових розробок і технічних рішень інженерного спрямування. За високого рівня базової підготовки вітчизняні фахівці часто зазнають труднощів, пов'язаних із завданнями практичної реалізації власних розробок і технічних рішень. Базова інженерна освіта в Україні сьогодні недостатньо враховує специфіку вимог щодо реалізації інженерних розробок з урахуванням ринкових зовнішніх обставин. Ця стаття орієнтована на фахівців, які мають інженерну освіту, аспірантів і студентів, які навчаються на старших курсах за спеціальностями інженерного спрямування. Оскільки в межах однієї статті неможливо висвітлити усі особливості реалізації інженерних розробок, у ній викладені основні аспекти з акцентуванням уваги на рекомендації практичного спрямування.

Ukraine has high potential for scientific research and technical solutions in engineering areas. At high levels of basic qualifications Ukrainian specialists often have difficulties related to the practical implementation of their own development and technical solutions. Nowadays, basic engineering education in Ukraine is not sufficiently tailored to the requirements for realization of Engineering at market external circumstances. This lecture is aimed at professionals with engineering degree, graduate students and students enrolled in the undergraduate engineering studies. As it is impossible to cover all features of the implementation of engineering projects in one lecture, it outlines the main aspects with emphasis on recommendations of practical direction.

ВСТУП

Вітчизняні науковці та інженери мають високий рівень кваліфікації у своїй сфері, але їм часто бракує досвіду практичної реалізації конкретних інженерних розробок. Це призводить до того, що, на жаль, велика частка інженерних розробок залишаються на папері. Як аргумент можна почути виправдання про несприятливі умови у державі, але паралельно працюють інжинірингові компанії та науковці, які успішно впроваджують відповідні технічні рішення в аналогічних зовнішніх умовах.

Справа у тому, що діяльність із реалізації проектів, в основі яких лежать інженерні розробки, є досить складною. Розробник зіштовхується з необхідністю вирішення складних і часто не характерних для нього завдань. Це – пошук місця впровадження розробки, пошук партнерів, пошук джерел фінансування, забезпечення реалізації проекту тощо. При цьому необхідно враховувати велику кількість факторів, до яких відносять:

- питання життєздатності проекту з технічної точки зору;
- економічну життєздатність проекту;
- питання фінансування проекту;
- організаційні питання реалізації проекту;
- юридичні аспекти реалізації проекту.

Кожен проект, в основі якого лежать інженерні розробки, є унікальним і повинен розглядатися окремо для знаходження індивідуального рішення. Однак процеси

розроблення і реалізації різних проектів є поетапними та мають багато спільного.

У цій статті будуть розглянуті основні питання практичної реалізації технічних рішень.

ПРОЕКТНИЙ ЦИКЛ

Послідовний процес, в якому плануються, розробляються, виконуються проекти й оцінюються їх результати, отримав назву «Проектний цикл».

Кожен проект незалежно від його складності та змісту проходить у своєму розвитку певні етапи: від стану «проекту ще немає», до стану «проекту вже немає». У зв'язку з цим ще одне визначення проектного циклу – інтервал часу між моментом появи проекту і моментом його завершення (також використовується термін «життєвий цикл проекту»). Стани, через які при цьому проходить проект, називають фазами (етапами, стадіями).

Загалом ці фази/етапи розвитку проекту такі (рис. 1):

- планування, розроблення;
- реалізація;
- експлуатація;
- закінчення роботи.

Етапи циклу послідовні, тобто для успішного початку наступного етапу необхідне завершення попереднього.



Рисунок 1 – Стадії проектного циклу

Планування

Основним завданням є розроблення концепції проекту, що вміщує аналіз існуючої ситуації і вибір найбільш прийняттого технічного рішення, схеми та джерел фінансування.

Процес планування передбачає:

- збір вихідних даних, аналіз існуючого стану, визначення параметрів проекту;
- виявлення потреби в змінах, тобто в проєкті;
- визначення ключових учасників, вивчення їх цілей, мотивації та вимог;
- попереднє оцінювання економічних і фінансових показників проєкту;
- аналіз і порівняння альтернативних технічних рішень;
- оцінювання економічних і фінансових показників проєкту, визначення структури фінансування проєкту;
- аналіз національних і місцевих вимог щодо отримання ліцензій, сертифікатів, дозволів тощо;
- аналіз бар'єрів і можливих ризиків реалізації проєкту;
- встановлення ділових контактів;
- затвердження концепції проєкту та ухвалення рішення про початок робіт із реалізації проєкту.

Якщо проектна ідея видається цікавою, то для більш точного визначення доцільності проєкту та порівняльного

оцінювання альтернатив уже на цій фазі може знадобитися виконання попереднього або повного техніко-економічного обґрунтування.

Якщо після проходження початкової фази проєкт одержав схвалення, далі необхідно вирішити такі питання:

- призначення керівника та формування команди, в першу чергу її ключових членів;
- установа ділових контактів і вивчення цілей, мотивації та вимог замовника і власників проєкту, а також інших ключових учасників;
- розвиток концепції, планування предметної сфери та інших елементів проєкту;
- розроблення зведеного плану проєкту, який є не що інше, як затверджений документ, що буде використовуватися керівництвом під час виконання та контролю проєкту;
- затвердження зведеного плану проєкту та одержання схвалення на продовження робіт.

На цьому етапі розробляється бізнес-план проєкту. Особливо це актуально у разі необхідності залучення додаткового зовнішнього фінансування на реалізацію проєкту.

По закінченні планування власник проєкту повинен оцінити його ключові показники. Якщо результати є обнадійливими, то наступні кроки – це отримання фінансування та реалізація проєкту.

Реалізація

На етапі реалізації необхідно забезпечити чітке виконання всіх дій, необхідних для досягнення мети проєкту, відповідно до бюджету, графіка робіт і вимог нормативних документів.

Реалізація проєкту зазвичай передбачає:

- розроблення технічного проєкту, проходження процедур узгодження, отримання необхідних дозволів і ліцензій;
- організацію та проведення торгів, укладання контрактів;

- закупівлю/виготовлення обладнання, проведення будівельних і монтажних робіт;
- укладання договорів на поставку сировини та енергоресурсів і на продаж продукції;
- вирішення поточних завдань та проблем;
- підготовку фахівців для експлуатації створеного об'єкта;
- введення об'єкта в експлуатацію будівельними та монтажними організаціями.

Експлуатація

На етапі експлуатації досягаються основні результати проекту. Важливими умовами для цього є правильна експлуатація та функціонування технічного обладнання. Це може бути досягнуто лише за рахунок кваліфікації обслуговуючого персоналу, регулярного контролю, систематичного техобслуговування.

Некваліфікований обслуговуючий персонал, брак чітко регламентованих інструкцій з експлуатації і техобслуговування можуть призвести до істотного погіршення показників проекту в майбутньому.

Регулярне виконання програми техобслуговування дозволяє уникнути великих і дорогих ремонтів, а також вторинних експлуатаційних витрат.

Закінчення роботи

Це фаза виведення з експлуатації обладнання та споруд після закінчення проектного терміну служби.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ПРОЕКТУ

Важливим кроком є оцінювання технічної та економічної доцільності реалізації запропонованого технічного рішення. Таке завдання вирішується під час виконання техніко-економічного обґрунтування (ТЕО).

Одне з визначень ТЕО – це документально оформлені результати маркетингових і техніко-економічних досліджень, що обґрунтовують доцільність і можливість реалізації проекту, вибір найбільш ефективних організаційних,

технічних, екологічних та економічних рішень для введення у дію нових виробничих (технологічних) потужностей або реконструкції та модернізації діючих.

ТЕО базується на порівняльному оцінюванні витрат і результатів; установленні ефективності використання, терміну окупності вкладень.

ТЕО є необхідним для кожного інвестора дослідженням, у ході підготовки якого проводиться ряд робіт із вивчення та аналізу всіх складових інвестиційного проекту і розроблення термінів повернення вкладених у бізнес коштів.

Наявність ТЕО часто може бути необхідною вимогою для участі в конкурсах на отримання субсидій, замовлень, інвестицій, грантів, кредитів тощо.

У ході ТЕО необхідно виконати оцінювання технічної й економічної ефективності та реалістичності проекту. Найтипівіші питання, на які оцінювання повинне дати відповіді, містити:

- визначення базових умов (наприклад, термін служби існуючого обладнання, наявне споживання енергоресурсів, потужність та продуктивність обладнання тощо) і оцінювання можливих сценаріїв реалізації проекту;
- економічно доцільний масштаб або потужність обладнання;
- аналіз технічних і економічних альтернатив, пов'язаних із реалізацією проекту;
- концептуальний проект обладнання і технічних рішень;
- оцінювання вартості обладнання, установок, а також супутні витрати;
- рекомендації щодо вибору виконавців/постачальників;
- оцінювання вимог з обслуговування нового обладнання;
- початковий аналіз відповідності до вимог з експлуатації та безпеки.

Специфічні питання, які також необхідно проаналізувати, можуть вміщувати:

- доступність технології, сировини, матеріалів тощо;

- можливість конфлікту запропонованого технічного рішення з наявними виробничими процесами;
- надійність запропонованого рішення;
- наявні вимоги до процесу/обладнання;
- наявність кваліфікованого обслуговуючого персоналу;
- забезпеченість необхідними площами, комунікаціями тощо;
- вплив запропонованого рішення на якість продукції;
- інші специфічні вимоги.

ТЕО передбачає визначення основних фінансових та економічних показників проекту.

Для ухвалення рішення про ефективність проекту проводять розрахунок фінансових показників проекту. Найбільш поширеними є:

- термін окупності (РВ);
- дисконтований період окупності (DPB);
- чиста поточна вартість (NPV);
- індекс прибутковості (PI);
- внутрішня норма рентабельності (IRR).

АНАЛІЗ ЧУТЛИВОСТІ ПРОЕКТУ

Під час виконання економічних розрахунків виникає необхідність припускати деякі невідомі чинники. Це можуть бути фактори, що знаходяться поза контролем підприємства (ціна на сировину, матеріали, енергоресурси, зміна ціни і попиту на продукцію) або частково знаходяться під контролем підприємства (виробничі витрати, термін уведення обладнання в експлуатацію та служби проекту).

Наприклад, фактори, що доцільно враховувати під час аналізу чутливості проекту з установами біогазової установки, наведено на рис. 2.

Результати економічних розрахунків можуть бути дуже чутливі до цих чинників. У зв'язку з цим доцільно виконувати аналіз чутливості проекту. Його метою є визначення ступеня впливу на фінансовий результат припущень, які приймалися під час виконання прогнозів.

Забезпеченість сировиною:

- доступні обсяги сировини та їх стабільність упродовж року;
- наявність альтернативних джерел сировини;
- вартість сировини (якщо планується придбання у зовнішнього постачальника)

Зовнішні умови:

- витрати часу та коштів на підключення до електричних мереж можуть бути більші ніж планувалося (якщо плануються генерація та продаж електричної енергії)

Стадія будівництва:

- проблеми з постачальниками обладнання;
- затримки в будівництві;
- зміна валютних курсів;
- збільшення вартості матеріалів та робіт

Стадія експлуатації:

- обсяги виробництва біогазу, теплової енергії, електричної енергії;
- вартість продажу продукції може бути нижча, ніж планувалося;
- попит на теплову енергію та органічні добрива може бути меншим, ніж планувалося

Рисунок 2 – Приклад

Технічно таке завдання вирішується шляхом підрахунку фінансових показників проекту (NPV, IRR та ін.) при зміні кожного фактора на певну величину (наприклад, на 10, 20, 50 %). Величина відхилень визначається виходячи з припущень про можливе відхилення певного параметра.

Такий підхід дозволяє визначити, які з факторів найбільше впливають на життєздатність проекту.

Аналіз чутливості проекту пов'язаний з управлінням ризиками.

РИЗИКИ ПРОЕКТУ

Успішність реалізації проекту залежить від величезної кількості чинників різного характеру: технічних аспектів проекту, питань нормативно-правового та організаційного характеру, фінансових, економічних, політичних та інших питань.

І якщо під час реалізації проекту виникнуть якісь труднощі, то проект може бути або не реалізований, або мати більш низькі показники рентабельності.

Під час планування реалізації проекту необхідно приділяти особливу увагу оцінюванню ризиків та аналізу можливостей їх зниження або управління ризиками. Інформацію щодо оцінювання ризиків зручно представити у табличному вигляді зі стовпцями:

- потенційні ризики;
- заходи щодо зниження або управління ризиками.

Опрацювання інформації з управління ризиками проекту потребує проведення глибокого аналізу. Ризики зручно поділяти відповідно до фаз проектного циклу, а саме: ризики планування, ризики реалізації та ризики експлуатації. Узагальнення ризиків наведено на рис. 3.

Ризик здійсненності

На етапі планування може бути виявлено, що внаслідок яких-небудь причин проект є нездійсненним.

Ризик дозволів/ліцензій

Реалізація більшості проектів вимагає отримання певних дозвільних документів та погоджень, необхідних для будівництва і роботи об'єкта. Ця процедура може затягнутися в часі або взагалі не буде здійснена. З метою зниження цього ризику можна доручити експертам із досвідом аналогічних проектів дати незалежне

оцінювання ризику. Важливим є розуміння процедур одержання відповідних дозволів.

Проект, який не буде продовжений після фази планування, не має шансів компенсувати понесені витрати з планування і таким чином є завжди збитковим. Однак краще виявити певні бар'єри на стадії планування, ніж на будь-якій більш пізній стадії, коли буде витрачено набагато більше грошей.

Ризик перевитрати часу

Ризик, що проект не буде виконаний за розкладом. Цим ризиком можна управляти через контракти з будівельною компанією і постачальниками обладнання у формі заохочення (наприклад, бонуси за своєчасне завершення) та/або штрафів (наприклад, гарантії виконання контракту або гарантії завершення, вводячи поправку на матеріальний збиток, що повинен бути відшкодований за затримки в поставці або в завершенні).

Ризик перевитрати капітальних витрат

Витрати, враховані у здійсненні проекту, можуть виявитися більш високими, ніж очікувалося. Потрібно проаналізувати можливість підписання контрактів із фіксованою ціною для найбільш важливих компонентів проекту або можливість укладення контрактів «під ключ».

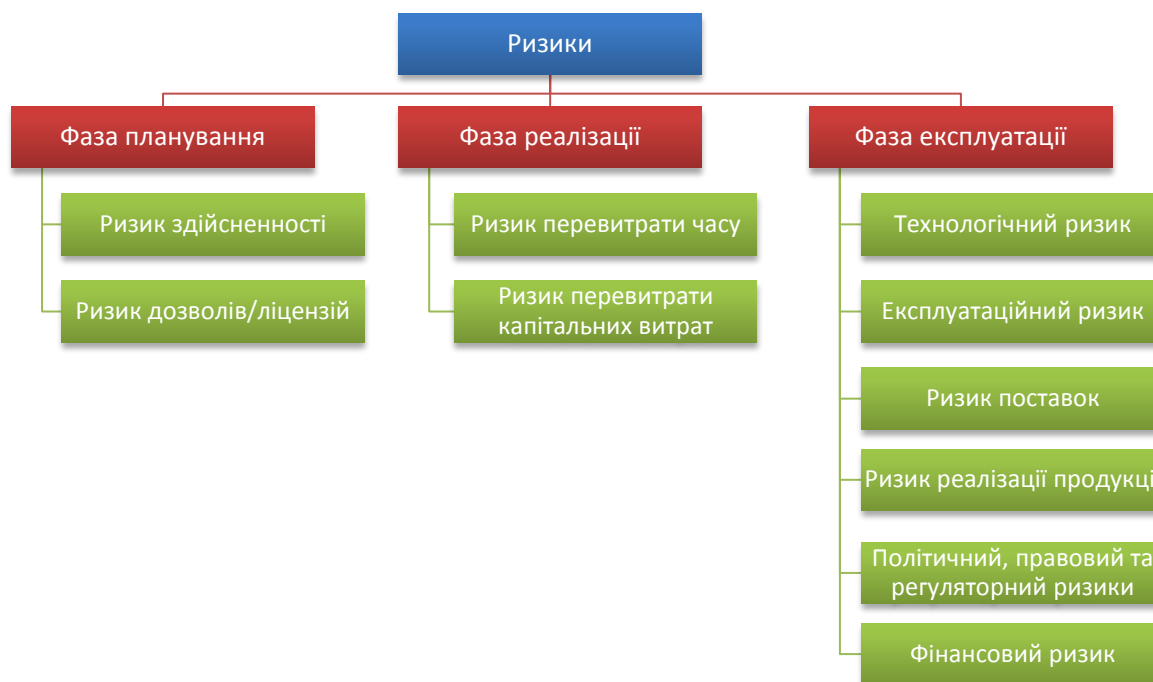


Рисунок 3 – Класифікація ризиків різних стадій проекту

У разі виникнення ризику повинно бути визначено, хто з партнерів буде фінансувати перевитрату коштів і чи готовий він до цього.

Технологічний ризик

Технологічні характеристики встановленого обладнання можуть не відповідати запланованим у проекті. Одним із шляхів управління цим ризиком є придбання обладнання, устаткування, технологій у постачальника з хорошою репутацією і встановлення вимог гарантії якості. Власник проекту аналізує позитивний досвід застосування технології та обладнання, досвід підрядників у застосуванні цього обладнання (або подібного).

Експлуатаційний ризик

Проект може не виправдати очікувань і витрати на експлуатацію можуть бути вищі, ніж планувалося. Шляхами зниження ризику є: залучення до обслуговування обладнання кваліфікованого і добре навченого персоналу; укладення контракту з оператором, який забезпечить експлуатацію та техобслуговування обладнання і гарантуватиме досягнення певних технічних показників.

Ризик поставок

Можуть виникнути збої в постачанні ключових ресурсів для проекту або може підвищитися їх ціна.

Наприклад:

Для проекту з перероблення відходів птахофабрики:

- може закритися птахофабрика;
- власник птахофабрики може підвищувати ціну за відходи.

Цим ризиком можна управляти через контракти на поставку, що фіксують частину або весь обсяг і/або ціну ключових ресурсів. Можливість купівлі ресурсів у альтернативних постачальників також знижує ризик.

Ризик реалізації продукції

Через зниження попиту або збільшення поставок з боку конкурентів ціни на продукцію, вироблену в проекті, можуть бути нижчими, ніж планувалося. Під час вироблення енергії та енергозбереження,

можуть виникнути проблеми з отриманням оплати за енергію від споживачів.

Цим ризиком можна управляти через підписання довгострокових угод з купівлі з фіксованою ціною. Але в цьому випадку ризик перекладається на покупця. Хоча ціна може змінюватися й у вигідному для нього напрямку.

Політичні, правові та регуляторні ризики

Політична ситуація в країні, в якій знаходиться проект, може бути недостатньо стабільною, щоб гарантувати постійне виконання проекту. Можуть відбуватися зміни у правовому або регуляторному режимі. Ризиком управляють на стадії планування.

Фінансові ризики

Інфляція, валютний курс чи інші фінансові змінні можуть мати негативний вплив на фінансові характеристики проекту. Цим ризиком можна управляти через угоди з постачання і купівлі (наприклад, гарантуючи, що вони представлені в одній і тій самій валюті).

Партнерські ризики

Партнер за контрактом може поводитися нечесно в рамках цього контракту. Це може статися стосовно будь-якого контракту на будь-якій стадії проекту. Цим ризиком можна управляти, гарантуючи, що партнери мають хороший рейтинг.

УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ

Управління ризиками – це цілий комплекс дій і процедур, спрямованих на коригування проектів із метою виключення або мінімізації негативних наслідків.

Є три основні варіанти управління ризиками.

Зміна проекту

Ризик ідентифікують на ранній стадії планування, що дає можливість змінити проект, щоб мінімізувати ризик.

Перерозподіл ризиків щодо більш готової сторони

Організація, найбільш тісно пов'язана з ризиком, звичайно може зазнати ризику при мінімальних витратах. Наприклад, постачальники обладнання мають краще розуміння і контроль щодо надійності їх

обладнання. Тому вони знаходяться в кращій позиції, щоб керувати технологічними ризиками, забезпечуючи проект обладнанням з експлуатаційною гарантією. Проте необхідно зауважити, що з точки зору інвестора або кредитора розподіл ризиків іншій стороні не обов'язково усуває їх, вони лише трансформуються в ризики партнера. Гарантією буде забезпечення ефективного управління ризиками, якщо постачальник має хороший рейтинг досягнень щодо відповідної діяльності.

Передача ризику третій стороні

Щоб передати ризик третій стороні, можуть бути використані фінансові інструменти, наприклад через хеджування, гарантії третьої сторони або страхування. Хеджування передбачає, наприклад, фіксування майбутніх цін товарів, валюти або процентних ставок. Страхування передбачає передачу ризиків третій стороні, яка може нести цей ризик шляхом диверсифікації тобто, об'єднуючи більшу кількість незв'язаних індивідуальних ризиків, щоб скоротити вплив на загальний портфель.

ФІНАНСУВАННЯ ПРОЕКТУ

Проекти, в основу яких покладені інженерні розробки, часто вимагають великих фінансових вкладень для їх реалізації. У зв'язку з цим виникає завдання розроблення найбільш вигідної схеми фінансування з урахуванням особливостей проекту і фінансових можливостей його власника.

Перед розробником постає завдання вибору методів та визначення джерел фінансування. Необхідно розробити схему фінансування проекту і, що найважливіше, реалізувати її практично.

Джерела фінансування

Збільшено джерела фінансування, які можна використовувати під час реалізації проектів, поділяють на внутрішні та зовнішні. Зазвичай виділяють три типи фінансування: власні кошти, кредитне фінансування і гранти.

Власні кошти

Власні кошти – це кошти власників проекту, залучені інвестиції, кошти акціонерів.

Особи (компанії), які вкладають власні кошти, отримують доходи від проекту через дивіденди (розподіл грошових коштів від вигод після сплати податків). Вони беруть на себе найвищий рівень ризику, і відповідно очікувані доходи для вкладників власних коштів є вищими, ніж для кредиторів.

З точки зору розробника проекту власні кошти мають перевагу з причини відмови від повернення грошей. Це дозволяє вивільнювати готівку, яка часто важлива, особливо упродовж перших років проекту.

Власні кошти можуть надходити з різних джерел, і різні вкладники будуть мати різні очікування щодо ступеня контролю, який вони бажають застосовувати, а також ризику і прибутку за їх інвестиціями.

Нижче розглянемо характерні особливості деяких джерел власних коштів.

Інвестори вкладають фінансові кошти в проект із метою отримання прибутку в результаті його реалізації. У першу чергу їх цікавлять дивіденди на вкладений капітал. Інвестори контролюють фінансовий стан компанії, активно сприяють розвитку її діяльності, використовуючи свої ділові контакти та досвід у галузі менеджменту та фінансів.

Під час прийняття рішень про вкладення інвестицій фінансові інвестори керуються такими критеріями:

- життєздатністю і рентабельністю проекту, потенціалом зростання (високе значення IRR);
- рівнем кваліфікації менеджменту;
- прозорістю бізнесу і можливістю мінімізації ризиків;
- можливістю виходу з бізнесу (продаж акцій через 4–7 років за істотно вищою ціною).

Венчурні інвестиційні фонди можуть допомогти фінансувати проект або серію проектів через інвестування власних коштів в компанію, що розробляє проект. Венчурний або ризиковий капітал, як правило, інвестується на початковій стадії розробки, до того як продукція і ринки пройшли перевірку. Наданий капітал має

високий ризик. У свою чергу, венчурні фонди вимагають високої норми прибутку. Типові венчурні інвестиції зазвичай знаходяться в діапазоні 1–10 млн євро. Для венчурних фондів нетипово інвестувати в один проект.

Венчурні фонди приділяють особливу увагу ступеню інноваційності проекту, який багато в чому зумовлює потенціал швидкого зростання компанії.

Венчурний капітал є ризиковим і винагороджується за рахунок високої рентабельності виробництва, в яке він інвестується. Венчурний капітал має й ряд інших особливостей. До них можна віднести, зокрема, орієнтацію інвесторів на приріст капіталу, а не на дивіденди на вкладений капітал.

Для венчурного капіталу характерний розподіл ризику між інвесторами та ініціаторами проекту. З метою мінімізації ризику венчурні інвестори розподіляють свої кошти між кількома проектами, в той самий час один проект може фінансуватися рядом інвесторів. Венчурні інвестори, як правило, прагнуть безпосередньо брати участь в управлінні підприємством, прийнятті стратегічних рішень, оскільки вони безпосередньо зацікавлені в ефективному використанні вкладених коштів.

Як правило, за рахунок власних коштів покривається лише частина загальних витрат за проектом.

Кредитне фінансування

Кредити є однією з найбільш ефективних форм зовнішнього фінансування проектів у тих випадках, коли компанії не можуть забезпечити їх реалізацію за рахунок власних коштів.

Кредит – це кошти, що надаються третьою стороною на реалізацію проекту, які повинні бути повернені впродовж погодженого терміну з урахуванням відсотків упродовж періоду кредитування. Переважна частина кредитів надається банками.

Грантове фінансування

Грант – це кошти, що надаються третьою стороною на реалізацію проекту, який сприяє цілям третьої сторони. Найчастіше гранти надають на реалізацію

малоприбуткових проектів. Грантові кошти не підлягають поверненню (за умови досягнення заявленої мети).

Як правило, гранти видаються державними організаціями або спеціалізованими фондами і покривають лише частину витрат, необхідних на реалізацію проекту.

Бюджетне фінансування

Бюджетне фінансування проектів проводиться, як правило, за допомогою фінансування в рамках цільових програм та фінансової підтримки. Воно передбачає використання бюджетних коштів у таких основних формах: інвестицій у статутні капітали діючих або знову створюваних підприємств, надання гарантій і субсидій.

Стосовно різних проектів бюджетне фінансування може мати подібність з особливостями грантового або власного фінансування.

Обґрунтування залучення партнерів

Існують різні обґрунтування залучення місцевою компанією інших партнерів. Окрім грошей, місцевому підприємству може знадобитися іноземний партнер для підтвердження контрактних зобов'язань щодо валюти. Підприємство може бути недостатньо відомим, і для підтримки своєї кредитоспроможності воно може утворити спільне підприємство з добре відомою компанією. Також обґрунтуванням може бути бажання компанії підвищити свою політичну безпеку за рахунок об'єднання з політично впливовими організаціями.

Категорії проектів та особливості їх фінансування

Для проектів, орієнтованих на реалізацію в межах діючого об'єкта, як правило, не розглядається завдання зміни форми власності компанії – власника проекту. Для таких проектів характерним є залучення кредитного фінансування. Це пов'язано з тим, що такі проекти мають власника з певною фінансовою та кредитною історією, здатного забезпечити необхідні гарантії за кредитом. Залучення коштів інвестора в даній ситуації не є типовою схемою. Це пояснюється тим, що для забезпечення гарантій за проектом бажанням інвестора є отримання частки власності

компанії і, більше того, контрольного пакета акцій. На такі умови найчастіше не готовий існуючий власник.

Для проектів, що передбачають створення нового об'єкта і нової компанії, характерні інші ризики й інші джерела фінансування. Банкіри готові видати кредит під надійне забезпечення, яке часто не здатний надати ініціатор проекту. Тому для таких проектів характерним є залучення інвестора, який отримує контрольний пакет акцій нової компанії. За необхідності інвестор забезпечує гарантії для отримання кредитного фінансування.

Фінансування проекту на різних етапах

Як було показано вище, проектний цикл можна поділити на три фази: фазу планування, реалізації та експлуатації. Для кожної з фаз характерні різні форми фінансування.

Стадія планування

На етапі планування проект має дуже високі ризики не бути реалізованим до діяльності (наприклад, через неотримання необхідних дозволів) і відповідно не отримати майбутніх доходів. При цьому витрати, пов'язані зі стадією планування (зазвичай у десятках або сотнях тисяч доларів), набагато нижче, ніж витрати стадії реалізації.

Як найбільш ймовірні джерела фінансування на цій стадії потрібно розглядати власні кошти. Менш ймовірним, але можливим джерелом фінансування може бути грант.

Стадія реалізації

Ризики, пов'язані з фазою реалізації, визначають від високого до середнього, і вони залишаються такими до технічного та фінансового завершення реалізації проекту.

На стадії реалізації зазнають найбільших витрат, пов'язаних із проектом. Навіть відносно невеликий проект може коштувати мільйони доларів. На цій стадії для комерційно життєздатного проекту кредитори та інвестори будуть надавати фінансування лише з надією, що по завершенні реалізації та введення в дію проект буде давати дохід. Цей дохід повинен бути достатній для покриття поточних експлуатаційних витрат на фазі експлуатації,

а також забезпечення комерційного доходу кредиторам та інвесторам.

Як найбільш ймовірні джерела фінансування на даній стадії можна розглядати:

- кредиторів, які можуть надати кредит для відносно великого проекту із забезпеченим потоком доходів і відносно низьким ризиком або для інших проектів із правом регресу до фінансово сталого позичальника;
- власників проекту, інвесторів, які мають можливість фінансувати проекти з власних коштів;
- постачальників обладнання, які можуть забезпечити проект активами з лізингу або через інші схеми.

Стадія експлуатації

Витрати, пов'язані з поточною експлуатацією, як правило, покриваються за рахунок доходів проекту, і ризики, пов'язані з цією фазою, набагато нижчі. Доходи використовують для виплати боргу і повернення власних коштів.

Практичні рекомендації з розроблення схем фінансування

Під час визначення джерел фінансування потрібно враховувати існуючу структуру власності проекту або структуру власності нової компанії, яка створюється для реалізації проекту.

Якщо для реалізації проекту планується залучення додаткового інвестора, необхідно розуміти, що він в обмін на фінансування буде вимагати контрольний пакет власності в проекті.

Можливість отримання кредитів необхідно розглядати з урахуванням наявних активів і потенційних ризиків проекту.

Під час розроблення проекту доцільно вивчити зацікавленість держави і можливість отримання державної підтримки та бюджетного співфінансування. Аналогічно, доцільно провести аналіз потенційної зацікавленості міжнародних структур. Перед розробленням схеми фінансування проекту доцільно вступити в контакт із постачальниками основного обладнання. Вони можуть мати пропозиції щодо залучення певних фінансових структур, використання лізингових схем або інших

варіантів. На попередньому етапі також потрібно проаналізувати наявні програми фінансування проектів у даній сфері, що пропонують міжнародні фінансові організації.

Як правило, під час розроблення схеми фінансування є різні варіанти комбінування фінансових джерел і виникає завдання пошуку найбільш прийнятної комбінації. Одними з визначальних чинників прийняття рішення для сторони, яка інвестує власні кошти, є термін їх повернення і величина отриманого прибутку.

ВИСНОВКИ

Аналіз досвіду реалізації проектів засвідчує, що розуміння деталей життєвого циклу проекту та особливостей його реалізації підвищує ефективність роботи розробників проектів. Урахування можливих ризиків та слабких сторін проектів на ранньому етапі розроблення дозволяє попередити можливі фінансові втрати та підвищити інвестиційну привабливість інженерних розробок.

ТРАНСФЕР ТЕХНОЛОГІЙ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

Наведено загальні відомості про трансфер технологій. Визначено основні напрями діяльності та перспективи впровадження розробок ВНЗ у промисловість. Представлено організаційні засади трансферу технологій у ВНЗ. На прикладі Центру науково-технічної та економічної інформації Сумського державного університету описано основні функції центру трансферу технологій вищого навчального закладу. Представлено основні наукові розробки Сумського державного університету в галузях енергетики, машинобудування, хімічної технології.

The general information about technology transfer is presented. The main directions of activities and prospects of implementations of Universities developments into the industry are determined. The principles of organization concerning the technology transfer at the University are presented. Centre of Scientific, Technical and Economical Information of Sumy State University has been considered as an example of the center of technology transfer of HEI. The main scientific developments of Sumy State University in the field of energy, mechanical engineering, chemical technology are presented.

ВСТУП

Вирішення таких стратегічних завдань інноваційної моделі економічного розвитку, як збільшення частки високотехнологічних і наукоємних галузей та активізація науково-технологічного оновлення в усіх галузях виробництва з підвищенням техніко-економічних показників і забезпеченням конкурентоспроможності на міжнародних ринках, безпосередньо обумовлене створенням проривних технологій, їх ефективним поширенням і масштабами використання. Так, сьогодні вирішальний внесок в економіку розвинених країн роблять технології п'ятого технологічного укладу (який триває з 1980–1990 до 2030–2040 рр.). Його ядро становлять електронна промисловість, обчислювальна, оптиковолоконна техніка, програмне забезпечення, телекомунікації, робототехніка, виробництво й перероблення газу, інформаційні послуги. Одночасно для вдосконалення діючих технологій і подальшої інтелектуалізації продуктивних сил дедалі ширше фінансуються науково-технічні розробки та пошук технологій новітнього шостого технологічного укладу (з 2030–2040 до 2080–2090 рр.), найбільш ймовірними ключовими складовими якого стануть біотехнології, системи штучного інтелекту, глобальні інформаційні мережі й інтегровані високошвидкісні транспортні системи.

Темпи відновлення й освоєння та ефективність економічного обігу технологій багато в чому визначаються участю країни в цілому, а конкретніше, участю науково-

дослідних установ, підприємств і організацій у трансфері технологій. Тому й показники участі країн у трансфері, в експорті та імпорті технологій і динаміка їх зміни в часі є важливими індикаторами економічного розвитку [1, 2].

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТРАНСФЕР ТЕХНОЛОГІЙ

Ефективність інноваційної діяльності пов'язана з виваженим процесом передачі результатів науково-дослідної роботи у виробництво й багато в чому залежить від трьох факторів: стану нормативно-правового забезпечення, наявності інноваційної інфраструктури й інвесторів та належного фінансування.

Інтеграція науково-технологічної сфери у світовий науковий простір неможлива без створення національної інноваційної системи, орієнтованої на впровадження нових технологій з можливістю отримання економічного ефекту. При цьому основним джерелом інновацій є науково-технічна діяльність, містком для впровадження технологій у реальну економіку – трансфер технологій, а головним гравцем на ринку інновацій – академічні наукові установи, вищі навчальні заклади, малі та середні підприємства, що перетворюють нові знання на додану вартість та матеріальні блага.

Теоретичні аспекти та визначення поняття «трансфер технологій» можна знайти у працях українських вчених, зокрема В. Стадника, Л. Федулової, А. Шпака, В. Соловійова, Ю. Бажала, де передача технологій вважається здійсненою лише

після того, як одержувач почав активно використовувати отриману технологію для виробничих цілей, а до моменту її ефективного використання відбувалося лише передавання інформації.

Існує ряд визначень поняття «трансфер технологій» [3, 4]:

- процес використання технології, експертних знань, ноу-хау чи обладнання для мети, що початково не передбачалась організацією-розробником. Трансфер технологій може бути результатом комерціалізації чи удосконалення продукту/процесу;
- процес, при якому наявні знання, виробничі засоби чи потужності, отримані за державного фінансування НДДКР, використовуються для задоволення суспільних або приватних потреб;
- формальна передача нових відкриттів та інновацій, отриманих у результаті наукових досліджень вищих навчальних закладів і некомерційних дослідницьких установ, комерційного сектору задля суспільного блага;
- поширення технологічних знань прикладного характеру та досвіду щодо процесів, методів виробництва та інноваційних продуктів усередині галузі, між галузями, а також між країнами.

У Законі України «Продержавне регулювання діяльності у сфері трансферу технологій» (№ 143 від 06.10.2006 р.) подане таке визначення: «Трансфер технології – це передача технології, що оформлюється шляхом укладання двостороннього чи багатостороннього договору між фізичними та/або юридичними особами, якими встановлюються, змінюються чи припиняються майнові права та зобов'язання стосовно технології чи/або її складових».

Трансфер технологій містить у собі:

- передачу патентів на винаходи;
- патентне ліцензування;
- торгівлю безкоштовними винаходами;
- передачу технологічної документації;
- передачу «ноу-хау»;
- передачу супутніх технологічних відомостей під час придбання чи оренди (лізингу) обладнання і машин;

- інформаційний обмін у персональних контактах на семінарах, симпозіумах, виставках і т. п.;
- інжиніринг;
- наукові дослідження та розробки у ході обміну вченими та експертами;
- проведення різними фірмами спільних розробок та досліджень;
- організацію спільного виробництва;
- організацію спільного підприємства.

Виділяють також комерційний (комерціалізація технологій) і некомерційний трансфер технологій [5]. До об'єктів комерційного трансферу відносять вищеперелічені об'єкти, до некомерційних – науково-технічну та навчальну літературу, довідники, міжнародні конференції, симпозіуми, виставки, навчання та стажування вчених і фахівців безкоштовній основі або на умовах паритетного відшкодування витрат сторонами та ін.

Надалі під поняттям «трансфер технологій» необхідно розуміти саме комерційний трансфер.

Технологія – наука про способи (набір і послідовність операцій, їх режими) вирішення завдань людства за допомогою (шляхом застосування) технічних засобів (знарядь праці).

Будь-яка технологія передбачає:

- предмет праці (предмет технологічного впливу, технологічний об'єкт);
- засоби праці (технологічні засоби);
- носія технологічних функцій (працівника, колективу тощо);
- рівень технологічного розвитку суспільства.

Технології є одним із найважливіших об'єктів права інтелектуальної власності. Складниками технології можуть бути кілька винаходів, корисних моделей, промислових зразків, торговельних марок, об'єктів авторських прав, комерційні таємниці (ноу-хау) тощо. Не секрет, що впровадження наукової розробки в нинішніх економічних реаліях є далеко не простим питанням і нерідко потребує не менше зусиль і часу, ніж власне її створення.

Процес комерційного трансферу містить у собі шість кроків (етапів) (рис. 1). При цьому послідовно відбувається

трансформація науково-технічних розробок (звітів, макетів, зразків тощо) спочатку в перспективні для трансферу, потім – у технологічний пакет для просування на ринок технологій.

На завершення після визначення конкретних потенційних покупців технології та виявлення їх специфічних вимог проводиться, як правило, доробка (адаптація) вихідного технологічного пакета відповідно до вимог конкретного покупця.

ТРАНСФЕР ТЕХНОЛОГІЙ У ВНЗ: ОСНОВНІ НАПРЯМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Серед майнових прав найбільш значущими є права на різні види об'єктів інтелектуальної власності (ОІВ). Як показує світова практика, вартість об'єктів промислової власності на підприємстві може досягати сотень мільйонів доларів, а частка нематеріальних активів становити до 90 % його капіталу [6]. Україна й зараз залишається однією зі світових держав, що має високий інтелектуальний потенціал: за оцінюваннями західних експертів Україна володіє промисловою власністю вартістю близько 80 млрд дол. США, що дає загальне уявлення про розмір нереалізованих можливостей у цій сфері [7]. Офіційна статистика свідчить про те, що більшість ОІВ створюються на кафедрах та в лабораторіях ВНЗ, де накопичено досить значний інтелектуальний потенціал нашої країни. Тому дослідження організаційно-економічних проблем створення та комерціалізації ОІВ у ВНЗ є однією з найбільш актуальних і важливих у сфері інноваційного менеджменту та маркетингу.

Дослідження [8] дозволили класифікувати відомий перелік можливих варіантів організаційних форм комерціалізації (трансферу) ОІВ за двома напрямками (табл. 1).

Перший пов'язаний з інтелектуальним (кадровим) і техніко-технологічним ресурсом ВНЗ. При цьому науково-технічні досягнення не можуть бути відділені від їх носія, тобто персоналу або загальнотехнологічного ресурсу, які й створили ці досягнення.

Другий напрям організаційних форм комерціалізації науково-технічних досягнень

базується на наявності права на ОІВ і пов'язаний із можливістю відділення носія науково-технічних досягнень від самих досягнень. Права власності на створені певними особами або колективами ОІВ можуть належати іншій організації та бути джерелом доходу та засобом участі в процесі обміну науково-технічними досягненнями.



Рисунок 1 – Етапи процесу комерційної форми трансферу технологій

Таблиця 1
Організаційні форми трансферу ОІВ

ОІВ, невіддільні від свого носія	ОІВ, віддільні від свого носія
<ul style="list-style-type: none"> • технічні послуги; • аналітичні послуги; • конструкторські послуги; • інжиніринг; • виконання замовлень на НДДКР; • консультаційні послуги; • освітні послуги; • аутсорсинг; • лише власне використання ОІВ 	<ul style="list-style-type: none"> • ліцензування прав на ОІВ; • передача ноу-хау; • повний продаж прав на ОІВ; • франчайзинг; • спільні підприємства; • виробництво і продаж продукції; • створення «spin-out» фірм для здійснення подальшого трансферу ОІВ; • використання як застави; • вклад у статутний капітал

Світовий досвід показує, що вищі навчальні заклади перетворилися на самостійні суб'єкти інноваційної діяльності,

що дозволяє останнім набувати майнових прав на ОІВ, створювати власні компанії, самостійно розпоряджатися власними ресурсами, стратегічно планувати діяльність, бути зацікавленими в доведенні наукового продукту до стадії комерційного. Так, у структурі більшості закордонних університетів є відділи, що відповідають за зв'язок університету та бізнесу. Вони мають різні назви: центри чи офіси трансферу технологій, відділи інтелектуальної власності, ліцензування чи патентування та ін. Але сутність при цьому не змінюється: під одним дахом виконуються всі функції, необхідні для передавання розробок університету споживачам із максимальною для нього вигодою.

Ці структурні підрозділи керуються в своїй роботі внутрішніми інструкціями, правилами та загальною політикою ВНЗ, що є однією з переваг даного варіанта організаційної схеми комерціалізації ОІВ. Це дозволяє цілеспрямовано (функціонально) займатися питаннями комерціалізації ОІВ та підвищенням ефективності цього процесу. Крім того, весь дохід від діяльності центру залишається в університеті.

Задача центру трансферу технологій ВНЗ – сприяти зростанню проекту від ідеї до успішного підприємства. Будь-який університет зацікавлений в отриманні максимальної додаткової вартості від комерціалізації власних технологій. Чим вища стадія розроблення (досконалості) продукту, тим дорожче його можна продати.

Деякі з таких центрів трансферу технологій об'єднуються у мережі, щоб, у свою чергу, забезпечити концентрацію інформаційних ресурсів та підвищити комерційну ефективність посередницької діяльності у сфері передачі технологій. Мережі трансферу технологій уже активно здійснюють свою діяльність в Європі, США, Китаї. Наприклад, однією з основних можна назвати Європейську мережу підприємництва (EEN – абр. від Enterprise Europe Network) [9]. Робота цієї мережі ґрунтується на використанні адаптованих методологій Європейської мережі інноваційних релей-центрів (IRC – абр. від Innovation Relay Centre network) [10], що дає можливість здійснити обмін

інформацією про технології з усіма європейськими інноваційними центрами. EEN складається із 250 релей-центрів, перші з яких були створені у 1995 р. за підтримки Європейської комісії [11]. Національна мережа трансферу технологій (NTTN – абр. від National Technology Transfer Network) [12] будується відповідно до методології та моделі EEN, Російської мережі трансферу технологій RTTN [13] та Української інтегрованої системи трансферу технологій UITTS [14].

ЦЕНТР ТРАНСФЕРУ ТЕХНОЛОГІЙ СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Із 2000 р. у стінах університету функціонує Центр науково-технічної та економічної інформації (ЦНТЕІ) [15], який у 2010 р. увійшов до складу науково-дослідної частини.

Основні завдання ЦНТЕІ:

- проведення наукових досліджень у сфері науково-технічної та економічної інформації;
- інформаційне забезпечення науково-технічної, інноваційної та грантової діяльності;
- виконання функції міжрегіонального центру інноваційної діяльності, збір інформації за потребами підприємств щодо залучення наукового потенціалу для вирішення виробничих завдань;
- доведення результатів наукових досліджень, розробок та науково-методичної діяльності до наукової й освітньої спільноти, представників промисловості та бізнесу, органів влади, а також до інших зацікавлених організацій та осіб;
- установа нових контактів та поглиблення існуючих наукових зв'язків між науковцями із різних регіонів України та з інших країн;
- установа взаємовигідних контактів між науковими співробітниками університету та представниками виробництва й участь в укладанні та реалізації договорів (контрактів) на впровадження завершених наукових досліджень та інноваційних технологій вчених ВНЗ

на вітчизняних та зарубіжних підприємствах;

- створення умов для реалізації інноваційного потенціалу університету, у тому числі шляхом упровадження результатів наукової та науково-методичної діяльності.

У складі ЦНТЕІ СумДУ існує група організації трансферу технологій, яка виконує такі функції:

- формування та супроводження баз даних наукових розробок, сервісних послуг і технологічних запитів університету, інших ВНЗ та підприємств із виконанням функції міжрегіонального центру трансферу технологій;
- розміщення та супроводження інформації про актуальні науково-технічні розробки та сервісні наукові послуги університету в національних та міжнародних мережах трансферу технологій;
- розроблення та впровадження в університеті нових підходів із формування та реалізації науково-інноваційної політики в частині рекламування науково-технічних розробок та надання сервісних наукових послуг;
- надання стороннім замовникам маркетингових та інформаційних послуг у сфері трансферу технологій;
- надання стороннім замовникам консультативних та освітніх послуг із питань трансферу технологій та

підвищення ефективності рекламування розробок;

- моніторинг та облік ринку потенційних замовників на науково-технічні розробки та сервісні наукові послуги для відповідних структурних підрозділів університету;
- організаційне забезпечення рекламної та виставкової діяльності.

Інноваційні розробки, послуги і технології, розроблені у СумДУ, об'єднані в один сервіс (рис. 2), а зв'язок із потенційними підприємствами-замовниками здійснюється за допомогою сервісу «Технологічні запити» (рис. 3) [16].

ОСНОВНІ НАПРЯМИ ТРАНСФЕРУ ТЕХНОЛОГІЙ У СУМСЬКОМУ ДЕРЖАВНОМУ ІНІВЕРСИТЕТІ

СумДУ має розвинену матеріальну базу та наукову інфраструктуру, що включає близько 60 науково-дослідних інститутів, міжгалузевих та регіональних центрів і лабораторій та 15 структур надання сервісних наукових послуг.

СумДУ має потужний науковий потенціал, який сприяє активному розвитку в ньому різнопланових наукових напрямів, серед них: інформаційні технології, теоретична та експериментальна фізика, нано- та біотехнології, медицина, теоретична та прикладна механіка, екологія, хімічні технології та обладнання, енергозбереження, насосна та компресорна техніка, металообробка, економіка природокористування, гуманітарні та військові науки тощо.

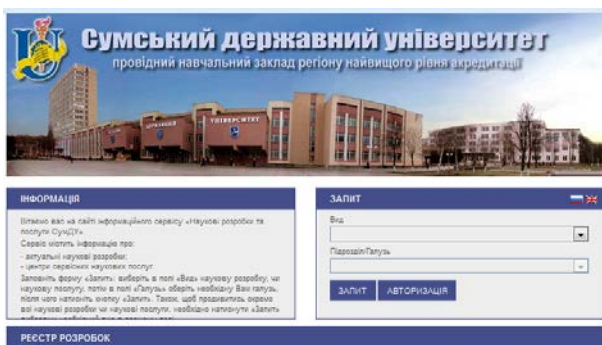


Рисунок 2 – Інформаційний сервіс «База даних наукових розробок та послуг Сумського державного університету»

Технологічні запити

Назва запиту *

Суть запиту *

Ключові слова *

Опис запиту *

Контактні дані *

Рисунок 3 – Сервіс «Технологічні запити» Сумського державного університету

Реалізація цього потенціалу здійснюється через виконання науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт та надання наукових послуг на замовлення центральних і місцевих органів влади, організацій та підприємств України, Білорусі, Грузії, Естонії, Чехії, Словаччини, Китаю, Куби, Іспанії, Південної Кореї, Польщі, Російської Федерації та державних і міжнародних наукових фондів. Щорічно виконується близько 600 наукових договорів і контрактів та 150 міжнародних грантів.

СумДУ є постійним учасником та виконавцем міжнародних освітніх та наукових грантових проєктів: Рамкової програми, Tempus, Erasmus Mundus, LLP Європейської комісії; міжурядових наукових проєктів; грантів національних академій наук європейських держав, проєктів Програми розвитку ООН, Світового банку, Федерального міністерства освіти та дослідження Німеччини (BMBF), Німецького науково-дослідного центру (DFG) та інших.

Основними напрямками науково-технічної співпраці СумДУ з промисловими підприємствами є:

- насосне та компресорне обладнання;
- вібронадійність і герметичність роторних машин;
- сучасні технології металообробки;
- хімічні технології та обладнання;
- механічні випробування матеріалів і виробів;
- прикладна екологія та економіка природокористування;
- енергозбереження та енергоаудит;
- інформаційні технології;
- автоматизація та управління технологічними процесами;
- молекулярно-генетичні та лікувально-діагностичні дослідження;
- маркетинг та менеджмент інновацій;
- соціально-гуманітарні та краєзнавчі дослідження.

ОСНОВНІ ІННОВАЦІЙНІ НАУКОВІ РОЗРОБКИ, ВПРОВАДЖЕНІ СУМСЬКИМ ДЕРЖАВНИМ УНІВЕРСИТЕТОМ У ГАЛУЗІ МАШИНО- І АПАРАТОБУДУВАННЯ

Теплогенеруючі агрегати (ТГА) – високоефективне джерело теплової енергії гідродинамічного принципу дії, в якому реалізується безступінчасте перетворення механічної енергії приводного двигуна на теплову енергію робочого середовища (рис. 4).

Сфери використання:

- індивідуальне опалення житлових, адміністративних, виробничих і складських приміщень, теплиць;
- гаряче водопостачання;
- нагрівання рідин без локального підведення теплоти.

Переваги використання:

- застосування системи автоматичного керування;
- можливість установа в негазифікованих районах;
- відсутність теплових втрат у теплотрасах;
- можливість безступінчастого регулювання температури від 10 до 85 °С;
- відсутність нагрівальних елементів та попередньої водопідготовки;
- відсутність викидів в атмосферу продуктів горіння;
- прокачування теплоносія під час роботи агрегата;
- можливість під'єднання безпосередньо до діючої схеми опалення;
- акумуляція теплової енергії в баку-накопичувачі в нічні години;
- скорочення витрат на опалення на 40–60 %.

Турбодетандер-електрогенераторні агрегати на базі струминно-реактивних (ТДА-СРТ) і вихрових (ТДА-ВТ) турбін призначені для одержання електричної енергії з енергії стисненого газу або пари, що на даний час безповоротно втрачається на регуляторах і редукторах тиску (рис. 5).

Переваги струминно-реактивних турбін дозволяють створювати ТДА зі строком окупності 1–2 роки, більш дешеві, прості

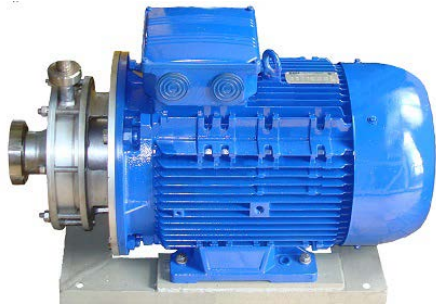


Рисунок 4 – Теплогенеруючий агрегат



Рисунок 5 – Турбодетандер-електрогенераторний агрегат



Рисунок 6 – Торцеві сальникові та запірні імпульсні ущільнення



Рисунок 7 – Відцентровий насосний свердловинний агрегат



Рисунок 8 – Обертвий вібраційний гранулятор плаву



Рисунок 9 – Вихровий гранулятор

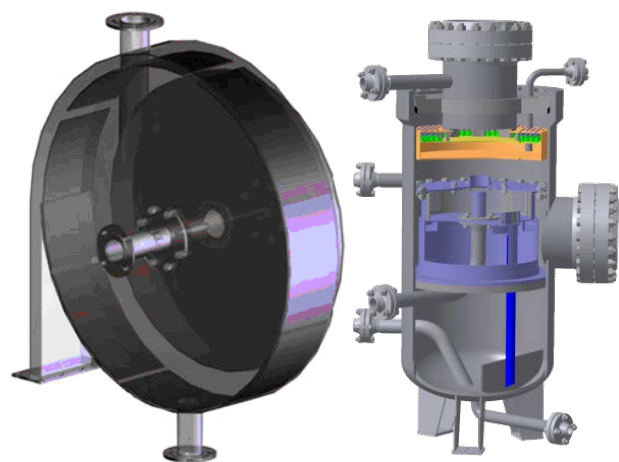


Рисунок 10 – Вихровий розпилювальний протічійний масообмінний апарат

конструктивно й технологічно, надійні та зручні в експлуатації порівняно з ТДА на основі класичних лопатевих турбін.

Турбогенераторні потужністю до 500 кВт можуть бути створені також на базі вихрової турбіни, що, так як і струминно-реактивна турбіна, відрізняється конструктивною й технологічною простотою, дешевизною у виготовленні, але має номінальний режим роботи при більш низьких обертах. Остання перевага вихрової турбіни дозволяє створювати турбогенератори в безредукторному виконанні.

Торцеві сальникові та запірні імпульсні ущільнення (рис. 6) застосовуються в хімічній, нафтохімічній, харчовій та ін. галузях промисловості, а також в енергетиці, тепломережах і комунальному господарстві.

Основні переваги:

- зменшення втрат енергії на тертя;
- підвищений ресурс;
- зменшені витраточасу та коштів на обслуговування (не потребують регулювання в процесі експлуатації);
- висока надійність;
- мінімальні витікання запірного середовища;
- простота конструкції та виготовлення;
- надійність і економічна ефективність.

Відцентровий насосний свердловинний агрегат (рис. 7) призначений для подачі води та може бути використаний для міського, промислового, сільськогосподарського водопостачання й зниження рівня ґрунтових та пластових вод.

Основні переваги:

- відсутня передача осьових та радіальних зусиль від насоса до електродвигуна;
- повна взаємозамінність вузлів та швидкий монтаж агрегата в свердловині;
- високі антикавітаційні якості агрегата та низькі віброшумові характеристики;
- відсутність розкрутки ротора насоса та електродвигуна в оберненому напрямку при зупинці агрегата.

Обертовий вібраційний гранулятор розплаву азотних добрив (рис. 8) застосовується в хімічній промисловості і призначений для диспергування розплаву

азотних добрив на рівномірні краплі в грануляційній вежі з подальшим їх охолодженням та кристалізацією у тверді гранули в процесі вільного падіння у висхідному потоці холодного повітря.

Основні переваги:

- висока надійність в експлуатації;
- отримання рівномірних гранул із можливістю регулювання їх середнього розміру;
- зниження налипання продукту на вежах;
- зменшення пилоутворення;
- збільшення агротехнічної цінності добрив.

Вихровий гранулятор (рис. 9) дозволяє отримувати гранульовані продукти без застосування грануляційних веж.

Основні переваги:

- збільшення монодисперсності гранул, які ростуть у вихровому шарі;
- збільшення однорідності гранулометричного складу готового продукту;
- отримання гранул заданої структури з проведенням їх класифікації за розміром;
- отримання гранул пористої структури із збереженням їх міцності (без руйнування внутрішньої кристалічної структури);
- можливість істотного зменшення габаритних розмірів (зокрема, висоти) робочого простору;
- універсальність (можливість проведення процесів грануляції та сушіння в об'ємі одного пристрою);
- технологічність і простота виготовлення;
- можливість швидкого переналагодження та зміни конструктивних і технологічних параметрів за необхідності.

Вихрові розпилювальні протитечійні масообмінні апарати (рис. 10) призначені для проведення процесів абсорбції, ректифікації, екстракції та інших тепло- і масообмінних процесів.

Основні переваги:

- зниження матеріаломісткості масообмінного обладнання в 5–7 разів;

- збільшення швидкості проходження масообмінних процесів в одиниці об'єму апарата;
- декілька ступенів зміни концентрації в одному ступені розпилення.

ВИСНОВКИ

Трансфер технологій є важливим фактором розвитку економіки країни, тому необхідно прикласти багато зусиль, для того щоб забезпечити оптимальний та ефективний процес його здійснення. Як показує закордонний досвід, мережі трансферу технологій на основі центрів трансферу дають можливість якнайкраще здійснити обмін технологіями. У наш час досягти успіху в глобальному масштабі можна лише завдяки стратегії технологічного випередження конкурентів. Наша країна має великий інтелектуальний потенціал, тому потрібно зосередитися на трансфері технологій, причому на сьогодні в Україні в цьому питанні сформована і законодавча, і нормативно-правова база.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Денисюк В. Міжнародний трансфер технологій: сучасний зміст, аналіз закордонної та національної статистики / В. Денисюк // Економіст. – 2005. – № 2. – С. 42–48.
2. Саліхова О. Б. Моніторинг міжнародного трансферу технологій та шляхи його вдосконалення / О. Б. Саліхова // Статистика України. – 2002. – № 3. – С. 24–26.
3. Трансфер технологій. Інформація до круглого столу [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.loga.gov.ua/netcat_files/751/584/h_043d88b9fc4303b7804262807f2330c3.
4. Карпіщенко О. О. Трансфер технологій : конспект лекцій. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 98 с.
5. Кузьмінська Н. Л. Трансфер технологій як форма просування інновацій в Україні / Н. Л. Кузьмінська // Наукові праці НУХТ. – 2009. – № 31. – С. 54–59.
6. Шингур М. В. Організаційно-економічний механізм комерціалізації науково-технічних розробок : автореф. дис. канд. екон. наук : 08.02.02. – К. : Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка. – К., 2003. – 21 с.
7. Зинов В. Г. Управление интеллектуальной собственностью. – М. : Дело, 2003. – 512 с.
8. Перерва П. Г. Розвиток організаційних структур трансферу технологій в ВНЗ (комерціалізації об'єктів інтелектуальної власності) / П. Г. Перерва, А. В. Косенко, О. П. Косенко // Механізм регулювання економіки. – 2009. – № 4, Т. 2. – С. 147–154.
9. Enterprise Europe Network [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.een.ec.europa.eu.
10. Innovation Relay Centre network [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.innovationrelay.net/>.
11. Лысенко В. Предпосылки и методологические основы создания и развития на Украине сети трансфера технологий / В. Лысенко, С. Егоров // Математичні машини і системи. – 2008. – № 1. – С. 46–51.
12. Національна мережа трансферу технологій [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://nttn.org.ua/>.
13. Російська мережа трансферу технологій [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://rttn.ru/>.
14. Українська інтегрована система трансферу технологій [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://untt.com.ua/>.
15. Центр науково-технічної та економічної інформації Сумського державного університету [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://centi.sumdu.edu.ua/>.
16. Наукові розробки та послуги Сумського державного університету [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://sds.sumdu.edu.ua/>.

ВИСВІТЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У ВИСОКОРЕЙТИНГОВИХ ЖУРНАЛАХ

Наукову статтю без перебільшення можна назвати основним джерелом науково-технічної інформації. Це один із найважливіших засобів обміну думками між вченими в сучасному світі. В лекції розглядається методологія підготовки статті для публікації у міжнародних високореєтингових виданнях. Для публікації статті необхідна підготовка рукопису високої якості, враховуючи як вимоги до структури та логічної побудови статті, так і до оформлення. Мова міжнародного видання англійська, однак якість викладеного в статті матеріалу, як правило, більш важлива, ніж якість мови статті. Чим більш якісно підготовлена стаття, чим оригінальніша інформація в ній викладена, тим більше її цитують і тим більший її рейтинг і рейтинг автора. В лекції наведена інформація щодо сучасних рейтингових показників та сфер їх застосування.

The scientific article could be easily determined as a basic source of scientific and technical information. Today, it is one of the most important method of opinions exchange between scientists in the world. The present lecture considers the methodology of preparing of scientific articles for publication in top-ranked international journals. To accept an article for publication one should prepare the manuscript with high quality, including requirements to the structure and logic of the paper as well as to the paper format. The language of international publication is English, but the quality of the material given in the paper, is usually more important than the language quality of the paper. The more efficiently paper is prepared and originally information is presented, the more frequently the presented material in publication is cited and, therefore, the higher article ranking and the rating of the author. The lecture presents the information concerning the current rating indicators and fields of their application.

ВСТУП

Наукова стаття без перебільшення є основним джерелом науково-технічної інформації. За довгу історію наукового пізнання наукова стаття як завершена наукова праця набула певних ознак стандартизації, а процес підготовки статті підпорядковується детальній регламентації. Тобто сучасна наукова стаття має регламентовану структуру, що істотно спрощує як пошук необхідної інформації, так і сам процес формування ідеології та створення друкованого науково-технічного продукту – наукової статті.

Сучасна наука інтернаціональна. Неможливо зробити значні наукові досягнення без обміну думками з широким колом вчених. І в цьому сенсі написання статей для міжнародного журналу має багато переваг:

- ви ввійдете до міжнародного співтовариства вчених в обраній галузі знань, заявите про себе і про свою роботу;
- оскільки більшість міжнародних журналів редагується добровольцями з із вчених різних ВНЗ чи інших інституцій, вашій роботі дають автоматично знак схвалення ваші колеги і ще багато людей докладуть зусилля щодо її поліпшення та для того, щоб стаття була надрукована.

Необхідність публікування результатів досліджень у міжнародних журналах закріплена законодавчо у Наказі Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 17.10.2012 № 1112 «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук» зі змінами. Відповідно до цього наказу для захисту кандидатської або докторської дисертації необхідна певна кількість статей, опублікованих у міжнародних журналах.

НАУКОВА СТАТТЯ – ЩО ЦЕ?

Наукова стаття – науковий або публіцистичний твір невеликого розміру, своєрідне дослідження важливої наукової, суспільно-політичної чи літературної теми. Для такої статті характерне висвітлення конкретних питань з необхідним теоретичним осмисленням.

Наслідок польоту творчої думки або рутинний виклад експериментальних даних – стаття є формою інформаційного повідомлення й адресована тим, хто працює у близькій предметній галузі. Як відомо, кількість і якість статей визначають статус дослідника.

Наукова стаття може по праву так називатися, якщо вона підготовлена і оформлена відповідно до існуючих вимог та норм, принаймні загальноприйнятих.

У структурі статті повинні бути відображені обов'язкові елементи. На

території України вони регламентуються Постановою Президії ВАК України від 15.01.2003р. №7-05/1). До таких елементів належать: постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями; аналіз останніх досліджень чи публікацій, у яких започатковано вирішення розглядуваної проблеми і на які спирається автор, виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується означена стаття; формулювання цілей статті (постановка завдання); виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням одержаних наукових результатів; висновки та перспективи подальших досліджень у зазначеному напрямку.

Міжнародні журнали мають цілком схожу структуру, яка також регламентується загальнодержавними нормами країн, де розміщено видавництво, або нормами самих видавництв.

Так одним із найбільш уживаних є шаблон APA (абрев. від American Psychological Association) – дуже поширена в суспільних науках Західної Європи та США форма оформлення академічних праць, розроблена Американською асоціацією психологів. Інструкції щодо оформлення публікацій Американської психологічної асоціації (англ. Publication Manual of the American Psychological Association) містять рекомендації щодо організації статті, особливо на тему психології та інших соціальних наук, а також рекомендації щодо оформлення цитат, виносок, таблиць, шрифту і загальної структури статті.

ПІДГОТОВКА ДО ВИДАННЯ

Бути виданим – означає зробити оригінальний внесок у науку. Найперше завдання полягає в тому, щоб розглянути, чи є в автора дещо справді цікаве, щоб редактори захотіли читати роботу. Наскільки вона значуща? Як вона реалізується на практиці? Слушною думкою буде підготувати короткий витяг на 50 слів, що розкриває ці питання. Такий витяг насамперед потрібен авторові, щоб у нього було чітке уявлення про поставлені завдання, про сутність статті і чому вона важлива. Також бажано авторові обговорити роботу з

більш досвідченими колегами. На думку доктора Девіда Паркера з Квінсленда (Австралія), «чим більше досвідчених вчених прочитає роботу перш, ніж надіслати її видавцям, тим краще. За можливості, необхідно створити групу «підтримки авторів», щоб її учасники могли зустрічатися й коментувати, як розвивається робота. Досвід, який набув автор цього матеріалу в участі в такій групі говорить про те, що це може дати значні результати в розробленні ідей і подальшому їх втіленні в життя».

ПЕРЕКЛАД АНГЛІЙСЬКОЮ МОВОЮ

Мовою міжнародного журналу є, як правило, англійська. Проте досвід показує, що робота над сутністю статті набагато важливіша, ніж гарний переклад статті англійською мовою, рівень якої завжди можливо поліпшити з мінімальною допомогою. Звичайно, якість англійської мови статті повинна бути такою, щоб читач міг достатньо добре зрозуміти зміст статті. Але, як вважає доктор М. Лінн Мерфі, старший викладач лінгвістики University of Sussex (Великобританія), «поліпшення мови не стане вирішальним фактором при виборі статті до друку. Головне – це використані методи дослідження, суворість і доцільність аналізу та результати, які є критично важливими для будь-якої галузі знань. Структуру статті, мову, формат і стиль завжди можна покращити. Але небагато може бути зроблено, якщо концептуальна структура хитка, методи збирання даних і методи аналізу не відповідають один одному й автор зосереджується лише на поверхневих висновках».

ЯК ОБРАТИ ВИДАВНИЦТВО?

На наступному етапі Ви повинні зайнятися пошуком журналу, редакційні цілі якого відповідають цілям Вашої роботи.

Виявлення правильного журналу настільки ж важливе для процесу публікації, як і гарна ідея статті. Багато редакторів стверджує, що великий відсоток відхилень статей трапляється не через низьку якість рукописів, а тому, що вони не відповідають цілям журналу. Чим раніше автор приділить увагу цим питанням, тим краще. Тут є два головні пункти для розгляду:

1. Які журнали існують у моїй предметній області? Відповідь на це питання можна дізнатися багатьма способами – під час обговорення з колегами, перевіряючи списки онлайн-журналів, а також запитати про це у професійної асоціації (наприклад, асоціації інженерів-технологів тощо).

2. Як найкраще досягти мети публікації? Для відповіді на це питання передусім необхідно сформулювати цікаву для наукового загалу ідею публікації, оформити її за відповідною структурою роботи, підкріпити аргументами та глибоким аналізом.

Загальні критерії міжнародних рейтингових журналів:

- конкурентне середовище – журнали публікують невеликий відсоток найкращих статей;
- участь у рейтингах – забезпечує конкурентне середовище;
- безкоштовна публікація (символічна плата для журналів із високим рейтингом) – рейтингові журнали отримують прибуток від продажу журналів, а не з грошей авторів. Якщо Вам пропонують заплатити за публікацію, будьте обережні, наведіть довідки через Google;
- подвійне сліпе рецензування (double-blind peer review) – рецензенти не мають абсолютно ніякої інформації про автора і навіть про кількість авторів. Автор не знає і ніколи не дізнається імен рецензентів.

Вплив ученого або організації на світову науку, якість наукових досліджень можна визначити, використовуючи статистичні дані Science Citation Index (SCI) та Journal Citation Reports (JCR), які випускає Institute for Scientific Information (ISI) у США, штат Філадельфія. Рейтинги та індекси. Для природничих наук: SCImago, Scopus. Для економічних наук: RePEc Journal Ranking, EconLit, AgEcon Search, Kelee List, Handelsblatt Ranking.

Для оцінювання роботи дослідників і наукових колективів в усьому світі широко використовують індекс цитування наукових статей (Science Citation Index, SCI), який показує, скільки разів статті, написані певним автором, були процитовані в працях

інших авторів за певний рік. Для обчислення індексу цитування створено потужну пошукову систему, яка містить бібліографічні описи всіх статей з наукових журналів, що входять до переліку JCR, і використовує свої алгоритми для підрахунку індексу цитування. Система висвітлює здебільшого публікації з фундаментальних галузей науки у провідних міжнародних і національних журналах.

JCR (Journal Citation Reports) – бібліометричний довідник статистичних даних, що відображають продуктивність і ступінь використання наукових журналів. JCR подає повну і різноманітну статистику цитування наукових журналів, зокрема широкий спектр показників використання журналів у працях вчених різних країн. Розділи довідника містять наукові журнали, ранжовані в алфавітному порядку назв, за кількістю посилань, числом опублікованих робіт у журналі, показниками цитування тощо, і зокрема за показниками імпаکت-фактора.

Імпакт-фактор, або коефіцієнт впливу журналу (JCR), обчислюють як відношення числа посилань, які отримали за поточний рік статті, опубліковані в цьому журналі впродовж двох попередніх років, до кількості статей, опублікованих у цьому журналі за ці два роки. Показник призначений для оцінки інформаційної значущості журналу. Вважають, що журнал, який публікує значну кількість статей, на які активно посилаються інші вчені, заслуговує на особливу увагу; чим вище значення імпакт-фактора, тим вищі наукова цінність та авторитетність журналу.

Однак, використовуючи показники імпакт-фактора, необхідно зважати на такі моменти:

- проміжок часу, за який враховують цитування, дуже короткий (класичні статті часто цитують навіть через декілька десятиліть після публікації);
- природа результатів у різних галузях дослідження зумовлює різну частоту публікації результатів (наприклад, медичні журнали, що висвітлюють загальнолюдські проблеми в конкретній галузі, мають більші імпакт-фактори, ніж філологічні, що

розглядають проблеми, обмежені країною, регіоном).

Бази даних індексують посилання, вказані у пристатейних списках публікацій, і надають кількісні показники цих посилань (сумарний обсяг цитувань, індекс Хірша та ін.).

Індекс Хірша (h-index) є одним із найпоширеніших наукометричних показників активності вченого. Запропонований у 2005 р. для оцінки індивідуальної наукової продуктивності дослідників, які працюють у певній предметній галузі. Це кількісна характеристика, в основу якої покладена загальна кількість публікацій конкретного вченого і кількість цитувань його праць. Індекс показує правильну картину лише за умови порівняння вчених, які працюють в одній галузі. Значення індексів Хірша різних вчених подані в реферативних національних і міжнародних базах даних.

Реферативна база даних Scopus пропонує інші показники, альтернативні імпаکت-фактору, – SNIP та SJR.

Показник SNIP (Source Normalized Impact per Paper – стандартний вплив джерела на статтю) – відображає вплив контекстної цитованості журналу, що дозволяє безпосередньо порівнювати журнали різної тематики, зважаючи на частоту, з якою автори цитують інші джерела, швидкість розвитку впливу цитати і ступінь відображення літератури певного напрямку базою даних.

SJR (Scimago Journal Rank) є рейтингом журналів, що дає можливість оцінити науковий престиж праць учених, виходячи з кількості значущих цитат на кожен документ. Журнал наділяє власним «престижем», або статусом, інші журнали, цитуючи опубліковані в них матеріали. Фактично це означає, що цитата із джерела з відносно високим показником SJR має більшу цінність, ніж цитата із джерела з нижчим показником SJR.

Чим вищий будь-який рейтинг, тим вищі вимоги до публікації і менша ймовірність опублікуватися. Як правило, обрати відповідний рівню публікації журнал вдається після відмови в публікації в іншому журналі.

ПІДГОТОВКА ЧЕРНЕТКИ

Насамперед необхідно підготувати рукопис на будь-якому рівні англійської мови, якою володіє автор – це буде краще, ніж написати рідною мовою і потім перекласти. Не хвилюйтеся за граматику, правопис та ін. – це виправиться пізніше; у Вас повинен відокремитися певний етап для розроблення проекту змісту як окрема стадія редагування.

Дуже допоможе моніторинг обраного журналу та інших журналів з подібною тематикою. Потрібно подивитися на приклади статей, їх склад, наповнення, вирази, нюанси вживання англійських ідіом і т. д.

«Моя загальна порада неангломовному авторові така – він повинен прочитати багато високоякісних спеціалізованих журналів і перейняти, як досвідчені автори використовують праці інших, підтримують аргументи і розвивають методи дослідження, підхопити стиль написання, їх висловлювання. Будьте лаконічні й уникайте складних синтагм» [1]. «При підготовці до написання статті проаналізуйте, як написані роботи в тій самій предметній області і спробуйте наслідувати стиль і спосіб написання» [2].

Як тільки у Вас з'явиться чернетка статті з ідеєю, гідною уваги, і навіть якщо англійська мова вимагатиме великого доопрацювання, у статті вже є потенціал бути опублікованою.

КОЛИ ЗВ'ЯЗУВАТИСЯ З РЕДАКТОРОМ?

Перш ніж офіційно зайнятися просуванням статті до публікації, завжди необхідно налагодити контакти з редактором або з кимось із редакційної колегії, і попросити їх прочитати чернетку з метою одержання початкової думки щодо її шансів бути надрукованою перед тим, як ви займетеся такою складною і часом затратною справою, як шліфування англійської мови статті.

Однак, після завершення цієї стадії, важливо, щоб суть статті була досить зрозумілою для редактора, навіть якщо праця написана ламаною англійською.

«Редакторів бажано дати початкову чернетку статті для першого прочитання та

коментарів авторів перед офіційною подачею – краще «прибрати» погану англійську, ніж подавати таку статтю, оскільки вона буде одразу ж відхилена. Але майте на увазі, що редактори не читатимуть усю статтю, написану поганою англійською, тому чернетка має бути скороченою до кількох сторінок, даючи лише основну ідею і показуючи ваш особистий стиль» [2].

У ваших же інтересах перевірити, чи має стаття правильну структуру, чи наявна передова ідея або новаторський підхід до того, як подавати навіть чернетку для неофіційної оцінки редакторів. Порадьтеся з колегами щодо наповнення статті, а також, по можливості, з носієм мови щодо її оформлення.

Ви можете скористатися послугами редакторів видавництва для вивірення фактичних помилок статті. Якщо ви впевнені у своїх силах або знайшли людину, що погодилася допомогти, то зробити це потрібно перед подачею навіть для неофіційної оцінки.

ФОРМАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ПІДГОТОВКИ ДО ПУБЛІКАЦІЇ

На цьому етапі ваше становище трохи краще в порівнянні з будь-яким іншим автором, однак для подальшої роботи потрібна мотивація. Мотивація – це особиста справа кожного автора, проте її потрібно багато для інвестування великого обсягу часу в те, успіх чого не гарантований. Тут необхідно «вбивати двох, а краще кількох зайців» одразу. Для молодого вченого мотивація може бути такою:

- участь у грантах та різних міжнародних програмах;
- доведення результатів дослідження до рівня, що може використовуватись у вітчизняній або зарубіжній комерційній сфері як нова технологія;
- захист прав інтелектуальної власності потенційно прибуткових винаходів;
- наявність достатньої кількості публікацій у рейтингових журналах, що відкриває додаткові можливості професійного розвитку;
- остання, але важлива – задоволення особистих амбіцій.

Ви вже обрали свій журнал, редактор уже ознайомлений зі статтею, і ви порозумілися. Якщо редактор вважатиме, що у вашій статті є потенціал, то він подасть її на розгляд запрошеним, позаштатним редакторам. Як частина процесу рецензенти можуть запропонувати свої власні пропозиції щодо вдосконалення англійської мови.

Багато уваги ви повинні приділити посиланням на схожі праці, монографії, дослідження. Це не вимагає великого знання англійської мови, однак вимагає довгої та копіткої роботи.

Необхідно звернути увагу на таке.

Орієнтація на вплив/наслідки/результат. Прочитавши анотацію, головний редактор ставить питання: ну і що? Якщо наслідки застосування результатів дослідження дійсно значні, то він зацікавиться в публікації.

Структура. Кожен журнал має свої вимоги до структури статті та оформлення. Ці вимоги значно відрізняються від вимог ВАКу.

Час. Написання статті в рейтинговому журналі займає набагато більше часу, ніж стандартної статті в журналі ВАКу. Рецензенти вимагають досконалості, й процес ревізії може займати колосальний обсяг часу і тривати кілька років. На написання однієї зі статей автор цих рекомендацій затратив більше 6 місяців.

Англійська мова. Чим значніше наукове відкриття, тим менше уваги рецензенти й редактори звертають на мову. Для природничих наук використання мови може бути символічним. Результати достатньо подати математично, в таблицях та графіках. Для гуманітарних наук вимоги до мови досить високі, необхідне коректування. Однак є журнали в «низах» рейтингів, які допускають деякі мовні недоліки.

СТИЛЬ ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

Відповідно до вимог ВАКу України стаття має бути оформлена так, щоб чітко простежувалася структура:

- індекс УДК (напочатку ліворуч);
- дані про автора (напочатку праворуч від тексту) – прізвище, ім'я та по-батькові (у називному відмінку),

науковий ступінь, вчене звання, посада, місце роботи (без скорочень);

- назва статті (в центрі);
- анотація українською мовою (рекомендовано п'ять-шість рядків);
- анотація іноземною (рекомендовано англійською, німецькою) мовою;
- ключові слова;
- текст статті;
- список використаних джерел, оформлений відповідно до стандартів (ДСТУ ГОСТ 7.1:2006).

На відміну від вимог ВАКУ України оформлення статті для більшості високорейтингових міжнародних видань більш просте, хоча загальна структура статті в цілому збігається. Так робота, написана відповідно до рекомендацій АРА, містить:

- заголовну сторінку, на якій зазначають назву статті, відомості про авторів тощо.
- анотацію.
- основну частину.
- список використаних джерел.
- обговорення результатів.
- виноски.

Кожен рисунок чи таблиця подаються на окремій сторінці.

Разом з тим кожен журнал має свою власну інструкцію для авторів і власний набір правил та вимог до публікації. Ретельно дотримуйтеся інструкцій, щоб уникнути непотрібних затримок під час рецензування.

У процесі створення змістової частини до статей – заголовків, анотації, ключових слів англійською мовою – необхідно пам'ятати, що інформація повинна бути зрозумілою і цікавою, зокрема, зарубіжному науковому співтовариству, яке, не знаючи української чи російської мови, не читаючи повний текст, одержати якнайповніше уявлення про тематику і рівень досліджень, що висвітлюються у статті.

Необхідно звернути особливу увагу до підготовки анотацій (авторських резюме). Вони повинні бути:

- інформативними (не містити загальних слів);
- оригінальними (не бути калькою україномовної анотації);

- змістовними (відобразити основний зміст статті і результати досліджень);
- структурованими (дотримуватися логіки опису результатів у статті);
- «англомовними» (написані якісним англійською мовою);
- компактними, однак не короткими (обсягом від 100 до 250 слів).

Важливо розуміти, що авторське резюме має виконувати функцію незалежного від статті джерела інформації. Інколи їх навіть структурують за схемою, що розглядалася раніше для всієї статті.

ЗАГАЛЬНИЙ АЛГОРИТМ РОБОТИ НАД ПУБЛІКАЦІЄЮ СТАТТІ

Загальний алгоритм роботи над публікацією статті у високорейтинговому міжнародному журналі передбачає:

- підготовку рукопису;
- подання рукопису до редакції;
- проведення рецензування одним чи двома рецензентами;
- доопрацювання статті авторами;
- прийняття рішення про публікацію;
- створення макета статті, редагування та коректування;
- публікація в електронному вигляді;
- публікація у паперовому вигляді.

ВИСНОВКИ

Стаття у міжнародному виданні є важливим засобом висвітлення наукових досягнень автора. Проте для публікації статті необхідна підготовка рукопису високої якості, враховуючи як вимоги до структури та логічної побудови статті, так і до оформлення. Мова міжнародного видання - англійська, однак якість викладеного в статті матеріалу, як правило, більш важлива, ніж якість мови статті. Чим якісніше підготовлена стаття, тим більше її цитують і тим більші її рейтинг і рейтинг автора.

Автор висловлює подяку аспіранту Миколаївського національного аграрного університету Артуру Тарасову за статтю [3], ідеї якої надихнули автора до створення цієї лекції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Доктор Девід Паркер, редактор, Квінсленд, Австралія.
2. Саймон Лінакр, видавець, Emerald Group Publishing Limited.
3. Тарасов А. Як підготувати статтю до друку в іноземних видавництвах, якщо англійська не Ваша перша мова [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://int.mnau.edu.ua/ua/pidhotovka-stattey.html#ixzz3A3kuDRWw>
4. Шостак А. В. Наукометричні показники і кар'єра вченого [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://anvou.in.ua/vidannya/nash-publikaciyi/shostak-av-naukometrichni-pokazniki-karera-vchenogo/>.

АКАДЕМІЧНА ЧЕСНІСТЬ ПРИ ПРОВЕДЕННІ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Визначено основні принципи дотримання академічної чесності в науці. Наведено основні види порушення академічної чесності при проведенні наукових досліджень. На прикладі університетів США показано досвід дотримання академічної доброчесності в наукових дослідженнях та заходи попередження порушень етики науковця. Наведено окремі положення Етичного кодексу вченого України, що стосуються дотримання чесності при проведенні наукових досліджень.

The basic principles of adherence to academic honesty in science are defined. The main types of violation of academic honesty during scientific researchers are presented. The universities of the United States of America has been taken as an example in demonstrating the experience of academic honesty adherence in scientific researches and the prevention methods of violations of the scientist's ethics. The definite regulations of the Ethical Code of the scientist of Ukraine concerning the adherence of honesty during scientific researchers are presented.

ВСТУП

Становлення науковця як особистості, яка усвідомлює своє місце у науковому світі, є складним, безперервним і багатограним процесом, що має індивідуальні особливості та і може бути схематизованим [1]. Важливу роль у формуванні науковця поряд із правовим вихованням відіграє дотримання принципів етичності та чесності упродовж свого наукового «життя».

У світі виховання академічна культура є одним із фундаментальних напрямів підготовки висококласних вчених і педагогів.

Академічна культура – це інтелектуально-етична система цінностей, мотивацій, переконань та сприйняттів, що визначають професійну діяльність в освіті й науці [2]. Центральною, стрижневою складовою академічної культури навчання є поняття Academic Integrity – академічної чесності, яка визначається як обов'язкове дотримання в процесі досліджень, за будь-яких умов, п'яти фундаментальних цінностей: чесності, довіри, поваги, справедливості та відповідальності. Академічна доброчесність – сукупність цінностей і принципів, що розвивають особисту чесність у проведенні наукових досліджень, гідна поведінка при виконанні досліджень, поведінка, яка уникає можливості надання науковцю нечесних переваг.

Етична поведінка в науці повинна відповідати вимогам наукового морального кодексу; це, як правило, призводить до покращання наукових результатів, оскільки дотримання етичних принципів проведення досліджень полягає у підвищенні уваги до кожної деталі наукових досліджень, у тому

числі якісного аналізу, кількісних і статистичних методів, а також сприяє більш ґрунтовній співпраці між дослідниками. Окрім того, довіра громадськості до науки залежить від високих етичних стандартів у галузі наукових досліджень та авторитету, якого набуває вчений у міру розвитку його кар'єри.

Дотримання принципів академічної доброчесності допоможе досліднику уникати відхилень від загальноприйнятих етичних принципів у дослідницькій практиці і запобігати майбутнім серйозним проблемам, що можуть негативно відобразитися на подальшій діяльності дослідника, його кар'єрі.

Відповідно до Бухарестської декларації етичних цінностей і принципів вищої освіти в Європі [3] кожен академічний діяч повинен прагнути до чесності і лише потім поширювати це прагнення на інших членів академічної спільноти, послідовно утримуючись від брехні, шахрайства, крадіжок та інших форм нечесної поведінки, що підривають якість академічних ступенів. Взаємна довіра всіх без винятку членів академічної спільноти – неодмінна особливість робочої обстановки, що сприяє вільному обміну ідеями, а також творчості і особистому розвитку.

Чесність у дослідженнях, кар'єрному зростанні та інших починаннях, пов'язаних з присвоєнням ступенів, повинна ґрунтуватися на законних, прозорих, справедливих, передбачуваних, послідовних та об'єктивних критеріях.

Вільний обмін ідеями і свобода самовираження ґрунтуються на взаємній повазі всіх членів академічної спільноти незалежно від їх ієрархічного статусу.

Відсутність подібного обміну негативно позначається на академічній і науковій творчості.

Наведені нижче принципи дотримання академічної чесності та механізми запобігання неетичній поведінці при проведенні наукових досліджень можуть бути використані в майбутньому і слугувати взірцем для тих, хто починає свою наукову кар'єру – для наступних поколінь дослідників, спираючись на практику і досвід досвідчених науковців.

ВИДИ ПОРУШЕННЯ АКАДЕМІЧНОЇ ЕТИКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Академічна нечесність (академічне шахрайство) – наслідок невиконання етичних принципів розвитку науковця особисто і у складі наукового колективу.

Останніми роками часто відбувалися дискусії з приводу шахрайства в науці, але особливо палкі дебати викликали питання, чи є воно просто випадковим «гнилим яблуком», чи «верхівкою айсберга», з'явлення якого не передбачає позитивних наслідків [4].

Як приклади наведені дві протилежні концепції етичних норм при проведенні наукових досліджень.

Принцип CUDOS від Р. Мертона [5]:

C – Communism (communalism) – комунізм (комуналізм, загальність, колективізм): результат дослідження є суспільною власністю. Дослідники повинні позиціонувати себе як люди, які вносять вклад у загальну базу даних наукової спільноти. Результати не повинні приховуватися від інших дослідників, їх необхідно публікувати в повному обсязі якомога швидше.

U – Universalism – універсалізм: оцінювання наукового результату повинне ґрунтуватися цілком на критерії деперсоналізації, без жодних обмежень стосовно етнічної чи расової належності дослідника, його статі, наукової репутації, належності до наукової школи.

D – Disinterestedness – незацікавленість (безкорисливість): дослідники повинні бути емоційно відсторонені від своєї галузі вивчення і займатися пошуком істини без будь-яких початкових упереджень. Крім

того, на результати дослідження не повинні впливати позанаукові інтереси релігійного, політичного, економічного, особистого характеру.

OS – Organized Skepticism – організований скептицизм: дослідники зобов'язані бути критичними не лише по відношенню до роботи інших, а й власної роботи.

Принцип PLACE від Дж. Зімана [5]:

P (Proprietary) – на науку поширюється право власності, патент замість загального володіння науковим знанням;

L, A (Local, Authoritarianism) – дослідницька робота вирішує локальні конкретні завдання, що визначаються авторитарним начальством, і не обирається вченими автономно;

C (Commissioned) – науково-дослідна робота робиться на замовлення, а не заради «чистої науки»;

E (Expert Work) – наукова робота здійснюється обмеженим колом експертів, а не всім компетентним щодо даної теми науковим співтовариством.

Як бачимо, вчений може «іти» паралельними шляхами, і кожен шлях буде правомірним. Інше запитання: чи відповідає шлях науковця принципам етичності і чесності?

Принципи наукової етики можуть бути порушені різними способами. Серед практик неетичної поведінки можна виділити: фальсифікацію даних наукових досліджень; фабрикацію даних («вигадування»); запозичення чужих ідей без згоди автора (крадіжка ідей); запозичення чужого тексту без зазначення джерел прямих або непрямих цитат (плагіат); цитування «за домовленістю» потрібних людей для підвищення рейтингу; внесення до списків авторів, які фактично не брали участі в написанні роботи (уявне співавторство); виконання роботи «на замовлення» з подальшою видачею тексту від імені іншої особи, яка заплатила за роботу [6].

Документи [7, 8] до проявів неетичної поведінки відносять змову, перешкоджання роботі та втручання в роботу інших науковців (саботаж), присвоєння результатів спільних досліджень, повторну публікацію, зловживання у використанні конфіденційної

інформації, несанкціоноване володіння і доступ до даних, порушення при зберіганні даних.

Усі ці прояви обману і недобросовісності у науковій діяльності можна віднести до різновидів академічного шахрайства.

Нижче подані необхідні пояснення щодо окремих проявів неетичної поведінки.

Змова – попередня секретна домовленість кількох людей діяти, завдаючи шкоду інтересам інших людей.

Саботаж – дії, спрямовані на те, щоб перешкодити іншим виконувати свою роботу або повністю зупинити роботу інших. До таких дій належать, зокрема, створення перешкод для проведення досліджень або переривання проведення експериментів іншими особами, свідоме введення в оману членів дослідницької групи, поширення завчасно неправдивої інформації, заміна чужих комп'ютерних файлів, свідоме ускладнення доступу до загальнодоступної інформації.

Фальсифікація – вживання неправильних висловлювань або недостатність інформації, що може стати причиною спотворення результатів дослідження, подання очікуваних результатів дослідження як одержаних, «підробка» результатів наукових досліджень.

Фабрикація – використання неіснуючих джерел і даних, а також свідоме спотворення запозиченої інформації при проведенні досліджень.

Плагіат – привласнення авторства на запозичений твір науки, літератури, мистецтва або на чуже відкриття, винахід чи раціоналізаторську пропозицію, а також використання у своїх працях запозичень без посилання на автора.

Найпоширенішим проявом академічної нечесності серед науковців є плагіат.

Плагіат, із появою Інтернету, перетворився на серйозну проблему. Потрапивши до Інтернету, знання стає надбанням усіх, дотримуватися авторського права стає все важче. Поступово стає складніше ідентифікувати первісного автора. Стрімкий розвиток мережі Інтернет поряд зі збільшенням комп'ютерної грамотності сприяє проникненню плагіату в різні галузі

діяльності: плагіат є гострою проблемою в освіті, науці та промисловості.

Автори, які використовують слова, дані або ідеї інших, видаючи їх за свої, без згоди на це автора у відповідній формі, – здійснюють крадіжку інтелектуальної власності і можуть бути визнані винними у вчиненні неправомірних дій. Це стосується також оглядів, методичних та довідкових матеріалів, історичних розділів науково-дослідних робіт, а також оригінальних результатів досліджень або інтерпретацій. Якщо виявлено копіювання слово в слово короткої фрази із шести або семи слів чужого тексту, розділ повинен бути взятий у лапки або ж потрібно вказати посилання на джерело, зазначивши місце розміщення цитати у тексті оригіналу. Плагіат не лише порушує стандарти кодексу поведінки, він ще й регулює всі дослідницькі дії. Але в багатьох випадках це може являти собою порушення закону щодо недотримання авторських прав, що належать справжньому автору або видавцеві. Автор повинен посилатися на роботи інших, навіть якщо він був співавтором або редактором безпосередньо цієї роботи.

Праці інших необхідно цитувати або здійснювати посилання на оригінал, якщо вони опубліковувалися, чи був усний виступ, чи матеріал у мережі Інтернет. Використання плагіату особливо проявляється у випадку використання добре відомих концепцій, що можуть бути виявлені в звичайних підручниках або у ряді фраз, що, як правило, описують використовувані методики.

Джерела інформації, захищені авторським правом, – це не лише тексти з Інтернету, книг і журналів, це також: виноски, замітки, коментарі авторів наприкінці книг; ідеї, що виникають у результаті дискусії з іншими людьми; адаптовані і скорочені думки та ідеї автора.

Необхідно зазначити, що відсутність плагіату – це правильне посилання на літературні джерела і не завжди повністю унікальний текст.

Як різновид плагіату слід виділити рерайтинг (парафразу) – переказ запозиченого матеріалу, думок, ідей своїми словами. Принцип рерайтингу – заміна слів, фразеологічних зворотів або речень під час

використання запозиченого матеріалу. Різновидом рерайтингу є фрагментарне цитування – складання тексту з декількох джерел із поєднанням його з окремими «своїми» словами чи навіть реченнями або заміна слів в оригіналі. Рерайтинг не є порушенням академічної честі у разі, якщо вчений набув навичок перефразування літературних джерел із належним посиланням на них.

Для протидії проявам академічної нечесності, зокрема плагіату, в Сумському державному університеті створено відповідну нормативну базу. Основним документом у цій базі є положення про перевірку наукових, навчально-методичних, кваліфікаційних та навчальних робіт на академічний плагіат [9], що регламентує порядок перевірки наукових праць, що надходять до спеціалізованих вчених рад, редакцій наукових журналів та оргкомітетів конференцій від співробітників університету та представників інших організацій на плагіат та заходи його попередження.

Наприкінці опису видів порушень академічної честності – цікавий матеріал, що буде корисним молодому науковцю, який починає свій «тернистий шлях». На перший погляд, про, власне, академічну чесність тут не йдеться, але уважно прочитайте та візьміть «на замітку».

Джеффри Білл (Jeffrey Beall, University of Colorado Denver, США) уперше детально вивчив світові наукові журнали і створив так званий «Список Білла» [10] в який включив видавництва і журнали, що публікують статті без процесу належного наукового рецензування та прискорюють вихід таких публікацій за гроші («хижі» видавництва відкритого доступу). Саме результати його аналізу беруть за основу найбільші наукометричні бази даних світу Scopus і Web of Science, коли приймають рішення видалити той чи інший псевдонауковий журнал зі своєї бази. Білл виділив критерії для визначення «хижих» видавництв відкритого доступу. Основні з них (за категоріями):

Редактор і персонал:

- власник видавництва є редактором усіх журналів, що видаються організацією;

- жодна людина не ідентифікується як редактор журналу;
- у журналі не визначені редакційна колегія або рецензенти;
- відсутня академічна інформація про редактора, персонал та / або про членів редакційної ради, рецензентів;
- існують очевидні дані, які показують, що редактор і / або рецензенти не мають достатніх академічних знань, щоб вирішувати, допускати публікації до друку в журналі чи ні;
- два або більше журналів мають однакові редакційні ради;
- журнали мають недостатню кількість членів редакційної ради, вигаданих членів ради, до складу редакційної ради внесені прізвища вчених без їх відома або дозволу, в складі редакційної ради відомі вчені, які в розвиток журналу не вносять нічого корисного, за винятком використання своїх імен і / або фотографій.

Менеджмент і видавництво:

- демонструє відсутність прозорості видавничої діяльності;
- не проводить політику або практику цифрового зберігання даних;
- перебуває в залежності від авторських внесків як єдиного способу підтримки роботи;
- працює з великою кількістю журналів, часто використовуючи шаблони для швидкого створення стартової веб-сторінки кожного журналу;
- забезпечує недостатню кількість інформації або приховує інформацію про оплату автором внесків.

Чесність (порядність):

- назва журналу не відповідає його призначенню;
- назва журналу не достатньою мірою відображає його походження (наприклад, журнал використовує слова «канадський» або «швейцарський», але немає прямого відношення до Канади чи Швейцарії);
- журнал фальшиво стверджує, що має імпаکت-фактор (impact factor), або використовує вигадані ступені вимірювання (наприклад, view factor),

- симулюючи міжнародну репутацію видання;
- видавництво розсилає спам-листи до вчених із недостатньою кваліфікацією для того, щоб вони провели рецензування рукописів статей;
- видавництво фальшиво стверджує, що зміст журналу має індексацію в легітимних сервісах реферування та індексування, або запевняє, що зміст статей індексується в ресурсах, що насправді не є сервісами реферування та індексування;
- видавництво працює із ненадійними ресурсами, що не дозволяє запобігти або виключити несумлінність авторів;
- журнал чи журнали містять повторювані випадки плагіату, автоплагіату, маніпуляцій із зображеннями тощо;
- видавництво пропонує передбачуваному учаснику самому запропонувати рецензентів, і видавець згодом використовує запропонованих рецензентів без достатньої перевірки їх кваліфікації або автентичності.

ДОСВІД АМЕРИКАНСЬКИХ УНІВЕРСИТЕТІВ У ПИТАННЯХ ДОТРИМАННЯ АКАДЕМІЧНОЇ ЧЕСНОСТІ

Основним документом, що регламентує правила дотримання академічної чесності в США, є кодекс честі.

Кодекс честі, кодекс принципів, система честі – ряд правил або принципів, якими керується співтовариство, що ґрунтується на ряді правил або ідеалів, які визначають те, що складає шляхетну поведінку в межах цієї спільноти. Використання кодексу честі залежить від ідеї, що люди (принаймні, в межах спільноти) можуть бути впевнені, щоб діяти чесно. Ті, хто викрито порушує кодекс честі, можуть піддаватися різним санкціям, включаючи звільнення з установи.

Досвід, який набув автор цього матеріалу під час ознайомлення з проблемою дотримання академічної чесності у США (у рамках програми «2015 Academic Integrity Program»), подано нижче у вигляді коротких тез:

- Міжнародний центр з академічної чесності США – центральний орган «влади», що керує питаннями академічної чесності;
- питаннями академічної чесності в університетах США займаються близько **40 років**;
- кодекс честі – це не **інструмент покарання** за академічну нечесність, а **модератор** взірця поведінки при проведенні наукових досліджень; завдання кодексу – контролювати та оцінювати академічну чесність, а не перевиховувати науковців;
- статистика порушень академічної чесності відрізняється в різних університетах. Це залежить від «суворості» **Кодексу честі** університету;
- кількість випадків порушення академічної чесності зменшується у міру підвищення рівня навчання – від бакалаврату до аспірантури;
- у контрактах науковців зазначено **обов'язковість виконання** правил академічної чесності й санкції за їх порушення;
- на науковців здійснюється «тиск», спрямований на постійне дотримання кодексу честі;
- молоді дослідники перед початком наукової кар'єри повинні вивчити модуль академічної чесності, скласти іспит з результатом не менше 80 % від максимальної оцінки;
- усі дослідники повинні інформувати службу академічної чесності університету про підозри щодо порушення кодексу честі з боку інших науковців;
- за порушення кодексу академічної чесності науковець може бути позбавлений наукового ступеня, оскільки він був отриманий на так званих «ненадійних принципах»;
- за порушення кодексу академічної чесності науковець може бути звільнений з роботи навіть у тому випадку, коли має позитивний контракт (тенуру);

- факти порушення академічної чесності заносяться до особової справи науковця;
- факти порушення академічної чесності передаються іншому університету у разі переходу туди порушника;
- ім'я порушників академічної чесності в науці оприлюднюються в спеціалізованому федеральному журналі;
- перевірка праць на унікальність проводиться шляхом порівняння із працями, внесеними в електронну базу даних (програми пошуку плагіату), а також безпосередньо досвідченими науковцями при поданні наукових робіт до розгляду;
- єдиної бази даних наукових праць США на федеральному рівні на цей час не існує, окремі бази даних створюються університетами за їх бажанням;
- фінансування наукових досліджень може бути припинено в разі виявлення факту порушення академічної чесності.

ЕТИЧНИЙ КОДЕКС УЧЕНОГО УКРАЇНИ

У цій частині матеріалу наведено окремі положення Етичного кодексу вченого України [11], що стосуються дотримання чесності при проведенні наукових досліджень.

«Передмова

Метою Етичного кодексу вченого України є формулювання загальних етичних принципів, яких кожен із науковців і викладачів повинен дотримуватися у своїй роботі. Кодекс регулює відносини науковців між собою та із суспільством. Він установлює основні засади для оцінювання вченими своєї власної роботи та діяльності колег під моральним кутом. Закріплені тут принципи повинні слугувати основою для етичної підготовки молодих науковців. Основним завданням Кодексу є надання пріоритету моральним вимірам науки та соціальній відповідальності спільноти вчених і кожного вченого зокрема...

...В усьому світі етичні кодекси базуються на розумінні того, що належна

практика у сфері науки сприяє довірі в середовищі наукового співтовариства та між ним і суспільством, що є необхідним для розвитку науки. Вчені повинні бути впевненими в надійності результатів роботи своїх колег. У свою чергу, суспільство повинно бути впевненим у чесності науковців та достовірності результатів їхніх досліджень...

...2. Наукові дослідження

2.1. Учений повинен дотримуватися найвищих професійних стандартів планування та проведення наукових досліджень на основі глибоких знань про доробок світової науки у певній галузі.

2.2. Учений зобов'язаний відшукувати найприйнятніші з огляду на адекватність та економічну виправданість шляхи вирішення досліджуваної проблеми. Висновки завершеного дослідження вчений зобов'язаний викладати об'єктивно, незважаючи на очікування замовника.

2.3. Учений повинен забезпечувати бездоганну чесність і прозорість на всіх стадіях наукового дослідження та вважати неприпустимим прояви шахрайства, зокрема фабрикування та фальшування даних, піратства і плагіату. Неприпустимим є намагання керівних осіб упереджено впливати на характер отримуваних у дослідженні даних і висновків. Учений служить лише об'єктивній істині.

2.4. Учений повинен пам'ятати, що наукове дослідження – це процес отримання нового знання. Він повинен прагнути до належної ерудиції і компетентності, за яких можливий критичний аналіз найсучасніших наукових знань.

2.5. Учений повинен забезпечувати необхідний захист інтелектуальної власності.

2.6. Учений повинен сприяти якнайповнішому використанню результатів своєї праці в інтересах суспільства та з метою охорони довкілля.

2.7. Наукові дослідження жодним чином не повинні ображати гідність або діяти всупереч правам людини...

2.8. Наукове дослідження має проводитися таким чином, щоб не завдавати шкоди навколишньому середовищу. Якщо такого пошкодження неможливо уникнути, вплив людини повинен бути зведений до

мінімуму, а середовище після завершення дослідження відновлене до його первинного стану.

3. Учений як автор

3.1. Основною мотивацією діяльності вченого повинен бути прагнення до пізнання й бажання збагатити науку новими знаннями. При цьому найвищою «нагородою» вченого є досягнення істини та визнання його науковим співтовариством. Учений має право та обов'язок захищати свій науковий пріоритет. Разом із тим публікація неточних і непереконливих наукових результатів, а також публікація в ненаукових виданнях з метою досягнення пріоритету неприпустимі.

3.2. Учений визнає міжнародні та національні правові норми щодо авторських прав. Він може використовувати інформацію з будь-яких публікацій за умови, що зазначає джерело і проводить чітку межу між власними даними та здобутками інших. Запозичення для власних публікацій будь-яких фотографій, рисунків, таблиць, схем тощо потребує згідно з видавничими правилами дозволу автора або видавництва.

3.3. При публікації результатів дослідження, що проводилося групою вчених, усі, хто брав творчу участь у роботі, повинні бути зазначені як автори; за необхідності може бути зазначений їхній особистий внесок. Лише реальний творчий внесок у наукову працю може слугувати критерієм авторства. Поступатися авторством на наукову працю іншій особі, приймати авторство або співавторство та особливо вимагати його є неприпустимим.

3.4. Учений не повинен повторювати свої наукові публікації з метою збільшення їх кількості. Якщо для пропаганди наукових досягнень доцільна публікація однієї й тієї самої праці в різних журналах, редактори останніх повинні бути поінформовані про факт публікації в інших виданнях.

3.5. Учений повинен бути об'єктивним в оцінюванні власних досягнень. Преса, радіо і телебачення можуть бути використані для пропаганди наукових досягнень, але не власної особи. При публікації роботи вчений підпорядковується вимогам видавця, але бажано, щоб наукові ступені та звання

автора не були зазначені. Така інформація може бути подана у примітці...».

Як правило, етичні принципи роботи ученого не обмежуються лише дотриманням доброчесності при проведенні наукових досліджень. Учений також повинен бути доброчесним у ролі викладача, керівника, громадянина тощо.

ВИСНОВКИ

Маленькими кроками до великої мети – головна мудрість, якої повинен дотримуватися вчений усе своє життя, обираючи шлях академічної доброчесності. Вирішувати глобальну проблему необхідно глобально, але починати треба із найменшого, з самого себе. Змінювати когось даремна і невдячна справа, змінити себе – кожному під силу. Якщо кожен учений викоринить у собі звичку йти легким, але незаконним шляхом досягнення високих наукових результатів, виховає непримиренність до брехні, у тому числі до власної, академічна нечесність втратить масовість, і матиме лише поодинокі прояви.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Калиновський Ю. Ю. Академічна чесність як чинник правового виховання студентської молоді / Ю. Ю. Калиновський // Гілея: науковий вісник: збірник наукових праць. – 2012. – Вип. 63 (№ 8). – С. 477–482.
2. Ромакин В. В. Мотивації, переконання та поведінка українських і американських студентів бакалаврату щодо норм академічної культури / В. В. Ромакин // Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили. – Педагогіка. – Вип. 123. – 2010. – Т. 136. – С. 34–41.
3. Bucharest Declaration on Ethical Values and Principles of Higher Education in the Europe Region [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.cepes.ro/September/declaration.htm>.
4. Гудвин Дж. Исследование в психологии: методы и планирование. / Гудвин Дж. / 3-е изд. – СПб.: Питер, 2004. – 558 с.
5. Демина Н. В. Концепция этоса науки: Мертон и другие в поисках социальной геометрии норм / Н. В. Демина // Социологический журнал. – 2005. – № 4. – С. 5–47.
6. Ефимова Г. З. Академическое мошенничество как социальная проблема: анализ основных проявлений / Г. З. Ефимова // В мире научных открытий. – 2013. – №1.3 (37). – С. 306–322.
7. Research integrity policy / University of Pittsburg, 2008. – 15 p.
8. Guidelines for responsible conduct of research / University of Pittsburg, 2011. – 20 p.

9. Положення про перевірку наукових, навчально-методичних, кваліфікаційних та навчальних робіт на академічний плагіат [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://sumdu.edu.ua/ukr/general/normative-base.html>.
10. Beall's List: Potential, possible, or probable predatory scholarly open-access publishers [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://scholarlyoa.com/publishers/>.
11. Етичний кодекс вченого України / Бюлетень ВАК України. – 2010. – № 2.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ З ПІДГОТОВКИ АТЕСТАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ КАНДИДАТСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

Розглянуто весь процес підготовки дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата наук: від вибору теми кваліфікаційної праці до її публічного захисту. Розкриваються основи методології наукової творчості, викладаються методика написання та правила оформлення рукопису дисертації й автореферату, розглядається порядок публічного захисту дисертації. Матеріали узгоджені із чинними нормативними документами МОН України щодо організації процесу атестації наукових кадрів вищої кваліфікації.

The whole process of preparing a thesis for obtaining the degree of candidate of sciences is considered: from selecting a topic of qualification paper to its public defence. The basic methodologies of scientific work are revealed, the methodology of writing and rules of manuscript and abstract formation are outlined, the order of public thesis defence is considered. The materials are approved by current regulations of MES of Ukraine concerning the organization of the process of certification of scientific staff of the highest qualification.

ВСТУП

Згідно з п. 9 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» (далі – «Порядку») дисертація на здобуття наукового ступеня є кваліфікаційною науковою працею, виконаною особисто здобувачем у вигляді спеціально підготовленого рукопису або опублікованої монографії [1]. Підготовлена до захисту дисертація повинна містити подані здобувачем науково обґрунтовані теоретичні або експериментальні результати, наукові положення, а також характеризуватися єдністю змісту та свідчити про особистий внесок здобувача в науку.

До дисертації, що містить науково-прикладні результати, повинні додаватися документи, що підтверджують практичне використання одержаних здобувачем результатів – упровадження у виробництво, достатню дослідно-виробничу перевірку, отримання нових кількісних і якісних показників, істотні переваги запропонованих технологій, зразків продукції, матеріалів тощо, а до дисертації, що містить теоретичні наукові результати, – рекомендації щодо їх використання.

Дисертація виконується з галузі науки та за науковою спеціальністю відповідно до переліку, затвердженого Міністерством освіти і науки України (МОН), і повинна відповідати паспорту наукової спеціальності, затвердженому МОН.

Теми дисертацій пов'язуються, як правило, з основними науково-дослідними роботами, що виконуються вищими навчальними закладами або науковими

установами та затверджуються вченими (науково-технічними) радами для кожного здобувача окремо з одночасним призначенням наукового керівника.

Кандидатська дисертація повинна містити нові науково обґрунтовані результати проведених здобувачем досліджень, які вирішують конкретне наукове завдання, що має істотне значення для певної галузі науки. Кандидатська дисертація може бути подана до захисту у вигляді опублікованої монографії і лише за однією спеціальністю (п. 11 «Порядку»).

Дисертація готується автором особисто. Нові наукові результати та положення, заявлені в ній, мають витримати своєрідний іспит під час публічного захисту. Як наукова праця вона повинна мати внутрішню єдність і свідчити про власний внесок її автора в науку. Нові вирішення, запропоновані здобувачем, потрібно добре аргументувати та критично оцінити порівняно з уже відомими. Таким чином, дисертація – це, по-перше, кваліфікаційна праця, а по-друге, праця, що містить нове вирішення важливої наукової проблеми чи конкретного наукового завдання. Виділимо основну різницю між цією працею та іншими формами творчої діяльності, зокрема інженерними розробками та монографіями.

Метою будь-якої наукової праці є виявлення нових фактів, висновків, рекомендацій, закономірностей або ж уточнення відомих раніше, але недостатньо досліджених. Кожна дисертація містить теоретичну частину, де нові факти складаються в систему і для них з'ясовуються певні об'єднувальні принципи.

Отже, діяльність вченого часто полягає в тому, щоб будь-які факти, що здаються нам звичними та банальними, побачити під новим кутом зору й на основі цього з'ясувати те, що для інших залишалося прихованим. Неправильно думати, що робота над дисертацією є безперервним і приємним процесом відкриття нового. Насправді – це вперта, тривала, часом одноманітна робота, пов'язана з розчаруваннями та невинуватими сподіваннями.

Водночас найскладніші інженерні розроблення повинні задовольняти технічні вимоги, що базуються на вже відомих і перевірених закономірностях. При цьому в переважній більшості випадків інженерне розроблення може вважатись успішно виконаним, якщо параметри створеного приладу або системи відповідають завданню.

Отже, дисертація містить у собі науковий результат, тобто не відомі раніше знання, а інженерне розроблення – технічне рішення, одержане на основі або в межах встановлених раніше знань чи закономірностей. У цьому їх принципова різниця.

З'ясуємо відмінність дисертації від монографії. Дисертація – це опис наукових результатів, здобутих особисто автором. Монографія – опис результатів, отриманих у досліджуваному питанні як здобувачем, так й іншими авторами. При цьому монографія може містити як нові наукові результати, так і відомі технічні рішення.

Основні положення дисертації мають бути опубліковані у наукових журналах та інших періодичних фахових виданнях.

Наукову інформацію в дисертації потрібно викладати у найповнішому вигляді, обов'язково розкриваючи хід і результати дослідження, із детальним описом методики дослідження. Повнота наукової інформації повинна відбиватися в деталізованому фактичному матеріалі з обґрунтуваннями, гіпотезами, широкими історичними екскурсами та паралелями.

Основу змісту дисертації має становити принципово новий матеріал: опис відкритих фактів, явищ і закономірностей, а також узагальнення вже відомих даних з інших наукових позицій або аспектів. З огляду на це

матеріал може містити дискусійні питання, пов'язані з переглядом наявних поглядів та уявлень. Зміст дисертації повинен відповідати вимогам оригінальності, унікальності та неповторності наведених положень.

ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА НАУКОВОЇ ТВОРЧОСТІ

Одержання наукових результатів, оформлених у вигляді специфічного продукту під назвою «дисертація», має свої принципи, методи, техніку і технологію.

Авторитет ученого визначається насамперед результатами його праці, ерудицією та кваліфікацією. Під ерудицією розуміють широке та глибоке знання не лише тієї галузі науки, в якій працює вчений, а й суміжних. Найбільш достовірні та міцні знання здобуваються із першоджерел. Учений піддає їх критичному аналізу, творчій переробці, систематично використовує у власній діяльності. Кваліфікація вченого – це поєднання ерудиції та його творчих навичок у проведенні теоретичної й експериментальної роботи.

Недостатність ерудиції здебільшого призводить до кустарщини та фабрикації різних схем на недостатньо перевірених і не проаналізованих глибоко матеріалах, до повторення у гіршому варіанті раніше зробленого іншими. Вчений, маючи широку ерудицію та творчі навички, спроможний критично осмислювати наукову інформацію, оцінювати її переваги та вади, «нестандартно» мислити, знаходити власні розв'язання, висувувати нові наукові ідеї, вміти працювати з науковими приладами, комп'ютерною технікою, проводити самостійно експеримент, накопичувати й аналізувати необхідні факти, узагальнювати їх, систематизувати, теоретично пояснювати, оформлювати у вигляді наукових звітів, статей, доповідей, монографій, патентів, володіти навичками наукової організації творчої праці.

Загальна схема наукового дослідження:

- обґрунтування актуальності обраної теми;
- постановка мети та конкретних завдань дослідження;

- визначення об'єкта та предмета дослідження;
- вибір методів (методики) проведення дослідження;
- опис процесу дослідження;
- обговорення результатів дослідження;
- формулювання висновків та оцінка одержаних результатів.

Організація творчої діяльності передбачає такі основні принципи:

- постійно думати про предмет дослідження;
- не працювати без плану;
- контролювати хід роботи, обмежувати глибину розроблення;
- під час виконання великої роботи доречно звільнитися від дрібних сторонніх справ;
- не можна робити дві справи одночасно, однак це не означає, що не варто чергувати складну та просту, особливо механічну роботу;
- потрібно знайти індивідуальні засоби мотивації роботи;
- особливу увагу звернути на допустиму тривалість праці та необхідний час відпочинку;
- ефективність наукових розроблень істотно залежить від оволодіння методами математичного моделювання та засобами обчислювальної техніки.

Робота над статтями та доповідями

Для майбутнього вченого важливо оволодіти технікою написання статей і підготовки доповідей для конференцій не лише з точки зору задоволення вимог щодо кількості та рівня публікацій, а й з позицій сприйняття їх слухачами та читачами. Це зобов'язує до певної логіки побудови доповіді чи статті, високої вимогливості до їх форми, стилю та мови.

Опублікувати статтю – означає зробити даний матеріал надбанням фахівців для використання в їхній роботі. Отже, потрібно писати просто та зрозуміло, уникати як передчасних публікацій, так і зволікання з публікаціями.

Методика написання статті за результатами будь-якого часткового дослідження передусім передбачає

розроблення плану, який у загальному випадку повинен мати такий вигляд:

- вступ – постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями;
- останні дослідження та публікації, на які спирається автор, виділення невіршених частин загальної проблеми, яким присвячується ця стаття;
- формулювання цілей статті (постановка завдань), що впливають з постановки загальної проблеми та огляду раніше виконаних досліджень;
- виклад основного матеріалу дослідження;
- закінчення, у якому наводяться висновки з дослідження та стисло подаються перспективи подальшої роботи у зазначеному напрямку.

ТЕХНОЛОГІЯ РОБОТИ НАД ДИСЕРТАЦІЄЮ

Вибір теми

Це найвідповідальніший етап у діяльності аспіранта чи здобувача, оскільки він з часом визначає майбутню діяльність людини на все життя і вирішальним чином зумовлює результат дисертаційного дослідження. Практика показує, що правильно обрати тему – наполовину забезпечити успішне її виконання.

При обранні теми основними критеріями повинні бути:

- актуальність, новизна і перспективність;
- наявність теоретичної бази;
- можливість виконання теми в даній установі;
- зв'язок її з конкретними господарськими планами та довгостроковими програмами, відповідність переліку пріоритетних напрямків науки та техніки [2].

Обравши тему, здобувач має усвідомити сутність пропонованої ідеї, її новизну й актуальність, теоретичну важливість і практичну значущість. Це значно полегшує оцінку й остаточне закріплення обраної теми.

Питання новизни є одним із найбільш суперечливих і складних як під час захисту

дисертації, так і при опублікуванні статті. Одні експерти (члени спеціалізованої вченої ради, члени редколегії) вважають одержаний результат новим, інші – давно відомим. Тут вони спираються на свій особистий досвід, який при зростаючій кількості праць, розширенні тематики досліджень і одночасному зменшенні доступних джерел інформації стає дедалі менш надійним. Тому кожен здобувач повинен уміти визначити новизну свого наукового результату.

Складання плану дисертації

Від самого початку роботи здобувачеві потрібно мати план дисертації, хоча б попередній. Здобувачеві потрібно усвідомити черговість і логічну послідовність запланованих робіт. З урахуванням специфіки творчого процесу до плану дослідження вносять все, що можна заздалегідь передбачити. Звісно, в науці можливі й випадкові відкриття, але не можна будувати наукове дослідження, орієнтуючись на випадковості.

Під час планування етапів досліджень доцільно одночасно продумати підготовку до друку необхідних публікацій чи доповідей на конференціях і семінарах з публікацією тез доповідей або більш повних матеріалів, що є свідченням апробації результатів і пріоритету розроблення.

Вивчення літературних джерел і складання огляду літератури

Ознайомлення з опублікованими за темою дисертації науковими працями починається відразу після розроблення ідеї, тобто задуму наукового дослідження, який, як уже зазначалося раніше, знаходить своє відображення в темі та робочому плані дисертації. Така постановка справи дозволяє більш цілеспрямовано здійснювати пошук літературних джерел за обраною темою та краще опрацювати матеріал, опублікований у працях інших учених, оскільки виток основних питань проблеми майже завжди закладені в попередніх дослідженнях.

Вивчаючи літературу, не намагайтеся лише запозичити матеріал. Паралельно обдумайте знайдену інформацію. Цей процес має тривати протягом усієї роботи над темою, тоді власні думки, що виникли в ході

ознайомлення з чужими працями, стануть основою для одержання нового знання.

Серед джерел інформації чільне місце належить науковим статтям. З позицій достовірності їх слід розглядати окремо за видами та залежно від того, до яких наук вони належать. Про достовірність вихідної інформації свідчить не лише характер першоджерела, а й науковий, професійний авторитет його автора, приналежність автора до тієї чи іншої наукової школи. У всіх випадках потрібно добирати лише останні дані, найавторитетніші джерела, точно зазначити, вихідні дані. До фактів із літературних джерел необхідно підходити критично. Не можна забувати, що життя постійно йде вперед, розвиваються наука, техніка й культура. Те, що вважалось абсолютно точним учора, сьогодні може виявитися неточним, а часом і неправильним.

Основними завданнями огляду літератури є:

- ознайомлення з матеріалами за темою дисертації, їх класифікація, відбір найцікавіших досліджень, основних фундаментальних праць, найістотніших результатів; при цьому потрібно вивчати літературу не лише з «вузької» теми дисертації, а й за близькими до неї темами;
- виявлення напрямів досліджень, що викликають найбільший інтерес, ще недостатньо досліджені та могли б стати темою дисертації;
- формулювання напрямків дисертаційної роботи, характеристика методу й основних розділів теоретичної та експериментальної частин дисертації; і на завершення огляду – перша редакція орієнтовного плану дисертаційної роботи;
- одержання вихідного матеріалу для написання частини дисертації, складання анотованого покажчика статей і книг за темою дисертації та підготовка на цій основі до складання кандидатського іспиту зі спеціальної дисципліни.

Огляд тоді написаний правильно, коли його можна публікувати як самостійну статтю.

Самоперевірка відповідності матеріалів дисертації встановленим вимогам

Самоперевірка роботи на «дисертабельність» має такі етапи:

- аналіз назви дисертації;
- аналіз визначення об'єкта, предмета та мети дослідження;
- аналіз кожного наукового результату на новизну, достовірність, практичну значущість, пріоритет;
- аналіз кожного висновку до розділів на конструктивність та новизну;
- аналіз математичних моделей на коректність;
- оцінка якості програмного забезпечення та виконаних розрахунків;
- аналіз відповідності публікацій та апробацій установленим вимогам;
- аналіз правильності оформлення актів упровадження;
- перевірка коректності посилань.

Аналіз назви дисертації

Потрібно проводити за двома аспектами: на відповідність результатам, поданим на захист, та на відповідність паспорту спеціальності.

Назва дисертації повинна містити об'єкт і предмет дослідження, укрупнене завдання, що розв'язується, а за необхідності й сфера використання. Серед найпоширеніших помилок – коли назви дисертаційних тем перенасичені штучно ускладненою термінологією, носять наукоподібний характер, сформульовані стилістично недбало чи недостатньо грамотно. У них не відбиваються достатньою мірою суть розглянутої проблеми, завершеність роботи, немає чіткого визначення її мети та результатів.

Назва дисертації обов'язково має відповідати за змістом одному з напрямків досліджень, зазначених у паспорті спеціальності, за якою планується захист дисертації.

Аналіз визначення об'єкта, предмета та мети дослідження

Об'єкт дослідження – це процес або явище, що породжує проблемну ситуацію й обране для дослідження.

Предмет дослідження міститься в межах об'єкта. Об'єкт і предмет дослідження як категорії наукового процесу співвідносяться між собою як загальне та часткове. В об'єкті виділяється та його частина, що є предметом дослідження. Саме на нього спрямована основна увага дисертанта, оскільки предмет дослідження змістовно визначає тему (назву) дисертаційної роботи.

Мета дослідження – це запланований результат, який має бути конструктивним, тобто спрямованим на створення суспільно корисного продукту з ліпшими, ніж було раніше, показниками якості або процесу її досягнення. Мета повинна бути сформульована таким чином, щоб указувати на об'єкт і предмет дослідження. Поставленої мети досягти потрібно обов'язково.

Аналіз наукових результатів

Кожен науковий результат здобувачеві потрібно оцінити так, ніби він сам є опонентом своєї дисертації, і за кожним результатом стисло відзначити: суть, новизну, достовірність, практичну значущість, джерело, в якому опублікований результат.

У ході обґрунтування новизни обов'язкове порівняння з близькими результатами інших дослідників. Описуючи практичну значущість, потрібно зазначити форму та масштаби впровадження наукового результату. У визначенні пріоритету простежується спадкоємність публікацій із цього питання за роками.

Аналіз висновків до розділів

Усі розділи завершуються стислими висновками. Найпоширеніша помилка – реферативний характер висновків: перелік зробленого у розділі.

Аналіз математичних моделей

Одному завданню дослідження присвячено зазвичай окремий розділ. Кожне завдання повинне мати змістову (фізичну) та математичну постановки. Математичні постановки задач дослідження щодо вибору найкращих параметрів, режимів, способів, технологій, матеріалів, конструкцій, схем тощо мають бути оптимізаційними.

Аналіз відповідності публікацій і апробацій установленим вимогам необхідно проводити в таких аспектах:

- чи всі результати, винесені на захист, опубліковані або захищені патентами;
- чи входять до затвердженого переліку фахових видань видання, в яких опубліковано результати дисертації;
- чи відповідають назви цих видань та назви з'їздів, конференцій, симпозіумів, семінарів темі дисертації або суті конкретного наукового результату.

Аналіз правильності оформлення актів упровадження

Акт упровадження вважається дійсним, якщо його затвердили директор, головний інженер або заступник директора з економічних питань. Дуже важлива тотожність суті впроваджених результатів і результатів дисертаційних досліджень.

Перевірка коректності посилань

У процесі тривалої роботи над дисертацією здобувач проглядає, читає, вивчає багато літературних джерел. З них він часто виписує формули, графіки, таблиці, окремі факти, фрази, думки, концепції. Ці виписки часом слугують відправною точкою у викладенні власних результатів. Тому необхідно перевірити, чи всюди є посилання на першоджерела, чи може сторонній читач відокремити особисті результати здобувача від запозичених.

Наукова робота давно вже має не індивідуальний, а колективний характер. З огляду на це потрібно продумати заздалегідь внесок кожного учасника у проведене дослідження, зокрема автора дисертації. Необхідно перевірити, чи відповідає особистий внесок дисертанта в опублікованих працях, написаних у співавторстві, результатам, винесеним на захист.

У дисертації здобувач зобов'язаний робити посилання на автора та джерело, звідки він запозичує матеріал або окремі результати. Використовуючи в дисертації ідеї або розроблення, що належать співавторам, спільно з якими були написані наукові праці, здобувач мусить зазначити це в дисертації. У разі використання без

посилання на автора та джерело запозиченого матеріалу дисертація знімається з розгляду без права на її повторний захист.

ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ДИСЕРТАЦІЇ

Згідно з «Порядком» рукописи дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата та доктора наук оформляються відповідно до державних стандартів України, зокрема ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення».

Повністю основні вимоги до оформлення дисертацій та авторефератів дисертацій, які чинні станом на 1 січня 2015 р., викладені у [3]. Навести всі їх тут немає можливості через обмежені обсяги нашого видання, а в скороченому вигляді робити це некоректно. Можна лише відзначити, що вимоги стосуються як структури дисертації, так і її окремих структурних елементів, в них чітко обумовлені правила оформлення як дисертації, так і автореферату дисертації.

ЗАХИСТ ДИСЕРТАЦІЇ

Після оформлення вже написаної дисертації починається процес підготовки до її захисту, який можна розділити на такі основні етапи:

- попередній розгляд дисертації за місцем її виконання (так званий передзахист);
- подання дисертації до спеціалізованої вченої ради для її попереднього розгляду;
- прийняття спеціалізованою вченою радою дисертації до захисту, друкування та розсилання автореферату;
- підготовка до захисту дисертації;
- процедура прилюдного захисту дисертації;
- оформлення документів атестаційної справи.

Кожен етап цього процесу має свою специфіку та визначений відповідними вимогами «Порядок присудження наукових ступенів...» та «Положення про спеціалізовані вчені ради».

Попередній розгляд дисертації та оформлення висновку про наукову і практичну цінність дисертації

Висновок про наукову та практичну цінність дисертації, виданий організацією, де виконувалася дисертація або до якої був прикріплений здобувач, є першою і дуже важливою її експертизою з точки зору відповідності дисертації вимогам «Порядку».

Висновок оформлюється як витяг з протоколу засідання кафедри (міжкафедрального семінару, лабораторії, відділу), підписується завідувачем кафедри (керівником семінару, лабораторії, відділу), як правило, доктором наук, затверджується керівником установи та скріплюється печаткою. У висновку поряд із іншими аспектами характеристики дисертації та особистості здобувача має бути зазначено, ким і коли була затверджена тема дисертації, визначено конкретний персональний внесок здобувача до всіх наукових праць, опублікованих із співавторами. Висновок чинний протягом одного року від дня його затвердження до моменту подання дисертації до спеціалізованої вченої ради.

У цілому висновок повинен містити такі складові частини:

- актуальність теми (проблеми) та її зв'язок із планами наукових робіт установи;
- формулювання наукового завдання (проблеми), нове вирішення якого отримане в дисертації;
- наукові положення, розроблені особисто дисертантом, та їх новизна;
- обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються;
- наукове та практичне значення роботи;
- використання результатів роботи;
- повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора;
- оцінка мови та стилю дисертації;
- відповідність змісту дисертації спеціальності, з якої вона подається до захисту;
- рекомендація дисертації до захисту.

Подання дисертації до спеціалізованої вченої ради для її попереднього розгляду

Спеціалізована вчена рада приймає дисертацію до попереднього розгляду за наявності документів згідно зі встановленим переліком, наведеним у «Положенні про спеціалізовану вчену раду» (Наказ МОН України від 14.09.2011 р. № 1059). До цього переліку обов'язково входять документи, наведені в табл. 1.

До документів додаються:

- дисертація, оформлена згідно зі встановленими вимогами, у кількості примірників, переплетених і підписаних автором, необхідних для передачі на зберігання до Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського НАН України, до бібліотеки наукової установи, вищого навчального закладу, де створено спеціалізовану вчену раду, та для відправлення опонентам;
- автореферат дисертації, оформлений згідно зі встановленими вимогами та підписаний автором на обкладинці (2 прим.);
- копії перелічених в авторефераті монографій, авторських свідоцтв, статей, друкованих тез, доповідей та інших матеріалів наукових конференцій, конгресів, симпозіумів, семінарів, на яких повинні бути зазначені точні та повні вихідні дані відповідних видань, що засвідчуються підписом вченого секретаря;
- компакт-диски типу CD-R або CD-RW із файлами дисертації та автореферату

Прийняття радою дисертації до захисту, друкування та розсилання автореферату

Позитивне рішення щодо прийому дисертації до захисту приймається за дотримання двох основних умов:

- її зміст відповідає спеціальності, за якою спеціалізованої вченій раді дозволено приймати дисертації до захисту;
- основні результати дисертаційного дослідження досить повно висвітлено в наукових фахових виданнях.

Перелік документів, необхідних під час подання дисертації до спеціалізованої вченої ради

№ п/п	Назва документа	Кількість примірників
1	Заява на ім'я голови спеціалізованої вченої ради про прийняття дисертації до розгляду, в якій необхідно зазначити, чи вперше захищається ця дисертація	1
2	Ксерокопія першої сторінки паспорта здобувача	2
3	Особова картка (форма П-2ДС) з відомостями станом на час подання документів до спеціалізованої вченої ради, засвідчена підписом керівника кадрової служби та печаткою за основним місцем роботи, з фотокарткою, на якій є відбиток печатки цієї установи	2
4	Копія диплома магістра (спеціаліста)	2
5	Посвідчення про складання кандидатських іспитів	1
6	Витяг із наказу про зарахування до аспірантури, засвідчений в установленому порядку, у разі якщо здобувач наукового ступеня кандидата наук навчався в аспірантурі	1
7	Висновок про наукову та практичну цінність дисертації, виданий організацією, де виконувалася дисертація або до якої був прикріплений здобувач	2
8	Відгук наукового керівника з оцінкою здобувача та його роботи у процесі підготовки дисертації, засвідчений печаткою за основним місцем роботи наукового керівника	1

Відповіді на ці та інші питання щодо поданої дисертації дає у своєму висновку комісія, призначена спеціалізованою вченою радою у складі не менше 3-х осіб. Висновок комісії повинен бути чітким, конкретним і відбивати такі аспекти роботи:

- актуальність роботи (теми);
- новизну наукових положень і результатів, одержаних особисто здобувачем і поданих на захист;
- обґрунтованість і достовірність наукових результатів, висновків і рекомендацій;
- практичні результати роботи, їх рівень і ступінь використання (впровадження);
- повноту викладення наукових і прикладних результатів дисертації в опублікованих працях; особистий внесок дисертанта в публікаціях; кількість публікацій, їх обсяг і рівень видання;
- відповідність дисертації обраній спеціальності та профілю спеціалізованої вченої ради;
- відповідність дисертації вимогам п. 11 «Порядку»;

- рекомендовані офіційні опоненти з дисертації (для кандидатської дисертації призначаються два офіційні опоненти, з яких один – обов'язково доктор наук, а другий – доктор або кандидат наук);
- перелік адрес для розсилання авторефератів (у частині, визначеній спеціалізованою вченою радою); ствердження, що автореферат відповідає змістові дисертації та може у поданому вигляді бути надрукований.

Після прийняття дисертації до захисту та затвердження офіційних опонентів до МОН України та спецвипуску газети «Освіта України» подається повідомлення встановленого зразка. Лише після виходу в світ згаданого видання дозволяється розсилання автореферату.

Надрукований автореферат, у якому зазначено дату захисту, розсилають не пізніше ніж за місяць до захисту дисертації згідно зі встановленим МОН України переліком установ, а також додатковим списком, визначеним спеціалізованою вченою радою, до якого входять установи, в яких діють спеціалізовані вчені ради за профілем

дисертації, провідні установи за спеціальністю дисертації, зацікавлені організації, провідні вчені – фахівці. Автореферат розсилається також усім членам спеціалізованої вченої ради. Дата розсилання автореферату повинна бути підтверджена штампом поштового відділення.

Підготовка до захисту дисертації

До захисту дисертації потрібно підготувати все, що може знадобитися здобувачеві, а саме: текст дисертації, кілька авторефератів, основні публікації за темою дисертації, текст виступу на захисті дисертації у вигляді невеликої доповіді (10 – 12 с.), письмові відповіді на запитання, зауваження та побажання офіційних опонентів, письмові відповіді на зауваження та побажання, що містяться у відгуках на автореферат дисертації, мультимедійну презентацію (за потреби – плакати, відеоматеріали, комп'ютерні диски тощо), технічні аудіо- чи відеозасоби для запису виступів під час захисту дисертації, що буде необхідно для підготовки стенограми.

Процедура прилюдного захисту дисертації

Захист дисертації відбувається на засіданні спеціалізованої вченої ради прилюдно та повинен мати характер наукової дискусії з докладним аналізом достовірності, обґрунтованості всіх висновків і рекомендацій наукового та практичного характеру, що містяться в дисертації, і відбуватися в обстановці високої вимогливості, принциповості, дотримання наукової етики.

Процедура проведення публічного захисту дисертації докладно регламентована «Порядком присудження наукових ступенів» та «Положенням про спеціалізовані вчені ради».

Можна висловити лише кілька порад здобувачам. Свій виступ здобувач може подати у формі читання, але краще – переказу тексту доповіді, покликаної показати високий рівень теоретичної підготовки її автора, його ерудицію та здатність дохідливо викласти основні наукові результати проведеного дослідження.

Доповідь починається зі звертання: «Шановний пане голову! Шановні члени

спеціалізованої вченої ради! Панове!». Далі здобувач викладає сутність своєї наукової роботи.

Оскільки не лише зміст доповіді, а й характер її прочитання чи переказу, впевненість у відповідях на поставлені запитання значною мірою визначають оцінку захисту, важливо, щоб мовлення було чітким, граматично правильним, упевненим, що робить його зрозумілим і переконливим. Потрібно зважати також на вибір одягу, пози під час виступу, а також жестів, міміки, манер.

Відповідати на запитання членів ради та присутніх у залі необхідно лише за суттю справи. Здобувачеві потрібно виявляти скромність в оцінці своїх наукових результатів і тактовність щодо тих, хто ставить запитання.

Після затвердження протоколу лічильної комісії рада приймає висновок щодо дисертації. Проект висновку готує комісія, яка вивчала роботу на стадії її попереднього розгляду. Висновок повинен бути чітким, конкретним і відбивати такі питання:

- остаточне формулювання наукової проблеми або завдання, за вирішення якої здобувач заслуговує присудження наукового ступеня;
- констатація того, що дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, виконаною в межах певної проблеми або наукового напрямку;
- актуальність теми та одержаних результатів;
- найбільш істотні наукові результати, одержані особисто здобувачем;
- обґрунтованість і достовірність одержаних наукових результатів;
- наукове значення результатів роботи (значення для теорії);
- практичне значення результатів роботи із зазначенням, що конкретно вони дали під час використання;
- ступінь упровадження (використання) результатів роботи на момент її захисту;
- рекомендації щодо подальшого використання (впровадження) одержаних у роботі результатів;
- оцінка мови та стилю дисертації.

- відповідність дисертації визначеній спеціальності;
- відповідність дисертації вимогам «Порядку».

Оформлення документів атестаційної справи

Документи атестаційної справи оформлюються згідно з вимогами, викладеними у нормативних документах. Усі документи готують державною мовою, без граматичних помилок і виправлень. Підписи офіційних осіб засвідчують печатками відповідних установ.

Особливої уваги потребує підготовка електронних варіантів дисертації, автореферату, облікової картки здобувача, файла із зауваженнями, висловленими у відгуках і під час дискусії на захисті, інших файлів, передбачених нормативними документами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Постанова Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р. «Про затвердження порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника».
2. Постанова Кабінету Міністрів України № 942 від 07.09.2011 р. «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2015 року.
3. Бюлетень ВАК України, № 9–10, 2011 р.

РОЗДІЛ 3
СУЧАСНІ ПІДХОДИ
ТА МЕТОДИ ДЛЯ
ЗДІЙСНЕННЯ
ІНЖЕНЕРНОЇ
ДІЯЛЬНОСТІ

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Питання багатокритеріальної і багатопараметричної оптимізації за допомогою методів планування експерименту розглядається на прикладах розрахунку елементів проточної частини і вузлів турбокомпресорів

The question of multiobjective and multiparameter optimization by means of use of methods of experiment planning is considered taking as an example the calculation of elements of flow range and units of turbocompressors.

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА І БАГАТОПАРАМЕТРИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ

Схема оптимального проектування передбачає проведення багатоваріантних розрахунків із використанням математичної моделі (моделей) елементів технічної системи, під керуванням спеціального блоку оптимізації, процедури параметризації, а також, за необхідності, модулів побудови розрахункових сіток для програм розрахунку і пре- та постпроцесорів для обміну даними в системі [1]. У тих випадках, коли одночасно беруться до уваги різні різнорідні моделі об'єкта (наприклад, аеродинамічні, міцнісні, температурні), говорять про мультидисциплінарний аналіз (MDA) або мультидисциплінарну оптимізацію (MDO).

Якщо орієнтуються на промислові розв'язання, як розв'язувачі обирають комерційні програми обчислювальної аеродинаміки, міцнісного аналізу та ін. В окремих випадках використовують програми, розроблені для дослідницьких цілей, або спеціалізовані розв'язувачі. Решта елементів, як правило, створюється самостійно, з використанням мовних інтерфейсів, що надаються вирішувачами. Найважливішим є параметризація об'єкта оптимізації, оскільки від цього залежать корисність одержуваного розв'язання і швидкість пошуку екстремуму. Зазвичай прагнуть генерувати регулярні розрахункові сітки, що забезпечують вищу точність розв'язання рівнянь.

Використовувані методи оптимізації, як правило, ґрунтуються або на випадковому пошуку (наприклад, генетичні алгоритми, квазівипадкові послідовності) об'єкта, що вивчається, або на попередній побудові сурогатних моделей (функцій відгуку, макромоделей) за допомогою методів планування експерименту або нейронних мереж із подальшою оптимізацією на спрощених моделях. Перевагами другого

підходу є істотне (на порядки) зниження кількості пробних точок і зручність аналізу чутливості одержуваного оптимального розв'язання. Недоліки полягають у неможливості оптимізації нерівних функцій і порівняно невеликій кількості незалежних змінних.

Очевидно, що в задачах оптимізації, особливо мультидисциплінарній, з погляду ефективності відшукування оптимального розв'язання вигідно використовувати спрощені математичні моделі. Для створення спрощених моделей, що забезпечують адекватність досліджуваному об'єкта, потрібне залучення багаторічного досвіду фахівців у досліджуваній сфері. Інший, формальніший підхід, полягає в застосуванні «грубої сили», тобто оптимізації із залученням найскладніших тривимірних моделей – аеродинамічних, міцнісних та ін. З появою можливості використання все більших обчислювальних потужностей перевага віддається другому підходу. Висловлюється навіть крайня думка про неспроможність оптимізації на спрощених моделях. Критерієм істини в цьому разі можуть бути лише практика реального проектування і час. Абсолютно чітко можна стверджувати, що застосування тих або інших моделей залежить від постановки задачі оптимізації, кількості чинників, що враховуються, необхідного часу на одержання розв'язання.

Разом із традиційними методами випадкового пошуку все ширше застосування знаходять методи, що використовують різні аналогії та евристики.

Генетичні алгоритми є методами випадкового пошуку, що базуються на біологічних аналогіях із природним відбором і генетикою. Вони належать до класу еволюційних алгоритмів. Генетичні алгоритми працюють із популяціями розв'язань, що еволюціонують у сотнях поколінь з метою найкращим чином

приспосуватися до характеру цільової функції. Випадковий пошук проводиться в околах тих точок простору, де існує найбільший потенціал для «виживання» одержуваних розв'язань. Існує величезна кількість варіацій цього підходу щодо цілочислових, безперервних або комбінованих задач оптимізації, з дискретним або безперервним представленням генів, з різними стратегіями біологічного розвитку (мутації, схрещування, відбір). Вважається, що генетичні алгоритми найбільш підходять для тих задач, де інші методи безсилі. Приклади використання генетичних алгоритмів у задачах оптимізації елементів турбомашин достатньо численні.

Перевагою методів, що використовують функції (поверхні) відгуку, є значне (на порядок і більше) скорочення кількості розрахункових точок під час пошуку оптимального розв'язання. Істотним обмеженням при цьому є припущення про гладкість цільової функції в області, де будується поверхня відгуку. Побудова функцій відгуку методом планування числового експерименту дозволяє перетворити початкову модель до простої поліноміальної залежності, на якій можна розв'язувати задачі аналізу й оптимізації. Крім того, перевагою таких (сурогатних) моделей є можливість їх повторного використання. В обчислювальному плані вдається розпаралелювати процес обчислення функції відгуку і тим самим скоротити астрономічний час розв'язання задачі. Існують різні способи планування експерименту і підходів до його використання. Наприклад, спеціальний вибір діапазонів апроксимації, найбільш відповідних для розв'язання конкретної задачі оптимізації.

Нейронні мережі є порівняно новим апаратом, що використовується для розв'язання найрізноманітніших задач, зокрема пов'язаних з пошуком оптимальних розв'язань. Нейронні мережі можуть «навчатися» розв'язання тієї або іншої задачі, для чого їм потрібно передати певну кількість інформації про правильні розв'язання. Після цього з певною ймовірністю нейронна мережа сама зможе

давати відповіді на питання, що ставляться їй. Можна говорити про те, що в нейронній мережі відбувається побудова функції відгуку відповідно до точок повчальної послідовності, що подається.

Аналіз чутливості полягає у визначенні ступеня впливу зміни незалежних змінних у заданій точці на зміну цільовій функції. При пошуку екстремуму прагнуть рухатися в напрямі, що забезпечує найбільше збільшення (зменшення) цільової функції. Цей підхід широко використовується в градієнтних методах пошуку, де черговий напрям пошуку оцінюється числовим диференціюванням цільової функції. Під час розв'язання варіаційних задач де як обмеження наявні диференціальні рівняння в частинних похідних (наприклад, рівняння Навьє–Стокса), застосовуються оптимізаційні схеми, що базуються на розв'язанні рівнянь чутливості, які виводяться аналітично для використовуваних рівнянь і розв'язуються чисельно. Як завжди, проводиться параметризація досліджуваної конструкції, потім шляхом розв'язання рівнянь чутливості визначаються градієнти за параметрами й організовується пошук оптимального розв'язання одним із методів нелінійного програмування.

Прагнення застосовувати тривимірні аеродинамічні моделі розрахунку при оптимізації турбомашин неминуче приводить до необхідності використовувати все більш потужну обчислювальну техніку. Загальною тенденцією є також розпаралелювання обчислень на багатопроцесорних або кластерних платформах.

Необхідне програмне забезпечення для проведення оптимізаційних розрахунків елементів проточної частини турбомашин містить аеродинамічні й інші солвери, сіткові генератори, блоки оптимізації та допоміжні програми (пре- і постпроцесори, програми підтримки паралельних обчислень та ін.).

Аеродинамічні розв'язувачі обирають із числа комерційних програм, таких як Fluent, CFX і ін., фірмових програм USM3Dns, TRAF3D (NASA), ITSM3D (Siemens), Stage3D (Alstom), TLNS3D-MB

(Renault), EULER3D (General Electric), S3D. Використовуються також розв'язувачі університетських розробок та окремих фахівців.

Важливим елементом системи оптимізації є генератори сіток. Залежність генераторів сіток від особливостей розв'язувачів є причиною використання у багатьох випадках генераторів, жорстко прив'язаних до конкретних розв'язувачів (наприклад, Gambit+Fluent, TurboGrid+CFX, VGRIDns+USM3Dns та ін.).

Існує величезна кількість комерційних програм для планування експерименту і оптимізації на його основі, зокрема й для розв'язання інженерних задач. Серед програм пошуку оптимального розв'язання найбільшою популярністю користуються програмні пакети iSIGHT (фірма Engineous) і modeFRONTIER (компанія Esteco).

Зокрема, modeFRONTIER – це багатоцільове програмне середовище для проведення процесів оптимізації, спеціально написане для інтеграції зі всіма існуючими на сьогодні CFD, CAD і CAE засобами, як комерційними, так і внутрішніми. Програма modeFRONTIER є набором засобів для роботи з даними, а також має великий вибір алгоритмів оптимізації, крім того, існує можливість убудовування в програму вже існуючих у споживачів алгоритмів.

Підготовка набору вхідних даних перед початком оптимізації здійснюється в спеціальній вкладці програмного комплексу – DOE (планування експерименту), в ній визначаються набори вхідних змінних, які найбільше за все впливають на час розрахунку і результат. Оскільки оптимізація з багатьма змінними часто не може бути проведена для всього діапазону всіх можливих значень, техніка DOE дозволяє вибрати діапазон можливих вхідних змінних. Виведення результатів у modeFRONTIER postprocessing може бути будь-яким, від діаграм до матриць із різними комбінаціями. Різноманітність засобів виведення дає користувачеві додаткові зручності при оцінці результатів розрахунку. Програмний комплекс modeFRONTIER має позитивний досвід використання для оптимізації турбомашин.

За неможливості знаходження мінімуму або максимуму функції за декількома критеріями для знаходження найкращого варіанта розв'язання використовується фронт Парето. Суть його полягає у тому, що поліпшення одного з критеріїв не повинне призводити до істотного погіршення іншого критерію.

ПРИКЛАДИ ОПТИМІЗАЦІЇ

Як приклад наведені результати оптимізації дифузornoї частини вихлопного тракту газоперекачувального агрегата. Параметрами оптимізації були кути розкриття дифузора. Цільова функція – падіння тиску в дифузори.

За допомогою методів планування експерименту (DOE) були обрані 10 варіантів конструкції, на основі розрахунку яких побудовані апроксимуючі залежності, що описують кореляцію між параметрами оптимізації та цільовою функцією. За допомогою методів оптимізації із заданого діапазону варіюваних параметрів визначалися найкращі варіанти конструкції.

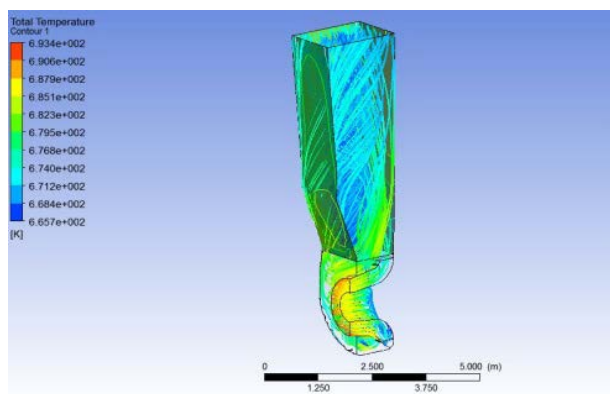
На рис. 1 наведені результати розрахунку течії газу в проточній частині газовихлопного тракту оптимізованої конструкції. На рис. 2 зображена кореляційна залежність між параметрами оптимізації і цільовою функцією.

Оптимізація дифузornoї частини вихлопного тракту показала, що при зменшенні кутів розкриття дифузора можна зменшити втрати тиску по довжині каналу.

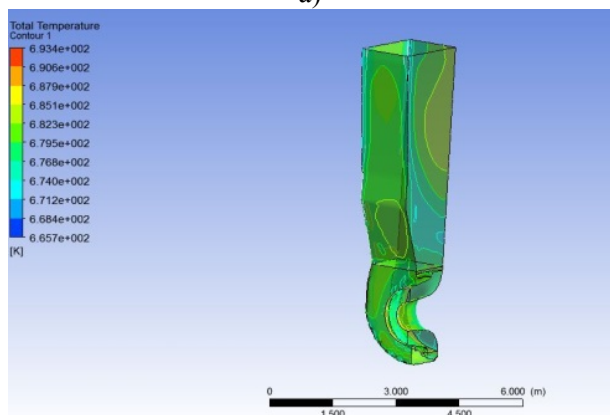
Наступним прикладом є визначення та оптимізація гідродинамічних характеристик лабіринтних і лункових ущільнень.

За допомогою програмного комплексу ANSYS CFX для лабіринтного ущільнення, геометрична і сіткова модель якого показана на рис. 3 із такими параметрами: зазор – 0,3 мм, ексцентриситет – 0,05 мм, перепад тиску – 3,52 МПа, одержані сили і моменти та жорсткості й демпфірування.

Для моделювання течії газу в лабіринтному ущільненні використовувалася стандартна $k-\varepsilon$ -модель турбулентності з функцією стінки. Було виконано 4 розрахунки при різних кутових швидкостях прецесії.



а)

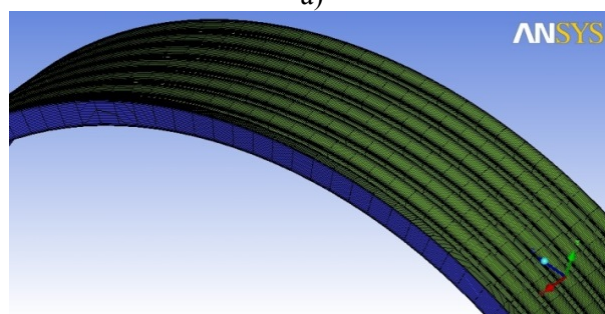


б)

Рисунок 1 – Лінії струму і температура на стінці газовихлопного тракту (а) та розподіл температур на внутрішньому корпусі вихлопного тракту (б)



а)



б)

Рисунок 3 – Геометрична (а) і сіткова (б) моделі лабіринтного ущільнення

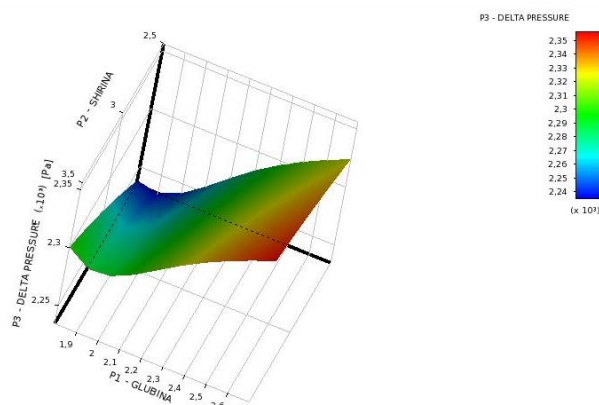
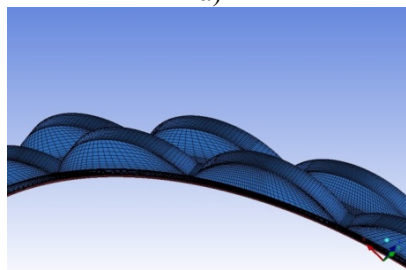


Рисунок 2 – Кореляційна залежність між параметрами оптимізації і цільовою функцією

Робоче середовище – повітря як ідеальний газ, адіабатні граничні умови на стінках. Чисельно, методом скінченних об'ємів, розв'язувалися рівняння руху (рівняння Нав'є–Стокса, осереднене за Рейнольдсом), а також рівняння стану ідеального газу та енергії. Замикалася ця система рівнянь стандартною $k - \varepsilon$ -моделлю турбулентності. Розв'язувалася нестационарна задача [2, 3].

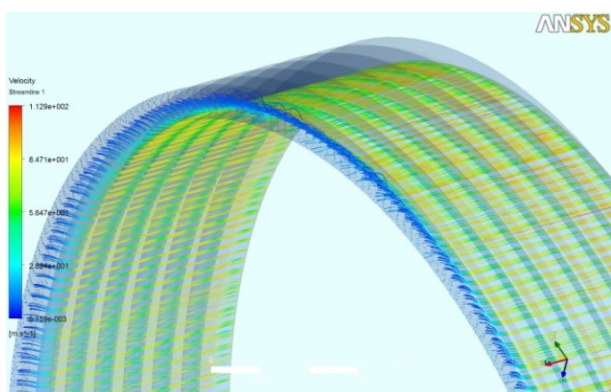


а)

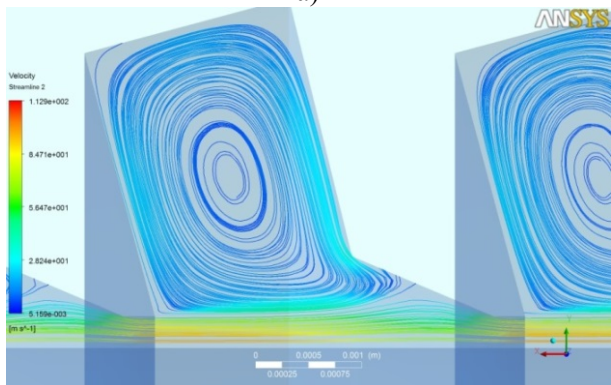


б)

Рисунок 4 – Геометрія (а) і розрахункова сітка (б) лункового ущільнення турбокомпресора



а)



б)

Рисунок 5 – Лінії току для повної моделі (а) та для поперечного перетину (б) лабіринтного ущільнення

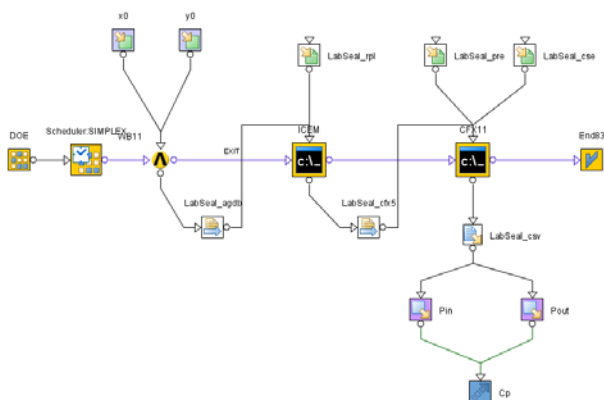
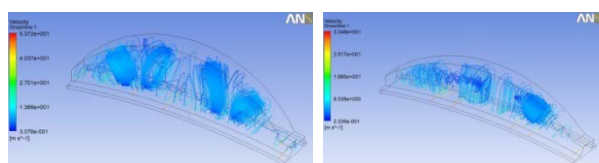
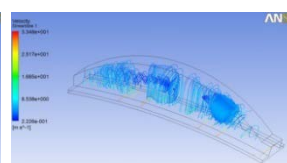


Рисунок 6 – Структурна схема процесу оптимізації у програмі modeFrontier

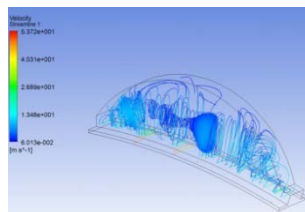
Робоче середовище – повітря як ідеальний газ, адіабатні граничні умови на стінках. Чисельно, методом скінченних об'ємів, розв'язувалися рівняння руху (рівняння Навьє–Стокса, осереднене за Рейнольдсом), а також рівняння стану ідеального газу та енергії. Замикалася ця система рівнянь стандартною $k - \varepsilon$ -моделлю турбулентності. Розв'язувалася нестационарна задача [2, 3].



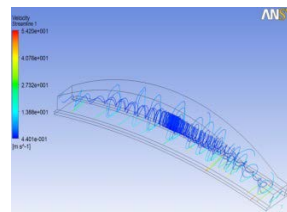
а)



б)



в)



г)

Рисунок 7 – Лінії потоку в лунці ущільнення

Геометрія і розрахункова сітка лункового ущільнення турбокомпресора наведені на рис. 4.

Коефіцієнти жорсткості, демпфування та приєднаної маси дорівнюють:

- коефіцієнт приєднаної маси $M = 24,28$ кг;
- коефіцієнт прямої жорсткості $K = 7 \cdot 10^6$ Н/м;
- коефіцієнт прямого демпфування $C = 110$ Н·с/м.

На рис. 5 наведені лінії потоку для повної моделі та для поперечного перетину лабіринтного ущільнення відповідно.

Оптимізація гідродинамічних характеристик (витоків, жорсткостей та демпфірувань) лабіринтних і лункових ущільнень виконувалася за допомогою програм modeFrontier та ANSYS-CFX.

На рис. 6 наведена схема процесу оптимізації у програмі modeFrontier, що складається з таких структурних одиниць:

- DOE (методи планування експерименту) – підготовка необхідних проектів;
- SIMPLEX – вибір алгоритму оптимізації;
- x_0, y_0 – задавання вхідних параметрів (геометрії ущільнення);
- WB11 – створення геометричної моделі ущільнення та її експорт до сіткового генератора ICEM CFD (файл LabSeal_agdb);
- ICEM – за допомогою макроса LabSeal_rpl створення сіткової моделі

та її експорт до препроцесора ANSYS-CFX (LabSeal_cfx5);

- CFX11 – задавання граничних умов, властивостей ущільнюваного середовища та типу аналізу, запис макроса препроцесора LabSeal_pre і постпроцесора LabSeal_cse;
- зчитування із постпроцесора необхідних результатів (Pin, Pout) розрахунку та запис їх до таблиці Excel;
- запис цільової функції Cp.

За допомогою методів оптимізації знаходяться мінімум витоків та максимум жорсткостей та демпфірувань, або якщо такий розв’язок неможливий, то за фронтом Парето знаходиться найкраще поєднання цих величин.

На рис. 7 показані лінії потоку в лунці ущільнення в процесі оптимізації.

З табл. 1 бачимо, що найкращим результатом оптимізації є 3-й проект.

Таблиця 1

Результати оптимізації лункового ущільнення

Параметри ущільнення	Початкова конструкція	1-й проект	2-й проект	3-й проект
Радіус ущільнення, мм	12,50	15,17	11,33	19,50
Ширина ущільнення, мм	2,50	2,23	2,22	2,93
Швидкість потоку на вході, м/с	50,00	50,00	50,00	50,00
Швидкість обертання, 1/с	314,00	314,00	314,00	314,00
Масова витрата, $\cdot 10^{-4}$ кг/с	38,22	24,00	38,20	25,70
Коефіцієнт відновлення напору Cp	0,64	0,63	0,62	1,05

ВИСНОВКИ

У практиці все більш широко застосовуються мультидисциплінарний аналіз і мультидисциплінарна оптимізація.

Методи оптимізації повинні обиратися залежно від постановки оптимізаційної задачі. Для гладких функцій доцільніше застосовувати методи планування експерименту, для функцій загального вигляду необхідно використовувати різновиди випадкового пошуку (наприклад, генетичні алгоритми).

Наявність великої кількості комерційних програм для розрахунку тривимірного структурного аналізу, обчислювальної аеродинаміки, прикладних та спеціалізованих оптимізаційних пакетів призводить до все більшого їх використання для пошуку оптимальних розв’язань.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Бойко А. В. Оптимальное проектирование проточных частей осевых турбомашин – современное состояние / А. В. Бойко, Ю. Н. Говорущенко, А. П. Усатый. // Энергетические и теплотехнические процессы и оборудование. – 2005. – № 6. – С. 14–21.
2. Загоруйко А. В. Програмный комплекс ANSYS в инженерных задачах : навч. посібник / А. В. Загоруйко. – Суми : Вид-во СумДУ, 2008. – 200 с.
3. Сотовые уплотнения в турбомашинах / В. Т. Буглаев, А. А. Климцов, В. Т. Перевезенцев, С. В. Перевезенцев. – Брянск : БГТУ, 2002. – 148 с.

ІМОВІРНІСНІ МЕТОДИ ІНЖЕРНЕРНИХ РОЗРАХУНКІВ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

У наш час проектування елементів машин та конструкцій з використанням традиційних методів розрахунків не задовольняє вимоги розвитку машин, пристроїв та конструкцій. Так, аналіз робочого обладнання та конструкцій ряду галузей машинобудування показує, що його надійність нижча за економічно доцільну як мінімум на 20–30 %, а металосмість окремих елементів через нераціональний розподіл рівня надійності вища за допустиму на 15–20 %. Загальноживані розрахунки за методом допустимих напружень не можуть повністю виключити вихід елементів з ладу лише введенням підвищених коефіцієнтів запасу міцності, оскільки при одному й тому самому значенні коефіцієнта запасу ймовірність виходу з ладу деталі може коливатись у досить широких межах. Саме тому ймовірнісні методи розрахунку все частіше й ширше використовуються в усіх розділах механіки та теорії розрахунків технічних систем.

At the present days, the designing of machines elements and constructions by means of use of traditional methods of calculations does not comply with the requirements of machines, devices and constructions development. So, the analysis of working equipment and constructions of a range of machine-building industries demonstrates that its reliability is below than the cost-efficient one at least for 20–30 % and steel intensity of separate elements because of irrational distribution of reliability level is higher than allowable at least for 15–20 %. Generally used calculations due to the method of permissible tensions can't fully exclude the elements disabling only by means of adding the multiplied safety factors, because having the same meaning of safety factor the probability of element disabling could fluctuate in rather wide ranges. That is why, the probabilistic methods of calculation are more often and widely used in all areas of mechanics and theory of the technical systems calculations.

ВСТУП

Метою лекції є введення основних понять й елементів ймовірнісного конструювання технічних систем та забезпечення їх надійності, що задовольняє нормативні вимоги. Традиційний підхід до розрахунку міцності технічних систем складається із двох основних етапів. На першому етапі визначаються напруження, деформації або переміщення в елементах системи, що знаходиться під впливом зовнішніх навантажень, і визначаються граничні значення цих навантажень. Кінцевою метою розрахунку є відповідь на питання про те, чи зможе ця система задовольнити вимоги (технічні, економічні та ін.), що до неї ставляться, протягом встановленого терміну її функціонування. Другий етап, як правило, полягає у зіставленні одержаних у результаті першого етапу значень напружень, деформацій та переміщень з нормативно допустимими для них значеннями або в розрахунку коефіцієнтів запасу та зіставленні їх значень з нормативними.

У реальних технічних системах немає жодної величини, яка б за своєю природою не була випадковою. Для опису таких систем використовують різні, причому, як правило, детерміновані (невипадкові) математичні моделі, в основу яких покладене припущення, що всі фактори, що

враховуються під час розрахунку, мають невідповідний характер. Використання таких математичних моделей є обґрунтованим лише у тих випадках, коли всі фактори й величини, що враховуються при описі системи, мають такий випадковий розкид (розсіювання), який можна вважати неістотним для прийнятої точності розрахунку і коли немає потреби в обґрунтуванні надійності висновків. Однак, як показує практика, більшість геометричних параметрів, внутрішніх зв'язків та властивостей технічних систем мають значні поля розсіювання (поля допусків, можливість роботи систем не на розрахункових режимах тощо). У таких випадках розрахунки необхідно проводити з використанням ймовірнісних методів. Але перш ніж переходити до суті ймовірнісних розрахунків, необхідно ввести основні поняття та визначення теорії ймовірностей.

ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ З ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ

Той факт, що випадкова величина набула якого-небудь одного чи декількох можливих значень, називають подією. А будь-яка подія має цілком визначену ймовірність, тобто числову міру об'єктивної можливості цієї події, що оцінюється числом в інтервалі від 0 до 1.

Будемо називати випадкову величину розподіленою дискретно в інтервалі $[a, b]$,

якщо множина її значень на цьому інтервалі є такою, що можна злічити, але не обов'язково скінченною. Якщо випадкова величина набуває значень у будь-яких точках інтервалу $[a, b]$, то її називають безперервно розподіленою у цьому інтервалі.

Для опису випадкових величин використовують два основні способи. Перший полягає у введенні так званих характеристик розподілу: функцій розподілу та щільностей імовірності. Другий полягає в заданні числових характеристик або моментів.

Функцією розподілу випадкової величини X називають закон, що встановлює зв'язок між можливими значеннями випадкової величини та відповідними їм імовірностями й визначається так:

$$F(x) = P(X < x). \quad (1)$$

Із геометричної точки зору $F(x)$ характеризує ймовірність того, що випадкова величина X перебуває лівіше від точки (значення) x на числовій осі (рис. 1 а).

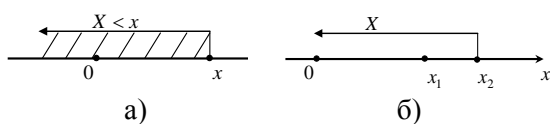


Рисунок 1

Із визначення (1) функції розподілу випливають її очевидні властивості:

1. $F(x)$ обмежена на всій числовій осі:

$$0 \leq F(x) \leq 1. \quad (2)$$

$\lim_{x \rightarrow -\infty} F(x) = F(-\infty) = 0$ (неможлива подія);

$\lim_{x \rightarrow +\infty} F(x) = F(+\infty) = 1$ (достовірна подія).

2. Імовірність того, що випадкова величина набуде значення з інтервалу $[a, b]$ (де $a < b$), дорівнює приросту функції $F(x)$ на цьому інтервалі:

$$P(a \leq X \leq b) = F(b) - F(a). \quad (3)$$

3. $F(x)$ – неспадна функція, оскільки (рис. 1 б):

$$\begin{aligned} F(x_2) &= P(X < x_2) = \\ &= P(X < x_1) + P(x_1 \leq X < x_2). \end{aligned} \quad (4)$$

4. $F(x)$ неперервна зліва, тобто у будь-якій точці c числової осі виконується рівність

$$\lim_{x \rightarrow c-0} F(x) = F(c-0) = F(c). \quad (5)$$

5. Імовірність потрапляння випадкової величини X у довільну точку c дорівнює стрибку функції $F(x)$ у цій точці: $P(X = c) = F(c+0) - F(c)$. Таким чином, функція $F(x)$ неперервна у точці тоді і тільки тоді, коли ймовірність потрапляння випадкової величини X у цю точку дорівнює нулю.

Для дискретно розподіленої випадкової величини функція розподілу

$$F(x) = P(X < x) = \sum_{k(x_k < x)} P_k. \quad (6)$$

Графік функції розподілу дискретно розподіленої випадкової величини містить точки розриву першого роду (точки скінченного стрибка).

Випадкова величина X розподілена безперервно, якщо її функція розподілу $F(x)$ – неперервна функція.

Неперервна функція розподілу є такою, що можна диференціювати:

$$p(x) = \frac{dF(x)}{dx} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{P(x \leq X < x + \Delta x)}{\Delta x}. \quad (7)$$

Тут $p(x)$ – функція щільності ймовірності, що характеризує ймовірність потрапляння випадкової величини X у малий окіл точки x :

$$p(x)dx = P(x < X < x + dx). \quad (8)$$

Щільність імовірності, так само як і функція розподілу, є характеристикою розподілу випадкової величини X . Однак на відміну від функції розподілу вона не є

універсальною, оскільки існує лише для безперервно розподілених випадкових величин.

Із (7) випливає, що ймовірність знаходження випадкової величини в інтервалі $[a, b]$ дорівнює

$$P(a \leq X \leq b) \stackrel{\text{def}}{=} \int_a^b p(x)dx = F(b) - F(a). \quad (9)$$

При цьому очевидно, що для безперервно розподіленої випадкової величини ймовірність $P(X = a)$ дорівнює нулю.

Щільність імовірності задовольняє умову нормування

$$\int_{-\infty}^{\infty} p(x)dx = 1. \quad (10)$$

При емпіричному визначенні функції щільності ймовірності умова нормування є основним критерієм перевірки коректності знайденого закону розподілу.

Необхідно зазначити, що характеристики (закони) розподілу дають вичерпну інформацію про ці величини.

Під час дослідження питань надійності та міцності технічних систем найбільше застосування знайшли такі закони розподілу випадкових величин: нормальний, логарифмічно нормальний, експоненціальний та закон розподілу Вейбула. Із цими законами та їх характеристиками можна ознайомитися, наприклад, у [1, 4].

Знаходження числових характеристик становить основу другого способу опису випадкових величин. Першою числовою характеристикою випадкової величини X є її математичне сподівання $\langle X \rangle$.

Для дискретно розподілених випадкових величин математичне сподівання визначається як

$$\langle X \rangle \stackrel{\text{def}}{=} \sum_{j=1}^n x_j P(x_j). \quad (11)$$

Для безперервно розподіленої випадкової величини X

$$\langle X \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} xp(x)dx. \quad (12)$$

Замість форми запису $\langle X \rangle$ для математичного сподівання в літературі також трапляються позначення $MX, M[X], m_x, EX$.

Для безперервно розподіленої випадкової величини X математичне сподівання відповідає абсцисі центра тяжіння C площі плоскої фігури, обмеженої кривою $p(x)$.

Математичне сподівання випадкової величини має такі властивості:

1. Якщо C – детерміністична величина, то $\langle C \rangle = C$.

2. Якщо $\varphi(x)$ – детерміністична функція або лінійний диференціальний (інтегральний) оператор, то

$$\begin{aligned} \langle \varphi(x)X \rangle &= \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(x)xp(x)dx = \\ &= \varphi(x) \int_{-\infty}^{\infty} xp(x)dx = \varphi(x)\langle X \rangle. \end{aligned}$$

3. Математичне сподівання суми випадкових величин дорівнює сумі їх математичних сподівань

$$\langle X_1 + X_2 + \dots + X_n \rangle = \langle X_1 \rangle + \langle X_2 \rangle + \dots + \langle X_n \rangle.$$

За аналогією з математичним сподіванням до розгляду вводяться також моменти k -го порядку, іноді їх називають початковими. Так, для дискретно розподіленої випадкової величини

$$\langle X^k \rangle = \sum_{j=1}^n x_j^k P(x_j); \quad \text{для безперервно}$$

розподіленої

$$\langle X^k \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} x^k p(x)dx. \quad (13)$$

На практиці зручніше оперувати центрованими випадковими величинами, які становлять різниці безпосередньо випадкової величини та її математичного сподівання $\tilde{X} = X - \langle X \rangle$. Операція центрування відповідає перенесенню початку координат у точку математичного сподівання.

Для безперервно розподілених випадкових величин \tilde{X} центральні моменти k -го порядку визначаються як

$$\langle \tilde{X}^k \rangle = \langle (X - \langle X \rangle)^k \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \langle X \rangle)^k p(x) dx \quad (14)$$

Центральний момент другого порядку ($k = 2$) називають дисперсією випадкової величини і позначають як D_X або D_X :

$$\begin{aligned} D_X & \stackrel{def}{=} \langle (x - \langle X \rangle)^2 \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \langle X \rangle)^2 p(x) dx = \\ & = \int_{-\infty}^{\infty} (x^2 - 2x\langle X \rangle + \langle X \rangle^2) p(x) dx = \\ & = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 p(x) dx - 2\langle X \rangle^2 + \langle X \rangle^2 = \langle X^2 \rangle - \langle X \rangle^2. \end{aligned} \quad (15)$$

Із (15) випливає, що дисперсія дорівнює середньому квадрата без квадрата середнього.

У практичних застосуваннях поряд із дисперсією широко використовують середнє квадратичне відхилення випадкової величини

$$\sigma_{XX} = \sqrt{D}. \quad (16)$$

Із (15) бачимо, що розмірність дисперсії дорівнює квадрату розмірності випадкової величини, а з (16) – розмірність середнього квадратичного відхилення збігається з розмірністю випадкової величини.

В інженерній практиці часто виникає необхідність визначення ймовірності потрапляння нормально розподіленої випадкової величини на ділянку, яка є симетричною відносно її центра розсіювання $\langle X \rangle$. Ймовірність потрапляння нормально

розподіленої величини X на відрізок довжиною $2l$ визначають за формулою [1]:

$$\begin{aligned} P(\langle X - l < X < \langle X \rangle + l \rangle) &= \left(\frac{l}{\sigma_X} \right) - \left(-\frac{l}{\sigma_X} \right), \\ \Phi(x) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt. \end{aligned}$$

Ураховуючи, що $\Phi(-x) = 1 - \Phi(x)$,

одержуємо $P(\langle X - \langle X \rangle < l \rangle) = 2\Phi\left(\frac{l}{\sigma_X}\right) - 1$.

Розраховуючи значення ймовірності потрапляння випадкової величини X на заданий інтервал для декількох значень співвідношення $\frac{l}{\sigma_X}$, маємо:

$$\begin{aligned} \frac{l}{\sigma_X} = 1, \quad P(\langle X - \langle X \rangle < l \rangle) &= 0,6826; \\ \frac{l}{\sigma_X} = 2, \quad P(\langle X - \langle X \rangle < l \rangle) &= 0,9544; \\ \frac{l}{\sigma_X} = 2, \quad P(\langle X - \langle X \rangle < l \rangle) &= 0,9972. \end{aligned}$$

Тобто ймовірність відхилення випадкової величини X , яка підлягає нормальному закону розподілу, від її математичного сподівання на величину більшу за $3\sigma_X$ не перевищує 0,0028. Відповідно можна вважати, що практично всі значення випадкової величини належать інтервалу $\langle X \rangle \pm 3\sigma_X$. Наведене правило трьох сигм дозволяє за відомими значеннями середнього квадратичного відхилення та математичного сподівання нормально розподіленої випадкової величини практично точно вказати інтервал її можливих значень. Із правила трьох сигм впливає також наближений спосіб знаходження середнього квадратичного відхилення σ_X : максимальне практично можливе відхилення X від середнього $\langle X \rangle$ (за графіком $p(x)$) ділять на три. Така груба оцінка може бути рекомендована лише у тому разі, коли немає

інших, більш точних способів визначення σ_x .

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ. ЗАПАС МІЦНОСТІ ТА ЙМОВІРНІСТЬ БЕЗВІДМОВНОЇ РОБОТИ

Під час оцінювання надійності технічних систем за міцністю на етапі проектування ставлять завдання визначення можливості руйнування її елементів, тобто оцінки можливості виникнення навантажень (напружень), що за своєю величиною перевищують несучу здатність (міцність) цих елементів. За своєю суттю ця задача є невизначеною, оскільки діючі навантаження та властивості елементів на міцність (так само, як і умови, в яких вони функціонують) є випадковими величинами, а в загальному випадку – випадковими функціями.

Аналітично надійність системи можна описати за допомогою функції двох випадкових аргументів: узагальненого навантаження (напруження) S та несучої здатності (узагальненої міцності) R . Як кількісні критерії надійності можна взяти такі показники:

1. Показник працездатності: $U = R - S$, для забезпечення надійності $U > 0$.

2. Коефіцієнт запасу міцності: $n = \frac{R}{S}$, $n > 1$.

Якщо закони розподілу узагальненого навантаження та узагальненої міцності є відомими й задані відповідними щільностями розподілу $p_1(S)$ і $p_2(R)$, то ймовірність того, що значення узагальненої міцності (границі міцності) знаходиться у межах від R до $R + dR$, дорівнює $dP_1 = p_2(R)dR$. А ймовірність того, що діюче навантаження перевищить деякий заданий детерміністичний рівень R_* , дорівнює

$$P_S = \int_{R_*}^{\infty} p_1(s) ds. \quad (17)$$

Ймовірність того, що значення узагальненої міцності належить інтервалу між величинами від R до $R + dR$, а значення діючого навантаження перевищує заданий

рівень R_* , дорівнює добутку ймовірностей $dP = P_S dP_1$. Ймовірність руйнування P визначається підсумовуванням усіх dP :

$$P = \int P_S dP_1 = \int_{-\infty}^{\infty} p_2(r) \left[\int_{R_*}^{\infty} p_1(s) ds \right] dr. \quad (18)$$

Оскільки надійність (ймовірність безвідмовної роботи) системи $H = 1 - P$, то остаточно

$$H = 1 - \int_{-\infty}^{\infty} p_2(r) \left[\int_{R_*}^{\infty} p_1(s) ds \right] dr. \quad (19)$$

Надійність системи може бути визначена і з умови неперевикнення діючим навантаженням деякого граничного значення R_* із виразу

$$H = \int_{-\infty}^{\infty} p_2(r) \left[\int_{-\infty}^{R_*} p_1(s) ds \right] dr. \quad (20)$$

За аналогією можна отримати такі вирази для визначення надійності системи:

$$P = \int_{-\infty}^{\infty} p_1(s) \left[\int_{S_*}^{\infty} p_2(r) dr \right] ds, \quad (21)$$

$$H = 1 - \int_{-\infty}^{\infty} p_1(s) \left[\int_{S_*}^{\infty} p_2(r) dr \right] ds.$$

Таким чином, якщо відомі закони розподілу узагальненого навантаження та узагальненої міцності, то ймовірність безвідмовної роботи може бути визначена безпосередньо через щільності розподілу ймовірностей. Вирази для визначення надійності систем для різних комбінацій законів розподілу узагальненого навантаження та узагальненої міцності можна знайти в [4].

Якщо узагальнене навантаження та узагальнена міцність підлягають нормальному закону розподілу із числовими характеристиками $\langle S \rangle, D_S$ і $\langle R \rangle, D_R$, то показник працездатності системи також матиме нормальний розподіл із числовими

характеристиками $\langle U \rangle = \langle R \rangle - \langle S \rangle$,

$D_U = D_S + D_R$, а щільність імовірності набере вигляду

$$f(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi D_U}} \exp\left[-\frac{(u - \langle U \rangle)^2}{2D_U}\right] = \frac{1}{\sqrt{2\pi(D_S + D_R)}} \exp\left[-\frac{(u - (\langle R \rangle - \langle S \rangle))^2}{2(D_R + D_S)}\right] \quad (22)$$

Проводячи заміну $z = \frac{(u - \langle U \rangle)}{\sqrt{D_U}}$,

приходимо до нормованого нормального розподілу, для якого за таблицями значень функції Лапласа, наведеними, наприклад у [1, 4], можна визначити ймовірність безвідмовної роботи як

$$H = P(U > 0) = \int_0^{\infty} f(u) du = \int_{z_0}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{t^2}{2}\right] dt = \Phi(-z_0), \quad (23)$$

де $z_0 = z(u = 0)$.

Під час проектування технічних систем їх надійність, як правило, є відомою величиною, тому подальша задача зводиться до знаходження таких геометричних параметрів чи матеріалів, що задовольняють потрібну надійність.

Розглядаючи надійність системи як імовірність неперевищення діючими напруженнями (навантаженнями) заданого рівня, за формулами (19 - 21, 23) одержуємо рівняння, що зв'язує надійність із шуканою характеристикою A :

$$H = \phi(a_1, a_2, \dots, A), \quad (24)$$

де a_i – задані на етапі проектування параметри законів розподілу узагальненого навантаження, узагальненої міцності та геометричних характеристик самої системи.

Прирівнюючи надійність до заданого значення, приходимо до рівняння для визначення шуканого параметра A :

$$A = \phi_A(a_1, a_2, \dots, a_n, H). \quad (25)$$

У більшості випадків із рівняння (24) неможливо в явному вигляді знайти A . У цих випадках для визначення A доцільно використовувати графічний метод. Беручи значення A_i , з рівняння (24) знаходять відповідні значення надійності H_i , за якими будують графік. За цим графіком знаходять значення A , що відповідає заданій надійності. Якщо A є геометричним параметром, то за його значенням легко знайти розміри поперечного перерізу при будь-якому вигляді деформацій.

Аналогічно розв'язується задача проектування систем заданої надійності за жорсткістю та стійкістю. Під час проектування на задану стійкість надійність розглядають як імовірність того, що діюче узагальнене навантаження не перевищить заданого критичного значення.

На практиці дуже часто трапляються випадки, коли досліджувана функція випадкових величин, що описує надійність системи, хоча й не є лінійною, але може бути наближено замінена лінійною. Насамперед це пов'язано із тим, що у багатьох практичних задачах діапазон найбільш імовірних значень аргументу є настільки вузьким, що у цьому діапазоні зазначена функція мало відрізняється від лінійної. Одержуємо формули для математичного сподівання та дисперсії для функції декількох незалежних випадкових аргументів, знайдені методом лінеаризації вихідної функції.

Розглянемо випадкову величину Y , яка є не випадковою функцією випадкових аргументів X_1, X_2, \dots, X_n з відомими ймовірнісними характеристиками (математичними сподіваннями $\langle X_i \rangle$ та дисперсіями D_{X_i}):

$$Y = \phi(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (26)$$

Функція ϕ у загальному випадку нелінійна, але її можна замінити лінійним аналогом в околі точки математичного сподівання аргументів: $(\langle X_1 \rangle, \langle X_2 \rangle, \dots, \langle X_n \rangle)$.

Для визначення числових характеристик випадкової величини Y розвинемо функцію (26) у ряд Тейлора в околі точки $(\langle X_1 \rangle, \langle X_2 \rangle, \dots, \langle X_n \rangle)$:

$$Y \approx \varphi(\langle X_1 \rangle, \langle X_2 \rangle, \dots, \langle X_n \rangle) + \sum_{i=1}^n (x_i - \langle X_i \rangle) \left. \frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \right|_{x_i = \langle X_i \rangle} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (x_i - \langle X_i \rangle)(x_j - \langle X_j \rangle) \left. \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_i \partial x_j} \right|_{x_{i,j} = \langle X_{i,j} \rangle} + O(x) \quad (27)$$

де $\left. \frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \right|_{x_i = \langle X_i \rangle}$ – значення похідної у точці

математичного сподівання; $O(x)$ – залишковий член розкладання більш високого порядку малості.

Тоді математичне сподівання випадкової величини Y дорівнює

$$\langle Y \rangle \approx \varphi(\langle X_1 \rangle, \langle X_2 \rangle, \dots, \langle X_n \rangle) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n K_{ij} \left. \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_i \partial x_j} \right|_{x_{i,j} = \langle X_{i,j} \rangle} \quad (28)$$

$$K_{ij} \stackrel{def}{=} \langle \tilde{X}_i \tilde{X}_j \rangle = \langle (X_i - \langle X_i \rangle)(X_j - \langle X_j \rangle) \rangle =$$

де $\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (x_i - \langle X_i \rangle)(x_j - \langle X_j \rangle) p(x_i, x_j) dx_i dx_j$ – змішаний центральний момент 2-го порядку величин X_i і X_j . Причому

$$K_{ij} \stackrel{def}{=} D_{X_j}.$$

Залишаючи два члени ряду (27), дисперсію випадкової величини Y запишемо у вигляді

$$D_Y \approx \sum_{i=1}^n D_{X_i} \left(\left. \frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \right|_{x_i = \langle X_i \rangle} \right)^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n K_{ij} \left. \frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \right|_{x_i = \langle X_i \rangle} \left. \frac{\partial \varphi}{\partial x_j} \right|_{x_j = \langle X_j \rangle}. \quad (29)$$

Для випадку, коли випадкові аргументи X_1, X_2, \dots, X_n не корелюють між собою, маємо

$$\langle Y \rangle \approx \varphi(\langle X_1 \rangle, \langle X_2 \rangle, \dots, \langle X_n \rangle) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n D_{X_i} \left. \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x_i^2} \right|_{x_i = \langle X_i \rangle},$$

$$D_Y \approx \sum_{i=1}^n D_{X_i} \left(\left. \frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \right|_{x_i = \langle X_i \rangle} \right)^2. \quad (30)$$

Розглянемо приклад імовірнісного розрахунку на міцність із урахуванням заданої надійності: на елемент діє розтягувальне навантаження, що є випадковою величиною із заданими ймовірнісними характеристиками $\langle Q \rangle = 178 \text{ кН}$ і $D_Q = 1980025 \text{ Н}^2$. Елемент має круглий переріз, причому через виробничі допуски його діаметр є випадковою величиною: допуск на радіус перерізу становить $\Delta = 0,015r$. Границя міцності матеріалу також є випадковою величиною із заданими ймовірнісними характеристиками: $\langle R \rangle = 690 \text{ МПа}$ і $\sigma_R = 34,5 \text{ МПа}$. Необхідно визначити математичне сподівання радіуса поперечного перерізу, що забезпечує надійність $H = 0,9999$.

Нормальне напруження у довільному перерізі елемента визначається за формулою $\sigma = \frac{Q}{F} = \frac{Q}{\pi r^2}$. З урахуванням того, що зовнішнє навантаження і геометричні параметри перерізу елемента є некорельованими випадковими величинами, використовуючи розвинення цієї функції у ряд Тейлора, за формулами (30) знаходимо

$$\langle F \rangle = \pi \langle r^2 \rangle = \pi (\langle r \rangle^2 + D_r), \quad D_F = 4\pi^2 D_r \langle r \rangle^2.$$

За правилом трьох сигм поле розкиду випадкового радіуса поперечного перерізу становить $\langle r \rangle \pm 3\sigma_r$, тобто $3\sigma_r = \Delta$, звідки середнє квадратичне відхилення радіуса дорівнює

$$\sigma_r = \frac{\Delta}{3} = \frac{0,015}{3} \langle r \rangle = 0,005 \langle r \rangle.$$

За формулами (30) знаходимо параметри закону розподілу діючого напруження:

$$\langle \sigma \rangle = \frac{\langle Q \rangle}{\langle F \rangle} = \frac{\langle Q \rangle}{\pi(\langle r \rangle^2 + D_r)},$$

$$D_\sigma = \frac{D_Q}{\langle F \rangle^2} + D_F \left(\frac{\langle Q \rangle}{\langle F \rangle} \right)^2 =$$

$$= \frac{D_Q(\langle r \rangle^2 + D_r)^2 + 4D_r \langle r \rangle^2 \langle Q \rangle^2}{\pi^2(\langle r \rangle^2 + D_r)^4}.$$

Підставляючи одержані значення для $\langle \sigma \rangle$ і D_σ у рівняння зв'язку (23) і вважаючи, що діюче напруження та границя міцності матеріалу підлягають нормальному розподілу, маємо:

$$z_0 = \frac{\langle \sigma_R \rangle - \frac{\langle Q \rangle}{\pi(\langle r \rangle^2 + D_r)}}{\sqrt{D_R + \frac{D_Q(\langle r \rangle^2 + D_r)^2 + 4D_r \langle r \rangle^2 \langle Q \rangle^2}{\pi^2(\langle r \rangle^2 + D_r)^4}}}.$$

За заданою надійністю $H = 0,9999$ за таблицями для нормованого нормального розподілу, наведеними, наприклад в [1, 4], знаходимо значення аргументу $z_0 = 3,72$. Після перетворень та скорочень останнє рівняння матиме вигляд

$$144,63\langle r \rangle^4 - 24,6\langle r \rangle^2 + 1 = 0.$$

Це рівняння має два невід'ємні корені: $\langle r \rangle_1 = 2,6$ мм і $\langle r \rangle_2 = 3,21$ мм. Перший корінь приводить до ймовірності 0,0001 (тобто характеризує ненадійність елемента), а другий корінь забезпечує задану надійність 0,9999.

ВИСНОВКИ

Наведена вище методика ймовірнісного розрахунку надійності систем та елементів конструкцій дозволяє проаналізувати чутливість надійності до розкиду механічних характеристик матеріалів, навантажень та геометричних параметрів, а також ще на стадії проектування визначити такі параметри системи, що забезпечують необхідну надійність. Це дозволяє підвищувати надійність існуючих систем та їх елементів шляхом удосконалення технології виготовлення чи економічно обґрунтованої зміни матеріалу або геометричних параметрів системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. – М. : Глав. ред. физ-мат. литературы, 1969. – 576 с.
2. Болотин В. В. Применение методов теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. – М. : Стройиздат, 1971. – 255 с.
3. Цибенко С. О. Ймовірнісні методи в механіці : навч. посіб. / С. О. Цибенко, Ю. Я. Тарасевич. – Суми : СумДУ, 2013. – 240 с.
4. Тарасевич Ю. Я. Ймовірнісні розрахунки на міцність та вібрацію: навч. посіб. – Суми : СумДУ, 2010. – 204 с.

КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА НА ПРИКЛАДІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ DELCAM

Розглянуто сімейство програмного забезпечення компанії Delcam, що охоплює всі етапи виробничого циклу, при цьому поєднує в собі функціональність із новітніми технологіями в області користувача інтерфейсу. Як наслідок – різке скорочення етапу проектування та підготовки виробництва. Кожен продукт Delcam сфокусований на специфічному аспекті конструювання, виробництва та контролю складних виробів і є найоптимальнішим рішенням у своїй галузі застосування.

The article describes the software sort of Delcam Company, covering all stages of the production cycle and, herewith, combining the functionality with the latest technologies in the field of interface user. As a result – the abrupt decreasing of designing phase and production preparation. Each Delcam product focuses on specific aspects of designing, production and control of complex products and is the most appropriate solution in its field of application.

ВСТУП

Відомо, що конструкторська підготовка виробництва (КПВ) – це сукупність робіт із проектування нових і вдосконалення вже освоєних виробів із забезпеченням процесу їх виготовлення необхідної конструкторської документації. КПВ проводиться відповідно до стандартів ЄСКД (Єдина система конструкторської документації). Технологічна підготовка виробництва (ТПВ) – це сукупність взаємозв'язаних процесів, що забезпечують технологічну готовність підприємства до випуску продукції необхідної якості при встановлених термінах, обсягах виробництва та витратах. Зміст і обсяг ТПВ залежать від типу виробництва, конструкції та призначення виробу. Під технологічною готовністю розуміють наявність повного комплексу технологічної документації та засобів технологічного оснащення, необхідних для виробництва нових виробів. ТПВ регламентується стандартами Єдиної системи технологічної підготовки виробництва (ЕСТПВ). Вона визначає порядок організації та управління ТПВ, передбачає розроблення та широке застосування прогресивних технологічних процесів, використання уніфікованої технологічної оснастки та обладнання, засобів механізації та автоматизації виробничих процесів, інженерно-технічних й організаційно-управлінських робіт. Основу ЕСТПВ становлять: системно-структурний аналіз циклу ТПВ; типізація та стандартизація технологічних процесів виготовлення та контролю; стандартизація технологічного оснащення та інструменту;

агрегування обладнання зі стандартних елементів конструкції. Для розроблення стандартних технологічних процесів виробляють класифікацію технологічних операцій шляхом їх розчленування від складного до простого до одержання дрібних неподільних елементів технології з дотриманням технологічної послідовності всього процесу. На кожен неподільний елемент або технологічну операцію розробляється стандарт підприємства за встановленою формою (технологічною картою), де надається вичерпний опис усіх переходів, з яких формується дана елементарна операція, з усіма необхідними поясненнями та примітками. Сукупним є конструкторсько-технологічна підготовка виробництва (КТПВ).

У наш час зі стрімким розвитком комп'ютерної техніки більшість питань КТПВ може виконуватися в автоматичному режимі із використанням спеціалізованих програмних продуктів різних фірм та компаній. Однією із таких компаній є компанія з Великобританії Delcam plc. [1].

Історія компанії Delcam починається 1968 р. з University of Cambridge (Великобританія). Тоді групою «DELTA» під керівництвом математика Т. Госслінга була розроблена перша версія програми DUCT, що відрізнялася можливістю оперувати локальними системами координат і можливістю створювати складні криволінійні поверхні, використовуючи при цьому криві сплайнів Безьє. Пізніше група розробників стала самостійною юридичною особою, а фірма одержала назву DELCAM («DEL» – від колишньої назви «DELTA», «CAM» від найменування «Computer-Aided

Manufacturing»). Система DUCT була однією з перших інтегрованих CAD/CAM-систем, мала інтерфейс командного рядка та працювала під керуванням операційної системи Unix. Після популяризації графічних операційних систем компанії Microsoft розробники Delcam випустили програмний комплекс PowerSolution, який на сьогодні містить такі пакети: PowerSHAPE – система автоматизованого геометричного моделювання; PowerMILL – система автоматизованої технологічної підготовки виробництва деталей складної геометрії для 2,5-, 3-, 4- і 5-координатних фрезерних верстатів із ЧПК; ArtCAM – система створення художніх рельєфів, що має вбудований модуль розрахунку керуючих програм для 2,5- і 3-координатних фрезерних верстатів із ЧПК; CopyCAD – система зворотного проектування готових деталей за даними з координатно-вимірвальних машин (КВМ); PowerINSPECT – система автоматизованого контролю деталей складної геометрії за допомогою КВМ. Інші програмні продукти компанії йдуть окремими пакетами.

Відмітною особливістю інформаційних технологій компанії Delcam є можливість моделювати деталі будь-якої геометричної складності, в т.ч. художні барельєфи, проектувати технологічні процеси як для традиційних 2,5- і 3-координатних схем фрезерування, так і для багатокоординатної фрезерної обробки із ЧПК, враховуючи особливості силового та високошвидкісного фрезерування.

Компанія Delcam є однією з перших компаній-розробників програмного забезпечення, що почала активне впровадження САПР не лише на підприємствах, але й у системі освіти. Взаємодія компанії-розробника, промислових підприємств та освітніх установ сприяла формуванню спільних проектів, укладанню договорів на цільову підготовку фахівців, скороченню термінів адаптації випускників на підприємствах і, зрештою, підвищенню ефективності виробництва.

ОПИС ПРОДУКТІВ КОМПАНІЇ DELCAM

Сім'я програмних продуктів компанії Delcam охоплює всі етапи виробничого циклу. Вона поєднує в собі функціональність із новітніми технологіями в області користувача інтерфейса. Як наслідок – різке скорочення етапу проектування та підготовки виробництва. Кожен продукт Delcam сфокусований на специфічний аспект конструювання, виробництва та контролю складних виробів і є найоптимальнішим рішенням у своїй галузі застосування.

Delcam PowerMILL Pro – пакет для підготовки високоефективних керуючих програм для фрезерних верстатів із ЧПК. Він дозволяє підвищити продуктивність верстатів і водночас досягти найвищої якості під час виготовлення деталей і оснащення. PowerMILL – це незалежна САМ-система, що дозволяє швидко створювати траєкторії керуючих програм (КП) без врзів за математичною моделлю, використовуючи 2,5D-обробку, трьохосьову обробку або багатоосьову одночасну обробку (рис. 1).

Потім ці траєкторії можуть бути перевірені на наявність зіткнень із іншими моделями (наприклад, затискачами) і патроном, перед виведенням траєкторії в тар-файли. PowerMILL володіє широким спектром можливостей із читання CAD файлів. Він підтримує формати IGES, VDA і STL, що дозволяє імпортувати дані з будь-якої CAD-системи, що підтримує ці формати. Використовуючи симуляцію PowerMILL, можна завантажувати верстати повністю, щоб перевірити траєкторії та візуалізувати дії верстата та інструмента з різних точок зору.

Delcam PowerSHAPE Pro – сучасний гібридний продукт із твердотільним та поверхневим моделюваннями. Твердотільне моделювання – це легкі та швидкі операції об'єднання, віднімання та перетину. Поверхнєве моделювання – це необмежена складність просторових елементів й унікальні можливості редагування [2].

Delcam PowerSHAPE – потужна система гібридного 3D моделювання для проектування виробів складних форм і для підготовки CAD-моделей під виготовлення. Поєднує в собі інструменти каркасного,

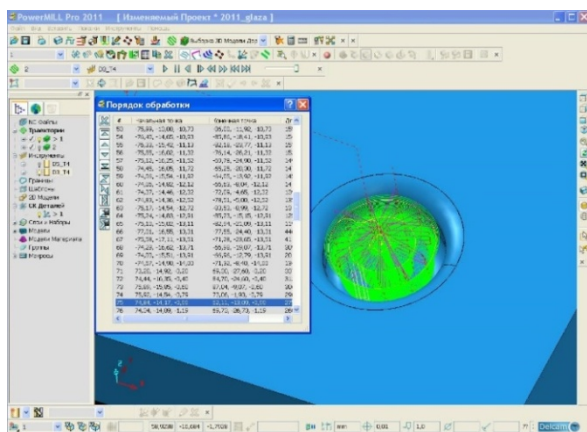


Рисунок 1 – Вікно програми PowerMill

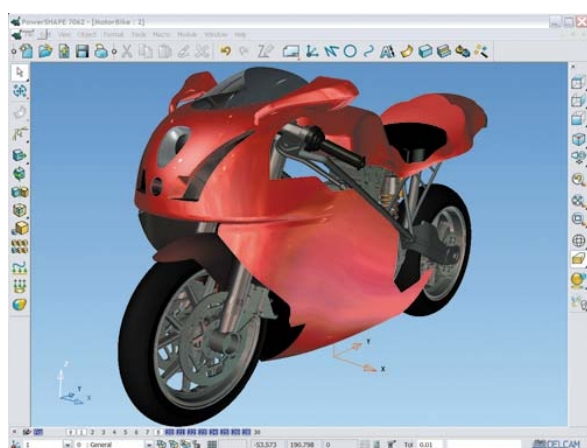


Рисунок 2 – Вікно програми PowerShape

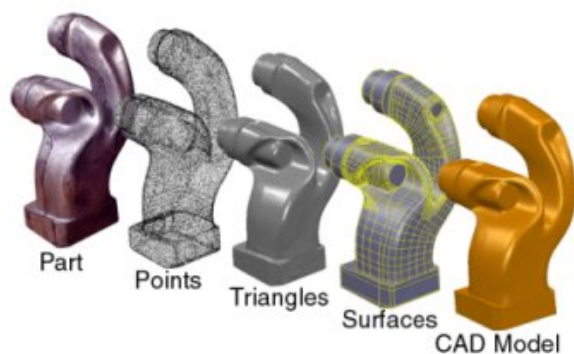


Рисунок 3 – Принципова схема роботи програмного продукту CopyCAD

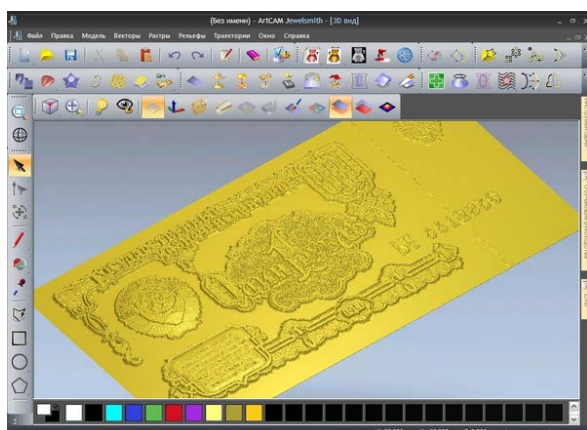


Рисунок 4 – Вікно програми ArtCAM

поверхневого та твердотілого моделювань з можливістю роботи з рельєфами та триангуляційними моделями (рис. 2). Найбільш сильні сторони PowerSHAPE – це поверхневе моделювання та можливість працювати з будь-якими даними будь-яких САД-пакетів. На відміну від дизайнерських 3D-пакетів, тут створюється точна модель для подальшої передачі її у виробництво.

PowerSHAPE Pro в доповнення до основного функціоналу PowerSHAPE містить набір інструментів для дизайнерів, до якого входять інструменти фотореалістики, морфінгу та накладення фасетних моделей. До складу програми входять: модуль Delcam Drafting, що є повністю інтегрованим створенням креслень; генерація креслень за 3D-моделями; підтримка різних креслярських стандартів: ГОСТ, BSI, ANSI, DIN, BDC, JIS плюс можливість налаштування стандарту; інтелектуальний курсор при побудовах і швидкій простановці розмірів; асоціативне моделювання, що базується на активних розмірах. PowerSHAPE Pro містить модуль для створення фотореалістичних зображень, який може бути корисним дизайнерам для опрацювання зовнішнього вигляду виробів. Модуль дозволяє формувати сцену, розташовувати джерела світла, шукати кольорні комбінації.

Delcam CopyCAD – це програмний продукт для «зворотного проектування» (рис. 3). Використовуючи дані з KBM, дигітайзерів або лазерних сканерів, він дозволяє генерувати поверхні, які можуть бути передані в більшість систем моделювання або інші програми Delcam.

Поверхні, створені в CopyCAD, можуть бути необхідними для таких цілей: генерації даних для моделей деталей і прототипів, створених або змінених вручну; спільного використання традиційних технологій створення прототипів і сучасних САПР; архівації фізичних моделей. CopyCAD розділений на окремі модулі з різними можливостями, що доповнюють один одного, що дозволяє збирати пакети для різних галузей застосування. Система CopyCAD має такі модулі:

- digitise (оцифрування);

- surfacing (поверхні);
- verify (візуалізація відхилень);
- wrapping (накладення);
- trifix (створення та виправлення stl-моделей).

Delcam ArtCAM – це програмний пакет для просторового моделювання механообробки, який дозволяє автоматично генерувати просторові моделі з плоского малюнка та одержувати за ними вироби на верстатах із ЧПК (рис. 4).

ArtCAM пропонує потужний, легкий у використанні набір засобів моделювання, що надає дизайнерові свободу під час створення складних просторових рельєфів.

Особливості та переваги програмного продукту: імпорт 2D-векторів або растрових зображень, створених у будь-якому графічному редакторі, підтримуються формати DXF, DWG, EPS, AI, BMP, TIF, JPEG, GIF; різноманітні інструменти векторного редактора дозволять швидко створити проект будь-якої складності; створення та позиціонування тексту вздовж будь-якої кривої.

Дозволяє легко редагувати положення тексту, керувати відстанню між літерами, словами та реченнями; бібліотека векторів для збереження та пошуку часто використовуваних елементів, символів і логотипів; інструменти пошуку та виправлення помилок імпортованих векторамів; створення масиву елементів копіюванням або обертанням, вставка елементів; інструмент інтерактивної деформації дозволяє довільно розтягувати векторам або текст для надання їм ефекту перспективи або скоригувати потрібним чином; розвинені інструменти моделювання дозволяють створити 3D-модель, використовуючи функції «Растр» або «Вектори», створювати складні профілі витяжки, гладку стиковку та похилі площини; інструменти «інтерактивного скульптора» дозволяють редагувати моделі в ArtCAM у ручному режимі; згладжування, видалення та додавання матеріалу, розмиття, дозволяють отримати ефект ручної роботи; майстер роботи з текстурами дозволяє декорувати модель, використовуючи стандартні текстури з бібліотеки ArtCAM, або створюючи власні з довільних растрових

зображень чи фотографій; майстер створення рельєфу особи дозволяє конвертувати цифрову фотографію особи (лише в профіль) у 3D-модель (зручно для створення сувенірів); дозволяє додавати красиві текстури в проект, імпортуючи растрові зображення чи фотографії або використовуючи стандартні текстури ArtCAM; інструмент інтерактивної деформації рельєфу дозволяє вільно маніпулювати існуючими моделями. Можна розтягнути/стиснути або вигнути рельєф уздовж довільних кривих, а також вирізати та вставляти невеликі ділянки рельєфу з будь-якої частини моделі; імпорт 3D-моделей (STL, 3DS, 3D, DXF) з інших програм безпосередньо в ArtCAM; реалістична візуалізація моделей (використовуються всі доступні кольори, різні схеми розташування джерел світла для отримання фотореалістичного зображення). ArtCAM підтримує стратегії механообробки, а саме: швидкі та ефективні 3D-стратегії обробки, включаючи чорнову вибірку та фінішну обробку; майстер компонування векторів дозволить скоротити витрату матеріалу під час розкроювання; ефективно компонування безлічі векторів та/або тексту в заданій області, описаної вектором, або на аркуші із заданими розмірами; 3D-гравірувальні стратегії з автоматичним підчищенням кутів і гравірування за середньою лінією; 2D-профільна обробка з опціями керування формою та позицією підведення та відведення інструмента; автоматичний або заданий користувачем порядок; реалістична імітація обробки допомагає візуально оцінити якість обробки та виправити можливі помилки до обробки на верстаті; база інструменту з можливістю редагування; автоматична розбивка траєкторій на зони заданого розміру для обробки великого проекту за частинами або при обмежених габаритах матеріалу; підтримується більшість поширених настільних гравірувально-фрезерних верстатів.

Delcam Exchange – система, що забезпечує інтерфейс програм компанії Delcam з іншими системами моделювання (рис. 5).

чистові операції; генерує траєкторію обробки та NC код керуючої програми.

Можна вказати ступінь необхідної автоматизації та змінити будь-яку створену автоматично обробку. FeatureCAM надає бібліотеку постпроцесорів із можливістю створення власних або модифікації існуючих, оптимізацію подач, API інтерфейс для створення макропрограм і додатків користувача, документацію для калькуляції робіт, убудований модуль 3D-симуляції.

Delcam PowerINSPECT – система для контролю точності за допомогою КВМ, вимірвальних маніпуляторів, а також на верстатах із ЧПК, оснащених вимірвальною головкою (рис. 7).

Delcam PowerINSPECT дозволяє контролювати як складні поверхні вільної форми (показуючи відхилення будь-яких вимірних точок від комп'ютерної моделі), так і геометричні елементи правильної форми (наявність моделі необов'язково), налаштовувати та контролювати оснастку, сканувати прототипи для створення комп'ютерних моделей.

Програма сприймає комп'ютерні моделі з будь-яких CAD-систем, дозволяє працювати з декількома комп'ютерними моделями одночасно. Універсальні засоби прив'язки дозволяють швидко прив'язатися до базових або складних формотворчих поверхонь.

Результати контролю відображаються в кількох варіантах. Кольорові конфеті наочно показують відхилення деталі від номіналу. Крім того, генеруються звіти у форматі таблиць Excel або HTML, які можна налаштувати під вимоги підприємства або замовника. Delcam PowerINSPECT має кілька модулів, призначених для роботи з різними типами КВМ:

- Delcam PowerINSPECT CNC – модуль для використання PowerINSPECT на КВМ із програмним керуванням;
- Delcam PowerINSPECT OMV – модуль для контролю на верстаті із ЧПК, оснащеному вимірвальною головкою, що забезпечує можливість програмування послідовності вимірювань в автономному режимі;

- Delcam PowerINSPECT Point Cloud – модуль для автономної обробки даних, одержаних зі скануючих машин.

Delcam Crispin ShoeMaker – дозволяє скорочувати витрати та терміни на підготовку нових моделей під час виготовлення взуття (рис. 8).

На етапі стильового проектування комп'ютерне моделювання скорочує час дизайну та прискорює прийняття рішень на основі підготовлених візуальних матеріалів. Обговорення стилю може йти на відстані, використовуючи сучасні електронні технології. Значно спрощується процедура градації елементів взуття за розмірами. Оптимізація розкрюювання забезпечує економію матеріалу.

ShoeDesign – основний модуль для проектування верхньої частини взуття. Дизайнер імпортує колодку з LastMaker або безпосередньо від сканерів чи з інших CAD-пакетів, а також стильові лінії, якщо вони нанесені вручну. Проектуючи взуття, дизайнер малює лінії на поверхні колодки, при цьому курсор рухається по поверхні колодки та показує лінію в 3D і в 2D одночасно. Далі обираються колір, текстура, товщина матеріалу та розміщуються декоративні елементи – застібки, строчки та ін. Підбирається підшва. На завершальній стадії виконується розгортка всіх елементів взуття. На етапі проектування важливо мати можливість точної візуалізації. Для точної передачі фактури текстури використовуюваного матеріалу можуть бути скановані та доповнені в базу для використання під час перегляду дизайну. Декоративні елементи є об'ємними елементами, а не плоскими образами.

ShoeStyle – модуль для роботи лише зі стильовими лініями. Лінії малюються курсором на колодці, можуть модифікуватися та комбінуватися з раніше спроектованими шаблонами. Лінії можуть бути розгорнуті на площину для використання в модулях виготовлення або навпаки – плоскі лінії можуть бути накладені на об'ємну колодку.

Delcam Crispin LastMaker – інструмент для створення та модифікації колодок (рис. 9).

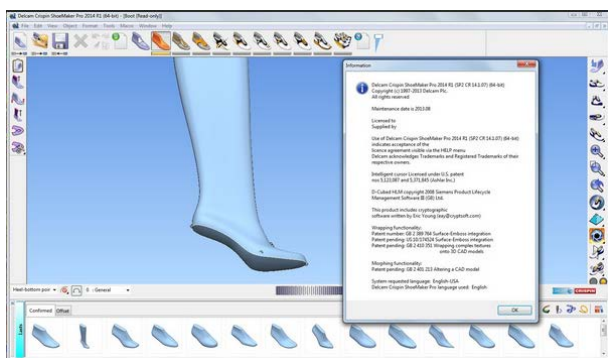


Рисунок 8 – Вікно програми ShoeMaker

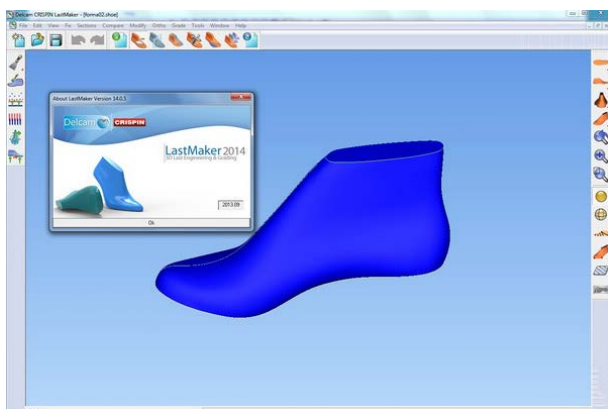


Рисунок 9 – Вікно програми LastMaker

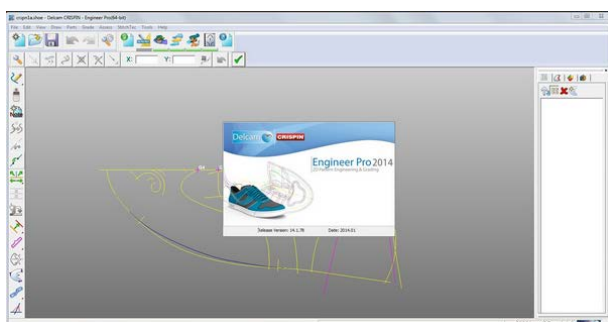


Рисунок 10 – Вікно програми Crispin Engineer Pro

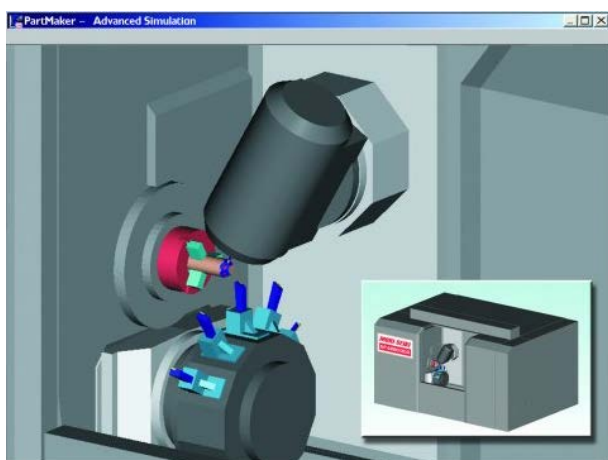


Рисунок 11 – Вікно програми PartMaker

Це модуль, з якого починається проектування взуття. Дані для проектування можуть бути взяті з ModelTracer або імпортовані з різних сканерів.

Дизайнер створює колодку, маючи бібліотеку колодок та елементів, і може легко її змінити, використовуючи шаблони або безпосередньо змінюючи перетин. Використовуючи інструменти для пропорційного та непропорційного масштабування, можна створити набір колодок на весь розмірний ряд.

Delcam Crispin Engineer Pro – модуль для роботи з плоскими шаблонами (розгортками) та їх градації за розмірами. Інструменти для масштабування та багаточислового перетворення дозволяють отримати шаблони окремих деталей для передачі їх на верстати для розкроювання (рис. 10).

PartMaker – у 2013 р. набув найбільш масштабного оновлення за всю історію існування програми. PartMaker 2013 придбав змінений покращений інтерфейс і повністю модернізований обчислювальний модуль ASM (абр. від Advanced Surface Machining).

PartMaker заснований на передових обчислювальних алгоритмах, що робить його однією з найпотужніших на сучасному ринку САМ-систем для 3-х, 4-х і 5-ти осьової фрезерної обробки для різних типів обладнання – фрезерних, токарно-фрезерних верстатів і, звичайно, для пруткових автоматів (рис. 11).

Delcam for SolidWorks – це САМ-система, що повністю інтегрована з САД-системою SolidWorks (рис. 12). Вона була розроблена у відповідь на запити клієнтів, які хочуть отримати систему САМ-програмування із середовища SolidWorks і при цьому використовує новітні функціональні можливості FeatureCAM і PowerMILL. Аналогічно до FeatureCAM система містить модулі токарної, фрезерної (від 2- до 5-осьової), токарно-фрезерної та електроерозійної обробки, вона успадкувала високий ступінь автоматизації та простоту використання. Із САМ-системи PowerMILL запозичила виключно високу швидкість генерації КП для верстатів із ЧПК і повний

спектр стратегій високошвидкісної фрезерної обробки.

Delcam for КОМPAS. Однією зі специфічних особливостей російського виробництва є нераціональний розподіл часу між підготовкою виробництва та безпосередньо самим виготовленням продукції. Зокрема, за статистикою, виробничий цикл за часом на 75 % складається із процесів, що належать до підготовки виробництва, і лише 25 % часу відводиться самому виробництву. Спільне програмне рішення АСКОН і Delcam покликане виправити цю диспропорцію та забезпечити підвищення продуктивності інженерно-технологічних підрозділів, скорочення витрат, підвищення якості продукції. У минулому році компанія Delcam plc представила інтегроване програмне рішення Delcam for КОМPAS-3D – спеціальний програмний пакет, що містить САМ систему Delcam FeatureCAM і інтерфейс для імпортування файлів. Це стало можливим тому, що система КОМPAS-3D завоювала популярність серед конструкторів СНД завдяки розвиненим можливостям 3D-моделювання, підтримки російських стандартів і наявності цілого набору прикладних бібліотек. Формат КОМPAS-3D є одним із найпоширеніших у машинобудівній галузі. Оскільки конструкторська підготовка є лише однією частиною виробничого циклу, файли 3D-моделей надалі, так чи інакше, передаються в технологічні підрозділи.

Значну перевагу тут дає прямий зв'язок між системами, коли немає необхідності конвертувати файли через сторонні кошти. У цьому разі технологи одержують можливість швидко відкрити конструкторський документ і почати працювати над технологією обробки деталі. Це особливо важливо, коли технолог працює в САМ-системі з високим рівнем автоматизації – такій, як FeatureCAM компанії Delcam plc. Інтерфейс для імпортування файлів КОМPAS поповнив набір прямих САД-інтерфейсів, доступних у Delcam FeatureCAM.

PowerMill robots – модуль для формування КП для обробки матеріалів за допомогою роботизованих систем (рис. 13).

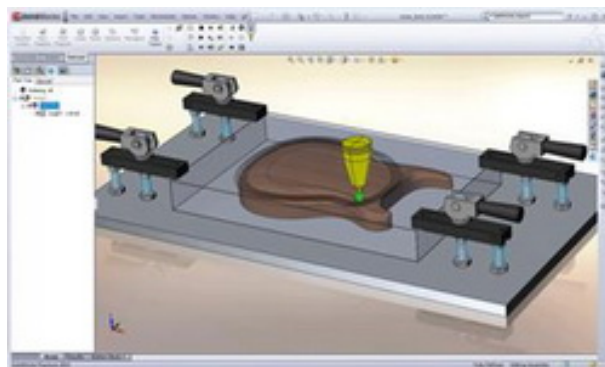


Рисунок 12 – Вікно програми SolidWorks із модулем PowerMILL



Рисунок 13 – Приклад роботи робота під керуванням PowerMill robots

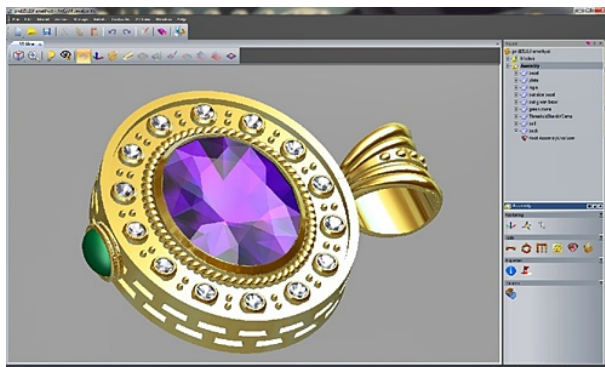


Рисунок 14 – Вікно програми Jewelry

Delcam Jewelry – модуль програмного продукту ArtCAM, призначений для розроблення ювелірних виробів (рис. 14).

Delcam Dental Solution складається з окремих функціональних модулів, що дозволяють розбити весь виробничий процес зуботехнічної лабораторії на окремі етапи, починаючи від сканування препаративних зліпків і точного позиціонування зубного протеза, й закінчуючи виготовленням реставрацій на багатоосьових фрезерних машинах. Для контролю над ходом виконання замовлень на всіх етапах виробництва зуботехнічної лабораторії пропонується спеціальна корпоративна система управління замовленнями на основі web-інтерфейсу, що зберігає всю інформацію

про пацієнтів та виготовлені для них зубні протези (рис. 15). CAD/CAM- рішення Delcam Dental Solution поєднує такі компоненти:

- DentSCAN – спеціально розроблений компанією Delcam високоточний оптичний 3D-сканер;
- DentCAD – спеціалізовану CAD-систему, для швидкого та точного 3D-моделювання більшості типів зубних протезів;
- DentMILL – САМ-систему для автоматизованої підготовки вискоелективних КП для трьох-, чотирьох- і п'ятиосьового фрезерного обладнання;
- OrderManager – гнучку в конфігуруванні систему керування даними, призначену для контролю під час виконання замовлення на всіх етапах, включаючи 3D-сканування, моделювання та виробництво.

Основною перевагою відкритого рішення Delcam DentalSolution порівняно із закритими системами інших виробників є можливість використання 3D-сканерів і фрезерних машин сторонніх виробників, які підтримують загальноприйняті стандартні протоколи обміну даними. Так, наприклад, система DentCAD дозволяє імпортувати дані практично з усіх популярних систем 3D-сканування, а потім експортувати готові 3D-моделі виробів у дуже поширені стандартні формати даних. У свою чергу, програма DentMILL також може імпортувати 3D-моделі з більшості стандартних форматів, і на їх основі автоматично генерувати КП для різних багатоосьових фрезерних машин незалежних виробників. Відзначимо, що для сканування зліпків компанія Delcam пропонує власний оптичний 3D-сканер, однак, за необхідності, в складі комплексу Dental Solution можуть функціонувати системи сканування інших виробників. Ця інтелектуальна система дозволяє спростити роботу конструктора за рахунок автоматизованого отримання формотворчих елементів, блока, розстановки штовхачів, каналів охолодження, ливникової системи тощо.

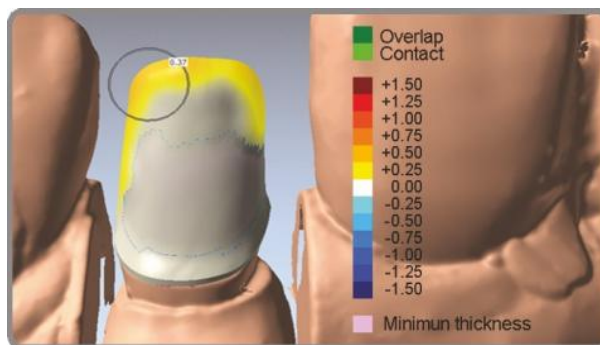


Рисунок 15 – Модель зубного протеза

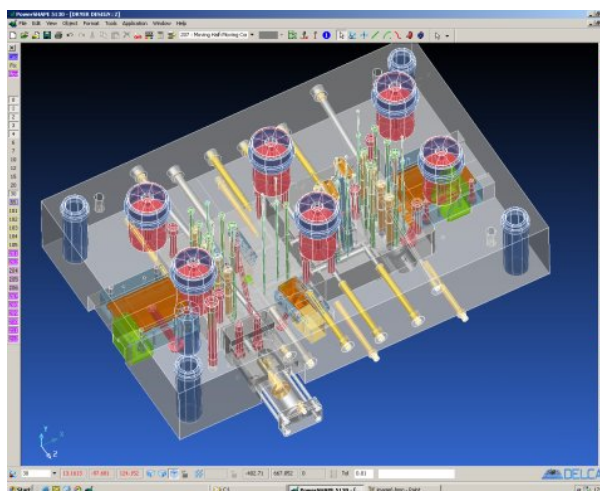


Рисунок 16 – Вікно модуля Toolmaker

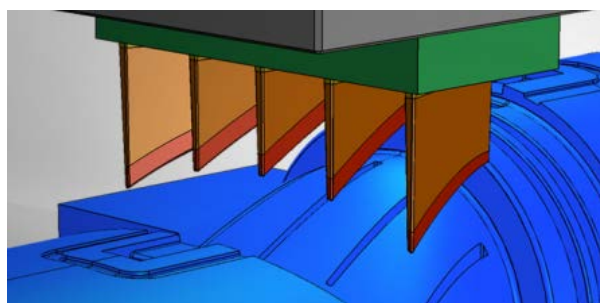


Рисунок 17 – Приклад електрода

Delcam Toolmaker – програма для прискореного проектування прес-форми, що спрощує роботу конструктора із функцією асоціативного отримання креслень за 3D-моделлю (рис. 16).

Тривимірне складання дозволяє оцінити роботу прес-форми до того, як вона буде виготовлена, тим самим уникаючи вартісних помилок.

Підтримка PowerShape і PowerMill формує інтегроване рішення, що пропонує проектування та отримання КП в єдиній зв'язці програм, тим самим виключаючи потенційні помилки під час передачі даних, можливість проектування прес-форм високого ступеня складності.

Delcam Electrode – модуль, завдяки якому можна в короткий проміжок часу за моделлю в автоматичному режимі отримати 3D-модель електрода, при цьому буде виконана перевірка на зіткнення (конфліктні ситуації). По закінченні користувачеві будуть надані карта налагодження та ескіз електрода (рис. 17).

Delcam Electrode містить:

- автоматичну генерацію креслень карти налагодження для виготовлення електрода та електроерозійної обробки;
- інтеграцію з PowerSHAPE і PowerMILL;
- опціональний контроль поверхонь продовження, що дає відмінну якість за різних геометричних умов;
- бібліотеки стандартних і баз користувачів електродів та електродотримачів;
- автоматизоване закриття областей, одержуваних електроерозійною обробкою, для передачі спільної моделі деталі в пакет механообробки;
- автоматизоване розпізнавання та корекцію у випадках, коли складання електрода перетинається з головною моделлю;
- підтримку багатопозиційних електродів;
- експорт геометрії у формати IGES або DGK;
- експорт даних карти налагодження в CSV-, HTML- і XML-формати;
- рекомендовану базу припусків для чорнового та чистового пропалювання компанією AGIE;
- пряму передачу даних у систему керування AGIEVisionTM-проекування прес-форм високого ступеня складності.

ВИСНОВКИ

Як бачимо з огляду, сім'я програм компанії Delcam, є настільки великою, що охоплює широку сферу інтересів – це і машинобудування, і дизайн, і проектування, а ще стоматологія, ювелірна промисловість та багато напрямків, де можна застосувати продукти компанії. Поряд із функціональністю та новітніми технологіями у сфері користувача інтерфейсу – різке скорочення етапу проектування та підготовки виробництва.

На сьогодні у Delcam понад 30 тис. замовників, з якими працюють більше 300 представництв у 80 країнах світу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Веб-сайт компанії DELCAM [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.delcam.com.
2. Методичні вказівки до практичної роботи «Система PowerShape. Інтерфейс системи» з курсу «Комп'ютерні технології у верстатобудуванні» та «Комп'ютерні технології в інструментальному виробництві» / укладачі : В. О. Залога, Р. М. Зінченко. – Суми : Вид-во СумДУ, 2009. – 67 с.

ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ХІМІЧНИХ, НАФТОГАЗОПЕРЕРОБНИХ ТА ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Наведено основи автоматизації процесу та технології інтелектуального проектування окремих машин і апаратів, а також технологічних ліній і комплексів хімічних, нафтогазопереробних, харчових виробництв. Розглянуто методіку та стратегію інтегрованого проектування, чисельних моделювань, оптимізаційних досліджень і прийняття оптимальних рішень. Здійснено порівняльний аналіз функціональних можливостей спеціалізованих компонентно-орієнтованих САПР, що охоплюють основні етапи проектування окремих об'єктів хімічної техніки, інженерних мереж і систем, а також оптимізаційних розрахунків і динамічних моделювань хіміко-технологічних процесів технологічних ліній і комплексів промислових підприємств. Для динамічної оптимізації режимних технологічних параметрів доведено перспективи застосування АСУ ТП на базі SCADA програмно-апаратних комплексів, які призначені для збору, обробки, відображення та архівації інформації про об'єкт моніторингу або управління в реальному часі.

The fundamentals of automation of the process and technologies of intellection designing of definite machines and devices, as well as production lines and complexes of chemical, oil-and-gas processing and food productions are presented. The methodology and strategy of integrated designing, numerical modeling, optimization researches and making better decisions are considered. A comparative analysis has been carried out concerning the functional opportunities of specialized component-oriented CAD-system, covering the main stages of the designing of separate objects of chemical technology, engineering networks and systems, as well as the optimization of calculations and dynamic modelings of chemical and technological lines and complexes of industrial enterprises. Dynamic optimization of operating and technological parameters is substantiated for the application of ICS on the basis of software and hardware SCADA complex, designed for collecting, processing, displaying and archiving of information concerning the object monitored or controlled in real time.

ВСТУП

*«Большинство вещей,
которые сегодня успешно делаются,
были прежде объявлены невозможными»
Л. Брендис*

Цій лекції не даремно передуює такий епіграф. Комп'ютерні інформаційні системи сьогодні мають прояв у всіх сферах життєдіяльності без обмежень. Сучасні обчислювальні машини з достатньо потужною процесорною технікою, об'єднані в групи (кластери) паралельних чи розподілених обчислень для розв'язання задач із недосяжними раніше швидкостями обчислень і кількістю одночасно здійснюваних операцій, обладнані потужними тривимірними графічними прискорювачами, відчиняють двері у віртуальний світ проектування та чисельного моделювання. Це відразу сприяло застосуванню інформаційних технологій автоматизованого проектування та розробленню відповідних інтегрованих САПР (CAD/CAM/CAE-системи), що дозволяють вирішувати такі завдання, які десяти років тому були недосяжними. Крім того, можливості сучасних CAD/CAM/CAE-систем стрімко зростають, і, відповідно,

постійно розширюється коло практичних завдань, які можна успішно вирішувати.

МЕТОДИКА ІНТЕГРОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТА СТРАТЕГІЯ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Незважаючи на велику кількість публікацій про САПР [1–3], насправді лише зараз настала епоха широкого впровадження таких систем у практику проектування хімічних виробництв. Можна стверджувати, що нарешті сформувалася сучасна ідеологія автоматизації проектування, яка ґрунтується на знаннях:

- інженерно-технічних підходів до вирішення проектних завдань;
- специфіки предметних областей (хімічні технології), в яких виконуються проекти;
- можливостей застосування ІТ-програм, пов'язаних із появою інтегрованих пакетів програм для вирішення різноманітних завдань проектування, все більшим поширенням інтелектуальних САПР, а також повсюдним запровадженням web-технологій у практиці проектування.

Під час проектування промислових об'єктів технологічних ліній та комплексів хімічних, нафтогазопереробних, харчових виробництв та суміжних галузей промисловості вирішується комплекс найскладніших завдань: вибір способу (технології) та структури виробництва, розрахунок і вибір технологічного обладнання із заданими статичними й динамічними характеристиками, визначення оптимальних режимів його функціонування, розроблення системи автоматичного управління САУ (регулювання САР) і (або) автоматизованого керування окремими технологічними стадіями (процесами) АСК ТП і виробництвом у цілому, складання оперативного-виробничих планів та ін.

Проектно-конструкторські рішення приймаються в умовах невизначеності, пов'язаних із неповнотою наявної інформації на ранніх етапах проектування, із грубим (неточним) описом (моделюванням) окремих стадій проектного виробництва, використанням спрощених методик оцінки його показників тощо. Таким чином, весь хід розроблення проекту (процес проектування) можна інтерпретувати як послідовний процес зняття невизначеностей, що переважно проходять «зверху вниз», тобто має спадний характер. При цьому в міру «опрацювання» проекту «зверху вниз» збільшується детальність опису (деталізації) проектного об'єкта. Мета виконуваних на різних етапах проектування розрахунків і моделювань – уточнити параметри та характеристики проектного виробництва, прийняти найбільш раціональні проектно-конструкторські рішення. Звідси випливає ітераційно-циклічний характер процесу проектування, що виражається в чергуванні процедур синтезу та аналізу рішень, під час реалізації якого доводиться багато разів повертатися з наступних етапів розробки проекту на попередні для перегляду документації, її поліпшення та доопрацювання.

Зазначені особливості носять об'єктивний характер. Вони, хоча й різною мірою, властиві як «ручному» практичному проектуванню (з обмеженим використанням ЕОМ), так і автоматизованому (з використанням інтегрованих CAD/CAE-

систем, що охоплюють основні етапи проектування). Інтегровані САПР (CAD/CAE-системи) реалізують нову технологію проектування, розраховану на широке використання сучасної обчислювальної техніки, інформатики та математичних методів. В інтегрованих САПР велика увага приділяється питанням прийняття оптимальних рішень в інтерактивному режимі, коли проектувальник має можливість оперативно взаємодіяти з ЕОМ на будь-якому етапі виконання завдання. При цьому внаслідок діалогу він може змінювати як кількість, так і тип варіюваних (оптимізованих) змінних, обирати найбільш ефективний у ситуації, що склалася, метод пошуку, підлаштовувати чисельні параметри методів до конкретних особливостей цільової функції (критерію ефективності) оптимального проектування.

Такий підхід до прийняття оптимальних рішень в інтегрованих САПР дозволяє здійснювати адаптацію методів оптимізації до особливостей і труднощів конкретного практичного завдання, але для цього проектувальник повинен розуміти, в яких випадках і які методи оптимізації необхідно застосовувати для того чи іншого класу екстремальних завдань, що виникають на різних етапах проектування хімічного виробництва.

Кількісну інформацію про ефективність функціонування та про характерні властивості проектного хімічного виробництва можна отримати методом комп'ютерного моделювання. Для цього багатовимірні масиви кількісної інформації про стан виробництва в різні моменти часу і за різних умов повинні бути зведені до обмеженого числа деяких агрегованих змінних (узагальнених оцінок ефективності функціонування та характеристичних властивостей проектного виробництва). Зазначені узагальнені оцінки є числовими функціональними характеристиками хімічного виробництва.

Розв'язання задачі оптимального проектування хімічного виробництва неможливо здійснити простим перебором можливих технологій отримання заданих асортиментів продукції, типів апаратурного

оформлення хіміко-технологічних процесів (ХТП), класів і структур систем управління, векторів конструктивних і режимних змінних через високу розмірність завдання, нелінійність технологічних процесів, складність алгоритмів обчислення компонент векторної цільової функції. Потрібна декомпозиція задачі, розроблення стратегії застосування методів автоматизованого проектування, оскільки допустима область проектних параметрів будуватиметься в ході самого проектування.

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ХТП І РОЗРАХУНКІВ МАШИН ТА АПАРАТІВ

Для розв'язання практичних задач розрахунку, аналізу, симуляції, оптимізації та синтезу ХТП і виробництв застосовують сучасні системи комп'ютерної математики та інженерних розрахунків. Такі програмні системи становлять науково-практичні інтелектуальні продукти, створені на базі термодинамічного моделювання. За зміною параметрів моделі з часом моделювальні програми можна поділити на системи, що підтримують статичне й динамічне моделювання [1]. При статичному моделюванні співвідношення параметрів відбувається до певного моменту часу. В разі динамічного моделювання параметри моделі зазнають безперервних змін у часі. Можливість проводити розрахунки в динамічному режимі дозволяє зрозуміти суть модельованих процесів. При цьому можна зібрати та випробувати схему регулювання, досліджувати пускові режими, отримати уявлення про реально працюючий процес і поведінку об'єкта в нештатних ситуаціях, про вплив зміни робочих параметрів на якість продуктів [4].

Одним із найбільш потужних і універсальних пакетів, що надають інструментальні засоби статичного та динамічного моделювання ХТП та обладнання, є ChemCAD (ChemStations, Inc. [5]), призначений для вирішення широкого кола завдань, пов'язаних із аналізом, оптимізацією та синтезом ХТП та обладнання, а також проведенням технологічних розрахунків хімічних виробництв. Програмний комплекс містить

засоби статичного моделювання основних процесів хімічної технології (гідромеханічні, теплообмінні, масообмінні, хімічні та інші), що базуються на фазових і хімічних перетвореннях, а також засоби для розрахунку геометричних розмірів і конструктивних характеристик основних апаратів (навіть таких специфічних, як біореактор, електроосаджувач тощо) з одночасною оцінкою собівартості устаткування.

Програмне забезпечення комплексу дозволяє:

- використовувати для розрахунків ХТП фізико-хімічні властивості речовин (у базі даних міститься близько 2000 хімічних речовин, є можливість задавати нафтові потоки у вигляді псевдокомпонентів або генерувати їх на підставі даних розгонки по ІТК) і розрахувати термодинамічні параметри сумішей речовин за 36 наявними методиками;
- здійснювати проектування принципової технологічної схеми хімічного виробництва з використанням наявних у комплексі типових модулів ХТП (містить близько 40 піктограм технологічних машин і апаратів);
- здійснювати постадійний автоматизований розрахунок матеріальних і теплових балансів виробництва;
- виконувати технологічні розрахунки обладнання хімічних виробництв;
- здійснювати комп'ютерне моделювання та аналіз статичних і динамічних режимів технологічної схеми виробництва;
- використовувати власні методики розрахунку та оптимізації ХТП та обладнання.

Графічний редактор у ChemCAD дозволяє компоувати технологічну схему хімічного виробництва з наявних піктограм (моделей розрахункових модулів) технологічних апаратів і допоміжного обладнання (рис. 1).

Побудова технологічної схеми при цьому зводиться до розміщення зображень технологічного обладнання виробництва у

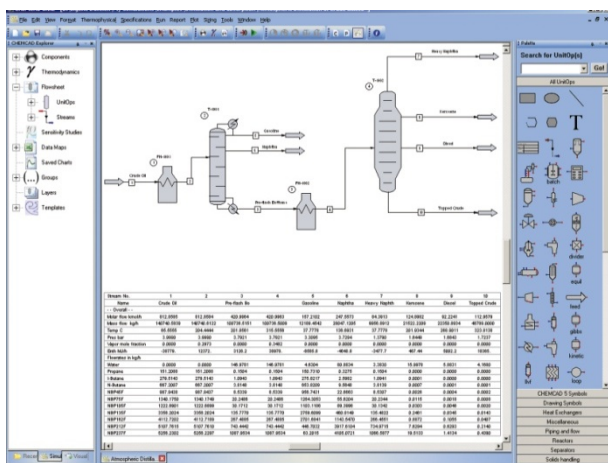


Рисунок 1 – Моделювання атмосферно-вакуумної переробки нафти у ChemCAD

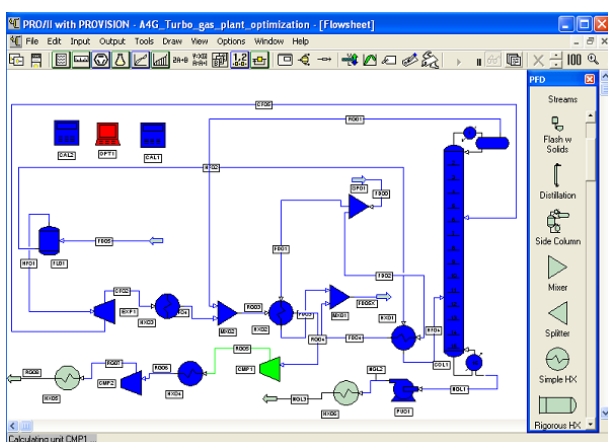


Рисунок 2 – Розрахункова схема установки переробки природного газу в PRO/II

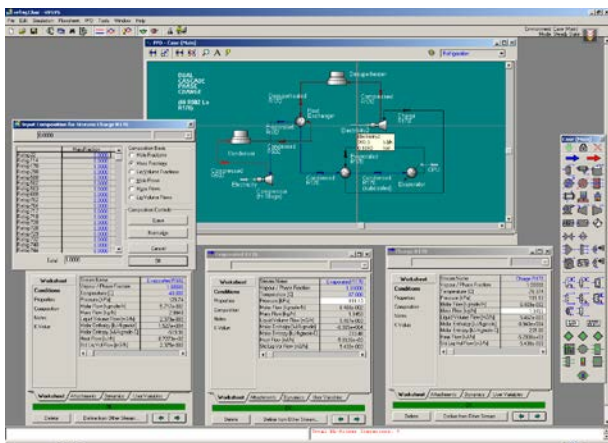


Рисунок 3 – Моделювання роботи холодильної установки у HYSYS

необхідному порядку на екрані та з'єднання їх потоками.

Після завершення компонування апаратів технологічної схеми їх поєднують матеріальними потоками, де кожен апарат має позиції входу та виходу, що встановлюються при створенні піктограм. Піктограма орієнтує потоки по відношенню

до цих позицій. Для кожного апарата є безліч піктограм, однак для розв'язання практичних задач їх може виявитися недостатньо. Тому передбачена можливість модифікації піктограм. У ChemCAD широко представлені модулі для здійснення проектного та перевірочного розрахунків кожухотрубних теплообмінників, колонних апаратів (тарілчастих і насадкових колон для ректифікації та абсорбції нафтових сумішей, хемосорбції та ін.), хімічних реакторів (ідеального витіснення та змішання), апаратів високого тиску, трубопроводів, нормально звужувальних пристроїв (діафрагм) і регулювальних клапанів. Наступним етапом є завдання параметрів потоків сировини та проміжних потоків для схем із зворотними зв'язками (рециклу). ChemCAD містить різноманітні методи (близько 50) розрахунку констант фазової рівноваги та теплофізичних характеристик речовин. За аналогією з призначенням параметрів потоків задаються конструктивні параметри технологічного устаткування. У ChemCAD є також можливості для дослідження та оптимізації статичних і динамічних режимів функціонування як окремих хіміко-технологічних апаратів, так і всієї хіміко-технологічної схеми; чутливості вихідних змінних цих апаратів по відношенню до вхідних змінних і впливів.

Аналогічні можливості моделювання широкого спектра технологічних установок хімічних і нафтохімічних виробництв представляє SIMSCI PRO/II (Simulation Sciences, Inc. [6]). Банк даних програми містить відомості про більше ніж 1800 компонентів, властивості твердих речовин, банк даних електролітів, передбачена можливість розрахунку властивостей за структурою компонентів (можна сконструювати речовину зі стандартних блоків і передбачити основні її властивості), властивості більше 3000 бінарних сумішей, спеціальні пакети (спирти, гліколі, кислі стоки), меркаптани та ін. Підтримуються створення та додавання в програму додаткових або призначених для користувача баз даних за компонентами. Є можливість створення власних програмних модулів. Завдяки гнучкості під час моделювання ректифікації та теплообміну,

великій кількості алгоритмів зведення простих і складних (зі стріпінг-секціями) ректифікаційних колон, зручному та інтуїтивно зрозумілому інтерфейсу (рис. 2), розвиненим засобам завдання нафтових компонентів, що входять до складу базового пакета, PRO/II на сьогодні одержала найбільше поширення саме в нафтопереробній та нафтохімічній галузях.

Aspen HYSYS (Aspen Technology, Inc. [7]) є пакетом програм, призначених для розрахунку стаціонарних і динамічних режимів роботи хіміко-технологічних схем, що об'єднують масообмінну та теплообмінну апаратуру, трубопроводи, реактори тощо, проведення оптимізаційних розрахунків, розроблення схем регулювання, контролю за роботою систем керування, навчання операторів технологічних установок, а також виконання розрахунків процесів на основі даних, що безпосередньо надходять із КВПіА. HYSYS має розвинений графічний інтерфейс (рис. 3), підтримує стандарти OLE і XML, дозволяє здійснювати зв'язок із іншими програмами й добре інтегрована з офісними додатками Microsoft. Основними перевагами базової програми HYSYS є:

- наявність більше 20 різних методів розрахунку термодинамічних і фізичних властивостей; більше 2000 бібліотечних компонентів, більше 16000 пар бінарних коефіцієнтів;
- можливість проводити оптимізаційні розрахунки та «розрахункові дослідження» з автоматичним перебором параметрів;
- вбудовані електронні таблиці, що дозволяє проводити додаткові розрахунки з використанням змінних технологічної схеми;
- використовуючи вбудовану мову програмування, а також можливості під'єднання та використання спільно з системою HYSYS власних програм користувача, дозволяє розширити стандартні можливості системи та створювати інтегровані системи технологічних розрахунків.

Необхідно зазначити, що моделювання ХТП за участю нафтових сумішей і детальний розрахунок теплообмінних апаратів різних типів можливий лише з використанням

додаткових модулів, що не входять до складу базової програми, а кількість підтримуваних методів розрахунків товарних властивостей нафтопродуктів дещо поступається наявним, наприклад у PRO/II.

Особливу увагу привертає перспективна вітчизняна програмна система для комп'ютерного моделювання технологій промислового збирання та обробки природного газу та нафти, газорозділення та фракціонування вуглеводнів ГазКондНафта (НАН України, Інститут газу, науково-технічна фірма Термогаз [8]) (рис. 4).

Порівняння комплексу ГазКондНафта з відомими аналогами (PRO/II, HYSYS) показує однакову точність для вуглеводневих сумішей і кращі результати для систем вуглеводні-водні розчини метанолу, гліколів і солей [9].

Більшість із розглянутих вище моделювальних програм дозволяють, після виконання стадії розрахунку технологічної схеми або окремого апарата, виконувати розрахунки гідравлічних і основних конструктивних характеристик типового сепараційного обладнання, ємностей, теплообмінної апаратури, тарілчастих і насадкових ректифікаційних чи абсорбційних колон, а також здійснювати оцінку собівартості виготовлення кожного апарата. Це важливо як для виконання стадії проектних робіт, так і для передпроектних досліджень, оскільки дозволяє здійснити вибір оптимальної технології виробництва за капітальними витратами. Відповідні програмні модулі можуть бути як вбудованими в базовий пакет, так і розробленими окремо у вигляді додаткових модулів, що застосовують компонентно-орієнтовані технології розроблення програмного забезпечення САПР. Наприклад, додатковий модуль Aspen HTFS (Aspen Technology, Inc. [7]) до програмного пакета HYSYS має у своєму складі утиліти, що дозволяють проводити розрахунки теплофізичних властивостей складних сумішей; тепловий і гідравлічний (аеродинамічний) розрахунок кожухотрубних, пластинчастих теплообмінників та апаратів повітряного охолодження; аналіз складових елементів апаратів на міцність; економічний розрахунок (рис. 5).

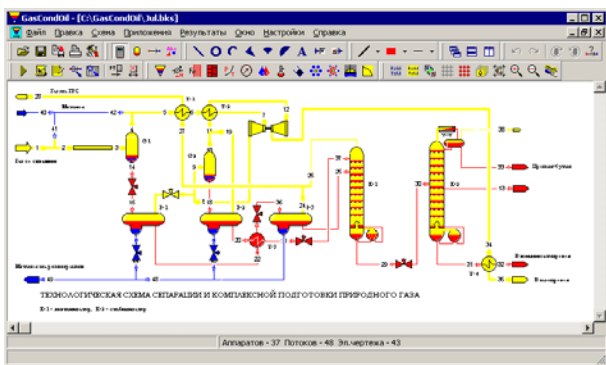


Рисунок 4 – Розрахункова схема установки комплексної підготовки природного газу в програмному комплексі ГазКондНафта

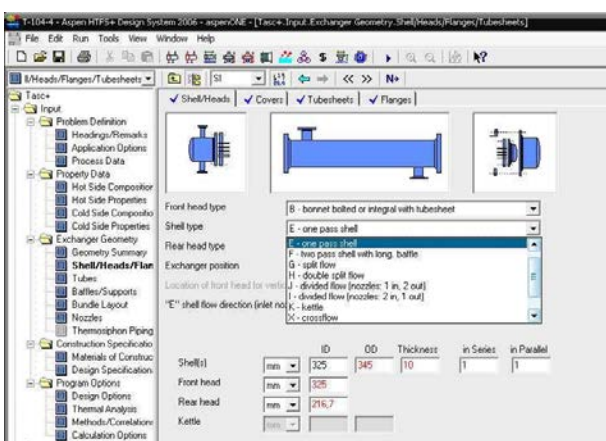


Рисунок 5 – Розрахункова модель теплообмінника з плаваючою головою у Aspen HTFS

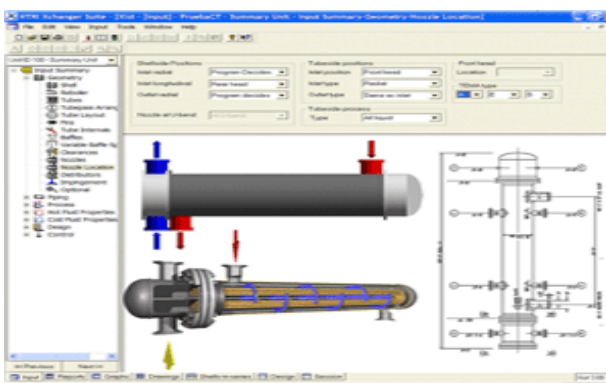


Рисунок 6 – Розрахункова модель кожухотрубного теплообмінника з U-подібними трубами у HTRI Xchanger Suite

Більш потужним є комплекс HTRI Xchanger Suite (Heat Transfer Research, Inc. [10]) – програмний пакет, що поєднує в собі модулі для симуляції теплообмінних процесів, проектних і перевірних розрахунків параметрів теплообмінників (кожухотрубних, пластинчастих, «труба в трубі», спіральних, з оребреними трубами), вогневих підігрівачів і трубчастих печей (рис. 6). Компоненти HTRI Xchanger Suite

завдяки запровадженню технології та стандарту CAPE-OPEN можуть безпосередньо взаємодіяти із симуляторами процесів, такими як HYSYS, PRO/II та ін., наприклад для генерації фізичних властивостей і ентальпійних кривих. Після розрахунків відбувається автоматичне генерування 3D-моделі проєктованого теплообмінника з можливістю експорту 2D-креслення апарату в AutoCAD.

Для автоматизованого проведення розрахунків на міцність і стійкість посудин, апаратів (резервуари, теплообмінники, колони) та їх елементів (обичайки, днища, фланці, опори, люки, штуцери тощо) з метою оцінки несучої здатності, в робочих умовах, а також в умовах випробувань і монтажу рекомендовано використовувати комплекс ПАССАТ (Прочностной Анализ Состояния Сосудов Аппаратов Теплообменников) (НТП Трубопровод [11]) (рис. 7).

Порівняно з аналогічними зарубіжними програмами (Compress, Vessel, PV Elite) основні переваги ПАССАТ полягають в орієнтації на нормативну базу країн СНД (державні та галузеві стандарти), вбудовану базу вітчизняних матеріалів і стандартних елементів, можливості експорту 3D-моделі в AutoCAD [12].

ПРОГРАМНІ КОМПЛЕКСИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИКОНАННЯ ПРОЄКТНИХ РОБІТ

Сьогодні інженери-конструктори з хімічного машиноапаратобудування у своїй проектній діяльності активно та успішно застосовують такі добре відомі популярні CAD-системи тривимірного твердотільного та поверхневого параметричного проєктування та комплексні рішення: AutoCAD та Inventor, (Autodesk, Inc. [13]), Creo Elements/Pro (до ребрендингу добре відомий, як Pro/ENGINEER) (PTC, Inc. [14]), SolidWorks (Dassault Systemes S.A. [15]), а також вітчизняну КОМПАС-3D (АСКОН [16]). Для виключення рутинної праці та підвищення якості проектної документації на етапі монтажно-проробки (компонування основного технологічного обладнання, трубопроводна обв'язка, проєктування інженерних мереж) доцільно застосовувати комплексні рішення [17].

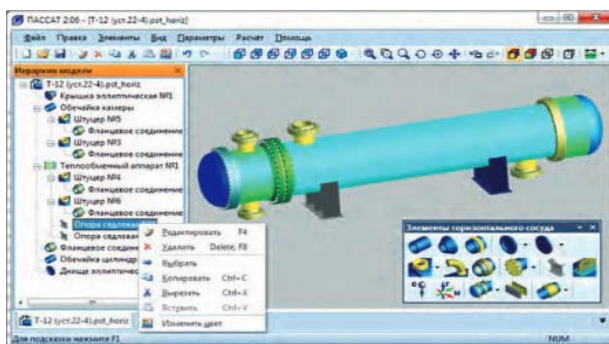


Рисунок 7 – 3D-модель кожухотрубного теплообмінника у програмі ПАСКАТ

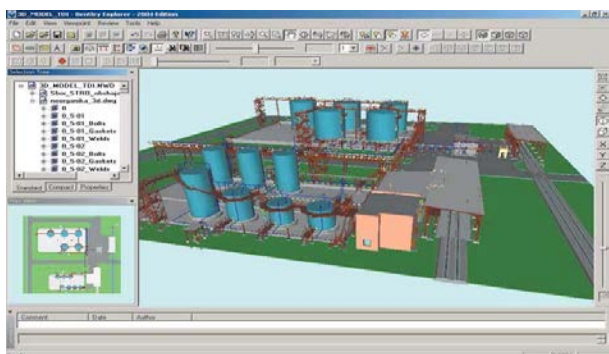


Рисунок 8 – 3D-модель складів органічних і неорганічних продуктів у програмі (AutoPLANT)

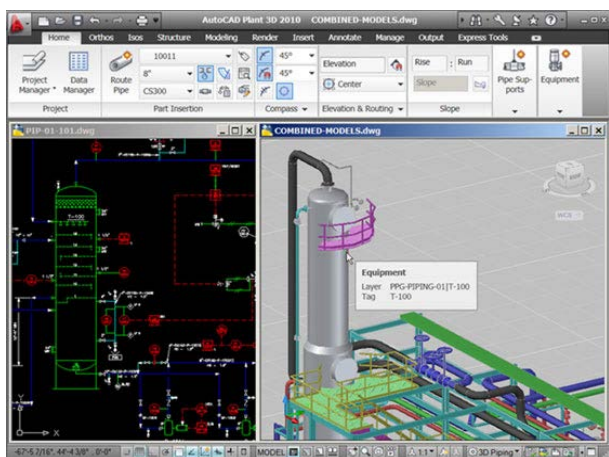


Рисунок 9 – Інтерфейс користувача у Autodesk AutoCAD Plant 3D

У галузевих проектних інститутах та організаціях популярними програмними комплексами для розв'язання цих задач під час проектування промислових підприємств є компонентно-орієнтовані рішення для платформи AutoCAD (рис. 8, 9): AutoPLANT (Bentley Systems, Inc. [18]) або Plant 3D (Autodesk, Inc. [13]).

AutoPLANT містить велику бібліотеку (більше 25 типів) параметризованого допоміжного обладнання (ємності, насоси, різні сполучні елементи), дозволяє в автоматичному режимі виконувати розводку

труб і обв'язку апаратів у тривимірному просторі, створювати різні металеві та несучі сталеві конструкції (сходи, огорожі, етажерки), генерувати монтажні креслення, здійснювати пошук й оповіщення про невідповідності та колізії в проекті.

AutoCAD Plant 3D є складовою частиною програмного комплексу Autodesk Plant Design Suite (Autodesk, Inc. [13]). У розпорядженні технічних дизайнерів та конструкторів – можливість створення найсучасніших 3D-проектів у звичному середовищі AutoCAD. Можливості проектування на основі технічних вимог і бібліотеки стандартних компонентів дозволяють оптимізувати процес проектування та компонування трубопроводів, технологічного обладнання та опорних елементів. Убудовані функції дозволяють формувати та редагувати схеми трубопроводів і КВПіА, а потім погоджувати дані із 3D-моделлю, на основі якої можна створювати асоціативні креслення.

Athena PLANT-4D (CEA Systems BV [19]) – нове покоління комплексних САПР на основі об'єктно-орієнтованого параметричного ядра, передбачає систему колективної роботи над проектом об'єктів із розгалуженою мережею трубопроводів для нафтової, хімічної, харчової та інших галузей промисловості (рис. 10).

MagiCAD (Progman Oy [20]) для платформи AutoCAD – комплексний підхід до проектування систем інженерного забезпечення: вентиляції та кондиціонування, тепlopостачання та опалення, водopостачання та водовідведення, електричних і слабкострумoвих систем (рис. 11).

Якісною вітчизняною розробкою для автоматизованого проектування інженерних мереж є «Трубопроводи 3D» (рис. 12) – спеціалізований додаток CAD-системи КОМПАС-3D (АСКОН [16]), призначений для автоматизації типових робіт із проектування трубопроводів.

Одночасно цікавою є запропонована та реалізована ідея технології MinD (Model in Drawing) – використання інтелектуальних будівельних моделей під час розміщення елементів на кресленні (рис. 13).

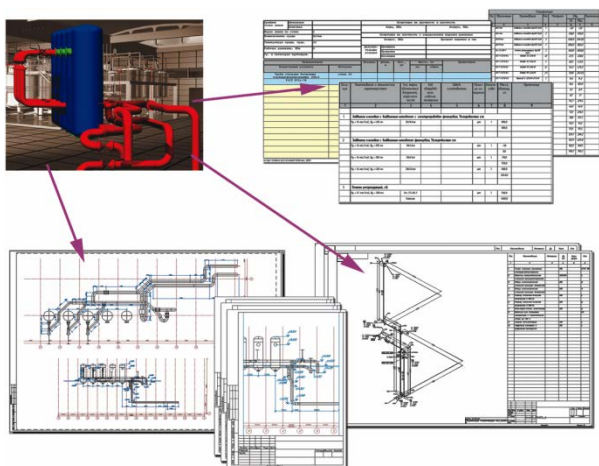


Рисунок 10 – Стратегія проектування у PLANT-4D

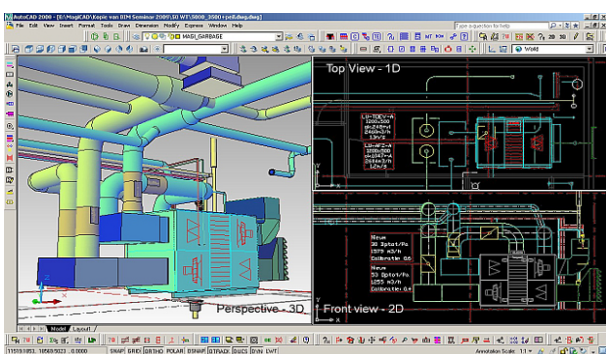


Рисунок 11 – Проектування інженерних мереж у MagiCAD

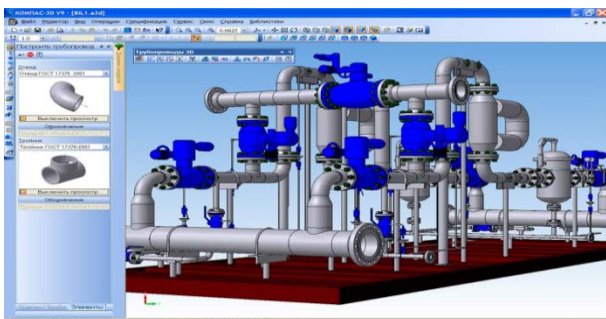


Рисунок 12 – Проект трубопроводної об'язки у КОМПАС-3D (бібліотека «Трубопроводи 3D»)

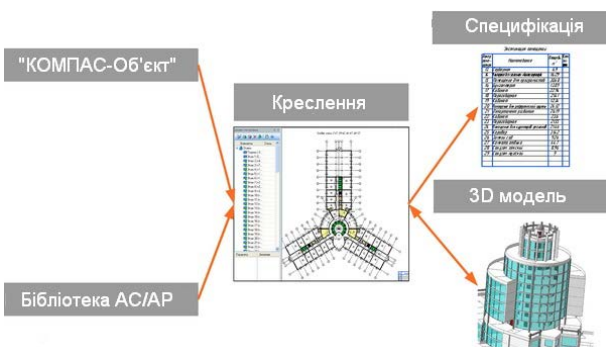


Рисунок 13 – Стратегія інтелектуального будівельного проектування за технологією MinD

СИСТЕМИ СКІНЧЕННО-ЕЛЕМЕНТНОГО АНАЛІЗУ МЕХАНІКИ РІДИНИ ТА ГАЗУ, ТЕПЛО- ТА МАСОПЕРЕНЕННЯ, А ТАКОЖ МЕХАНІКИ КОНСТРУКЦІЙ

Під час розроблення нових процесів та апаратів гостро постають складні науково-технічні завдання з дослідження та моделювання механіки, гідродинаміки, тепломасообміну, які описуються системою нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку, що мають аналітичне розв'язання лише в дуже простих випадках. Для більшості технологічних процесів задачі можна розв'язати чисельно у тому разі, якщо похідні, що стоять у рівняннях, замінити на кінцеві різниці, створені на малих просторових і тимчасових інтервалах. У разі моделювання реального процесу проводиться так звана дискретизація простору та часу так, що геометрія процесу розбивається на розрахункові осередки, вибрані особливим чином, а час процесу – на розрахункові тимчасові інтервали. Після цього застосовують різні методи розв'язання системи рівнянь, одним із яких є метод скінченних елементів. Загальна послідовність дій при скінченно-елементному аналізі із застосуванням спеціалізованих програмних систем така: розроблення геометрії моделі, формулювання математичної моделі, завдання необхідних фізичних, початкових і граничних умов початкової розрахункової сітки; чисельне розв'язання основних диференціальних рівнянь з точки зору базових фізичних параметрів (швидкість, тиск, густина, температура, ентальпія тощо); відображення та аналіз результатів моделювання у вигляді графіків, таблиць, а також контурних / векторних схем, прив'язаних до початкової геометрії.

Одним із потужних програмних комплексів скінченно-елементного аналізу, що дозволяє моделювати будь-які фізичні процеси, які можуть бути подані у вигляді системи диференціальних рівнянь у частинних похідних, є COMSOL Multiphysics (COMSOL, Inc. [21]).

У своєму складі комплекс має модулі для розв'язання задач напружено-деформованого стану та механіки

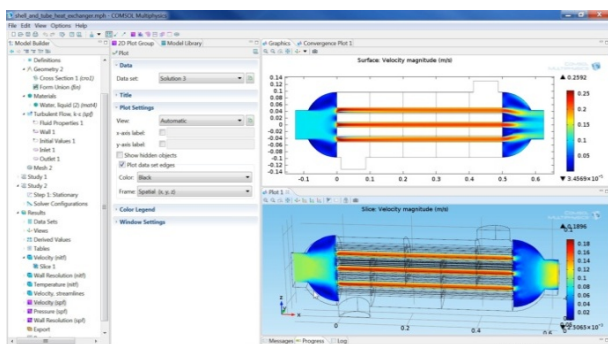


Рисунок 14 – Розрахункова модель теплообмінника у COMSOL Multiphysics

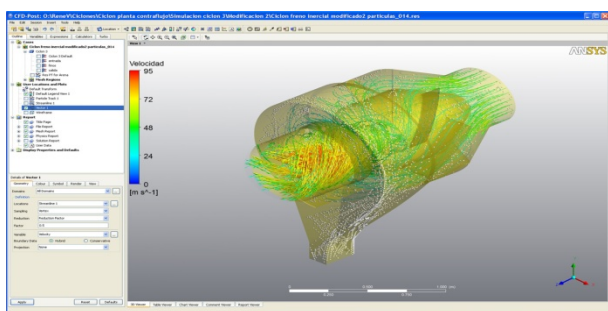


Рисунок 15 – Розрахункова модель циклона у ANSYS

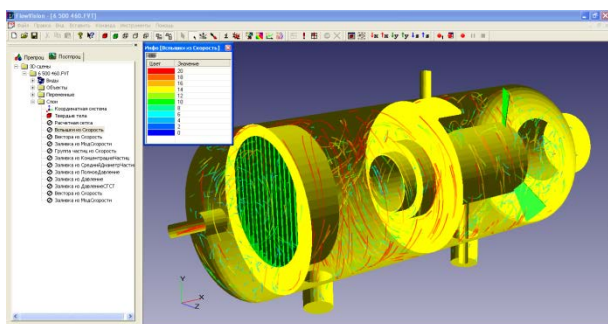


Рисунок 16 – Розрахункова модель газосепаратора у FlowVision

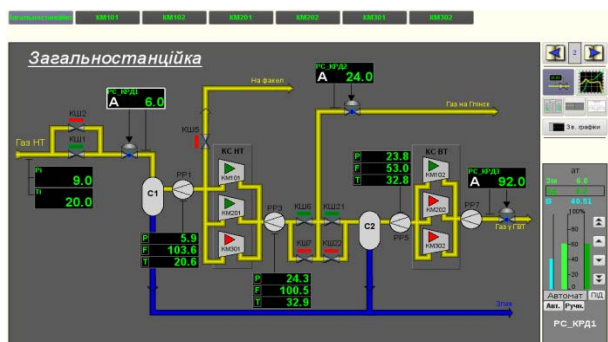


Рисунок 17 – Інтерфейс користувача SCADA-системи компресорної станції

конструкцій, гідродинаміки, теплоперенення, інженерної хімії (зокрема з урахуванням хімічної кінетики), і навіть геофізики, електротехніки, акустики, оптики (рис. 14).

Аналогічний, хоча дещо обмежений функціонал порівняно з COMSOL

Multiphysics надає інженерові-досліднику програмна система ANSYS (ANSYS, Inc. [22]) (рис. 15), яка, до речі, завдяки геометричному ядру Parasolid, добре інтегрується з відомими CAD-системами Unigraphics, CATIA, Creo Elements/Pro, SolidEdge, SolidWorks, Autodesk Inventor та ін.

Окремим класом представлені системи обчислювальної гідродинаміки (CFD), основним завданням яких є чисельне розв'язання рівнянь Нав'є–Стокса, що описують динаміку рідини та газу.

На пострадянському ринку популярним комерційним пакетом з обчислювальної аеро- і гідродинаміки є FlowVision (ТЕСІС, [23]) (рис. 16), що успішно конкурує з аналогічними пакетами зарубіжного виробництва, такими як ANSYS Fluent і CFX (ANSYS, Inc.) [24].

SCADA-ПРОГРАМНО-АПАРАТНІ КОМПЛЕКСИ АСУ ТП

Розглянуті САПР дозволяють з високою точністю здійснити динамічне моделювання ХТП, досліджувати різні варіанти апаратного оформлення, вивчити його основні особливості та розкрити резерви вдосконалення. При цьому завжди гарантується відшукання оптимальних конструктивних і технологічних рішень, зокрема визначення оптимальних технологічних режимних параметрів, які необхідно чітко та оперативно підтримувати. Тому останнім часом технологічні лінії та комплекси хімічних і нафтогазопереробних виробництв обладнуються сучасними автоматизованими системами керування технологічними процесами (АСУ ТП) з високим рівнем автоматизації на основі застосування мікропроцесорної та комп'ютерної техніки, замість існуючих систем автоматичного управління (САУ) на базі застарілої щитової автоматики та пневматичних засобів автоматизації. Сучасні АСУ ТП ґрунтуються на застосуванні SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) програмно-апаратних комплексів, призначених для розроблення або забезпечення роботи в реальному часі систем збирання, обробки, відображення та архівації інформації про об'єкт моніторингу або керування (рис. 17) [25].

ВИСНОВКИ

Сучасні інформаційні технології та інструментальні засоби моделювання ХТП надають інженерові-досліднику можливість експериментувати з моделлю об'єкта навіть у тих випадках, коли робити це на реальному об'єкті практично неможливо або недоцільно. Робота не з самим об'єктом (явищем, процесом), а з його математичною моделлю дає можливість відносно швидко та без істотних витрат досліджувати його властивості та поведінку за будь-яких ймовірних ситуацій (переваги теорії). У той же час обчислювальні (імітаційні) експерименти з моделями об'єктів дозволяють докладно та глибоко вивчати об'єкти в достатній повноті, не доступній лише теоретичним підходам (переваги експерименту).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Худович И. М. Современные системы автоматизированного моделирования химико-технологических процессов в нефтепереработке и нефтехимии / И. М. Худович. – Новополюк : Полоцкий государственный университет, 2008. – 110 с.
- Ляпощенко А. А. Проектирование объектов химических, нефтеперерабатывающих и пищевых производств с применением современных САПР / А. А. Ляпощенко, В. М. Маренок // Стратегия качества в промышленности и образовании: материалы III Международной конференции. — Днепропетровск-Варна : «Фортуна»-ТУ-Варна, 2007.
- Маренок В. М. Впровадження у навчальному процесі новітніх методик проектування промислових об'єктів із застосуванням сучасних САПР / В. М. Маренок, О. О. Ляпощенко // Сучасний український університет: теорія і практика впровадження інноваційних технологій: збірник матеріалів VII Міжнародної науково-методичної конференції. – Суми : СумДУ, 2008. – Ч. III. – С. 26–27.
- Флейх Моххамед. Динамическое моделирование процессов газопереработки с использованием комплексов HYSYS, CHEMCAD, PRO/II, Газконднефть / М. Флейх, А. А. Ляпощенко // Сучасні технології в промисловому виробництві: матеріали Всеукраїнської міжвузівської науково-технічної конференції. – Суми : СумДУ, 2010. – Ч. I. – С. 140.
- CHEMCAD is a suite of chemical process simulation software. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.chemstations.net/>.
- SimSci. Innovative Simulation Software Tools. Invensys Software. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.simsci-esscor.com/>.
- AspenTech: Optimizing Process Manufacturing. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.aspentech.com/>.
- THERMOGAS Ltd. GasCondOil-Program. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://thermogas.kiev.ua/>.
- Калашников О. В. Вопросы адекватности тепловизионной базы программных систем Hysys, PRO-II и Газконднефть / О. В. Калашников, Ю. В. Иванов, С. В. Будняк. // Эко-технологии и ресурсосбережение. – 2000. – № 1. – С. 31–35.
- HTRI. Heat Transfer Research, Inc. is the global leader in process heat transfer and heat exchanger technology. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.htri.net/>.
- NTP Truboprovod. Piping Systems Research & Engineering Co. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.truboprovod.ru/>.
- Краснокутский А. Н. Новые возможности программы «ПАССАТ» / А. Н. Краснокутский, А. И. Тимошкин // CADMASTER. – 2013. – № 3 – С. 76–79.
- Autodesk: 3D Design, Engineering & Entertainment Software. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.autodesk.com/>.
- PTC - Technology Solutions for Ongoing Product & Service Advantage. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ptc.com/>.
- 3D CAD Design Software SolidWorks. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.solidworks.com/>.
- АСКОН – комплексные решения для автоматизации инженерной деятельности и управления производством. CAD/AEC/PLM. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ascon.ru/>.
- Информационный анализ и автоматизированное проектирование трехмерных компоновок оборудования химико-технологических схем: учеб. пособие / Е. Н. Малыгин, С. Я. Егоров, В. А. Немтинов, М. С. Громов. – Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2006. – 128 с.
- Bentley: Architecture, Engineering, Construction Design Software. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.bentley.com/>.
- CEA Systems - Global Leader in Plant Engineering Software. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ceasystems.com/>.
- Progman: MagiCAD for MEP, HVAC and Electrical Building Services Design with AutoCAD and Revit. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.magicad.com/>.
- COMSOL Multiphysics. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.comsol.com/>.
- ANSYS – Simulation Driven Product Development. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ansys.com/>.
- FlowVision. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.flowvision.ru/>.
- Аксенов А. А. Новый релиз программного комплекса вычислительной газодинамики FlowVision / САПР и графика. – 2014. – № 1. – С. 27–29.

25. Ляпощенко О. О. Динамічне моделювання процесів осушування природного газу із застосуванням SCADA-технологій АСУ ТП Газліфтої КС Анастасівського родовища / О. О. Ляпощенко, О. С. Хобта // Сучасні технології у промисловому виробництві: матеріали науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів ф-ту ТеСЕТ. – Суми : СумДУ, 2013. – Ч.2. – С. 135.

ВИСОКОПРОДУКТИВНІ ОБЧИСЛЕННЯ ПІД ЧАС РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРИКЛАДНИХ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАДАЧ

Комп'ютерне моделювання є невід'ємним етапом створення сучасних машин. Воно застосовується як для досліджень, так і для оптимізації конкретних конструкцій. Сучасна комп'ютерна техніка забезпечує значно більшу продуктивність обчислень, ніж це було навіть п'ять років тому. Але цього недостатньо. Розв'язання практичних задач промисловості неможливе без застосування технологій високопродуктивних обчислень. Забезпечити високу продуктивність обчислень можна шляхом розпаралелювання. Для цього розроблені SMP, MPP та SIMD-архітектури обчислювальних систем. Для їх застосування ці підходи повинні підтримувати як операційні системи, так і програмне забезпечення користувача. Сучасні пакети скінченно-елементного аналізу, наприклад, такі як ABAQUS, LS-DYNA, ANSYS, уже реалізують розпаралелювання, до інших пакетів ці технології тільки імплементуються. Раціональне використання технологій високопродуктивних обчислень дозволяє в рази скоротити витрати на обчислення, однак є обмеження, що підлягають закону Амдала.

Computer simulation is an essential step in the development of modern machines. It is used both for research and for optimizing of the structures. Modern computer technology provides significantly better performance of computing than it was even five years ago. But this is not enough. Solving practical problems for industry is not possible without the use of high performance computing technologies. Parallelization can ensure high performance of computing. SMP, MPP and SIMD computer architecture can be used. For applications of these approaches both operating systems and user software should support them. Modern software for finite-element analysis, such as ABAQUS, LS-DYNA, ANSYS, have already implemented parallelization. Other software has been just implementing these technologies. Efficient use of high performance computing technology allows times to reduce the cost of computation, but there are restrictions that are subject to Amdahl's law.

ВСТУП

Створення нових машин і технологій передбачає значні експериментальні дослідження. Разом із тим ці дослідження вимагають значних матеріальних і часових витрат. Окремі процеси взагалі дуже складно дослідити експериментально, наприклад процес різання. Найбільша складність полягає в тому, що різання, особливо чистове, – процес дрібнорозмірний, що відбувається в об'ємах менше 1 мм³, зі швидкостями часто більше 1–10 м/с. За цих умов спостерігати за процесами, що відбуваються в зоні різання, практично неможливо, що змушує вчених в області різання матеріалів вивчати процеси різання за інтегральним (сили різання, максимальні температури, розміри стружки тощо) і/або непрямими показниками (мікротвердість стружки, характер зносу тощо).

Моделювання розкриває нові можливості під час вивчення робочих процесів та оптимізації машин і технологій. Особливо великі переваги дає застосування скінченно-різницевих методів, таких як, наприклад, метод скінченних елементів. Ці ідеї розвиваються з 1960-х р. Така модель процесу різання вперше була представлена в 1973 р. У ній В. Е. Клатескі провів розрахунок напружено-деформованого стану у зоні перед різальним лезом. На сьогодні

розвиток методу скінченних елементів досяг того рівня, коли він застосовується для моделювання не лише напружено-деформованого стану в системі різання в квазистатичній постановці, а й прогнозування в часі форми та розмірів стружки, напрямку її сходу, залишкових напружень та інших показників процесу, що вимагають розгляду процесу в перебігу протяжного періоду часу. За останні 10 років було опубліковано більше 1000 праць на цю тему, що описують моделі різних процесів різання, достовірність яких підтверджена експериментально. Разом із тим у більшій частині вони стосуються процесів точіння в абсолютно жорсткій технологічній системі, тобто процесів різання однолезовим інструментом із однаковою (близькою) швидкістю різання вздовж різальної кромки. Спеціалізовані програмні продукти ThirdWave AdventEdge, Deform 3D, а також універсальні ABAQUS, LS-DYNA та інші дозволяють на сучасних ПЕОМ розв'язувати дослідницькі задачі з кількістю вузлів скінченних елементів до 10000 за прийнятний час рахунку (до 1 доби). Це забезпечує розв'язання не лише дослідницьких, а й реальних виробничих задач, пов'язаних із перебором великої кількості варіантів у прийнятні для виробництва терміни.

Порівняння обчислювальної трудомісткості різних задач моделювання процесів різання

Об'єкт моделювання	Опис	Кількість деформованих тіл	Приблизна кількість вузлів у деформованих тілах	Орієнтовна продуктивність обчислень *, мм шляху різання / год	Мінімальний шлях різання для отримання даних, мм
1. Прямокутне різання (2D)	Моделювання зливного стружкоутворення в абсолютно жорсткій технологічній системі (плоска деформація)	1	10000	1	1
2. Прямокутне різання (2D)	Прогнозування напружень у лезі в умовах утворення сегментної стружки в абсолютно жорсткій технологічній системі (плоска деформація)	2	100000	0,05	1
3. Прямокутне різання (3D)	Моделювання зливного стружкоутворення в абсолютно жорсткій технологічній системі	1	110000	2,6	1
4. Процес відрізання (3D)	Моделювання зливного стружкоутворення в абсолютно жорсткій технологічній системі	1	120000	1,8	10
5. Процес фрезерування кінцевою фрезою (3D)	Моделювання зливного стружкоутворення в абсолютно жорсткій технологічній системі	1	200000	0,04	1
6. Процес свердління спіральним свердлом (3D)	Моделювання зливного стружкоутворення в абсолютно жорсткій технологічній системі	1	300000	0,01	5
7. Прямокутне різання (3D)	Моделювання зливного стружкоутворення в податливій технологічній системі, дослідження коливань робочих органів верстата	37	1700000	2,1	100

Примітка. * Тестування виконувалося при швидкості різання $V = 300$ м/хв. Використовувався сервер із конфігурацією Intel Xeon 5405x2, RAM: 8GB, HDD1: 80Gb, HDD2: 1Tb. FedoraCore 10 x64. Розрахунок виконувався в LS-DYNA R4.2 SMP. Задіяно 8 процесорів.

Це був лише приклад із теорії різання. Така сама ситуація спостерігається і в інших галузях інженерних наук, де чисельні методи використовуються все більше.

Разом із тим інженерне застосування розглянутого методу досліджень на сьогодні істотно ускладнене для значно складніших із обчислювальної точки зору задач: моделювання машин і конструкцій великих розмірів із істотними дрібними елементами, моделювання перехідних мультидисциплінарних задач тощо. Щодо різання, наприклад, до таких задач належать задачі моделювання різання багатолезовим

інструментом (наприклад, фрезерування), зокрема зі змінною швидкістю різання вздовж різальної кромки (наприклад, свердління), моделювання стружкоутворення з утворенням незливної стружки (наприклад, різання титанових сплавів, композиційних матеріалів), задач, пов'язаних із прогнозуванням показників процесу різання в податливій технологічній системі (наприклад, моделювання взаємодії верстата та робочого процесу). Кількість вузлів скінченно-елементної сітки в цих задачах часто перевищує 10^6 і кількість взаємодіючих деформованих тіл 2 і більше,

що збільшує час розв'язання та обсяг необхідної пам'яті у багато разів (табл. 1).

Тому поряд із удосконаленням обчислювальних алгоритмів і підходів актуальним є застосування технології високопродуктивних обчислень (HPC технологія, абрєв. від High Performance Computing) і високопродуктивних кластерів для підвищення продуктивності розрахунку зазначених моделей. На жаль, ця технологія, хоч і є технічно доступною, але вкрай рідко застосовується в цей час у реальних дослідженнях в Україні через недостатність інформації щодо її впровадження.

ВИДИ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Обчислення можна класифікувати за різними критеріями. Зокрема за призначенням можна виділити High Performance Computing, High Throughput Computing, High Availability Computing, High Productivity Computing [1]. За архітектурою бувають обчислення паралельні, масивно-паралельні, конвеєрні тощо. За місцем реалізації обчислень: розподілені обчислення; обчислення в гіпермережах, метакомп'ютинг тощо.

Класифікація Флінна обчислювальних структур виділяє такі групи:

- SISD (абрєв. від Single Instruction – Single Data) – обчислювальні пристрої послідовної обробки даних (звичайний настільний комп'ютер із одноядерним процесором);
- SIMD (абрєв. від Single Instruction – Multiple Data) – обчислювальні

пристрої паралельної (наприклад, потокової) обробки даних (наприклад, графічний акселератор відеокарти);

- MISD (абрєв. від Multiple Instructions – Single Data) – екзотичний клас обчислювальних пристроїв, у яких одні й ті самі дані обробляються незалежно різними наборами інструкцій;
- MIMD (абрєв. від Multiple Instructions – Multiple Data) – обчислювальні пристрої, що можуть одночасно обробляти різні набори даних за допомогою різних інструкцій (класична багатопроцесорна система).

За допомогою цих систем можна досягти підвищення продуктивності обчислень на основі інтенсивного підходу (підвищення продуктивності функціональних пристроїв, використання внутрішнього паралелізму), екстенсивного підходу (розпаралелювання на декілька пристроїв, використання зовнішнього паралелізму), гібридного підходу (ієрархічний паралелізм тощо).

Саме паралельне виконання операцій при обчисленнях дає приріст продуктивності. Глибина паралелізму тим більша, чим більше функціональних пристроїв задіяно для розв'язання задачі (рис. 1). Найменший ступінь паралелізму спостерігається на рівні процесора, що може виконувати декілька інструкцій одночасно, найбільша на рівні систем розподілених обчислень.

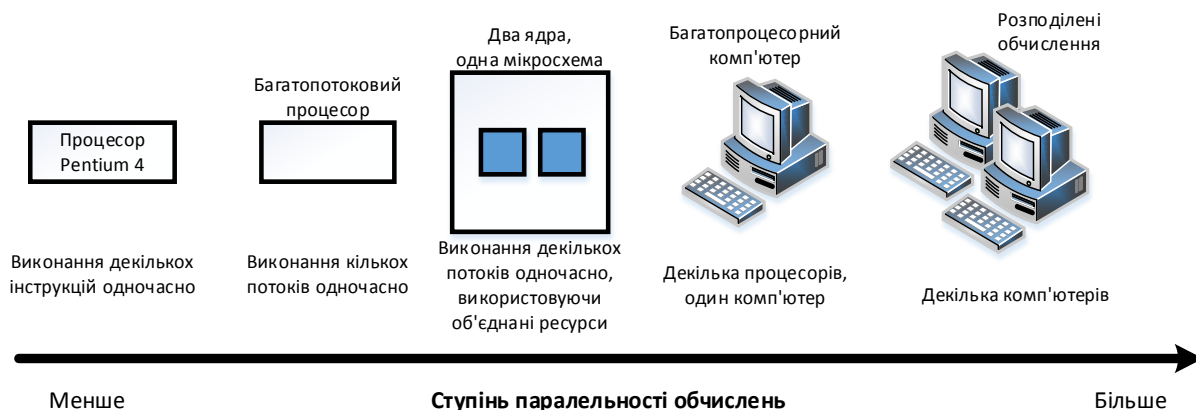


Рисунок 1 – Класифікація високопродуктивних обчислень за формами паралелізму



Рисунок 2 – Схема системи із SMP-архітектурою

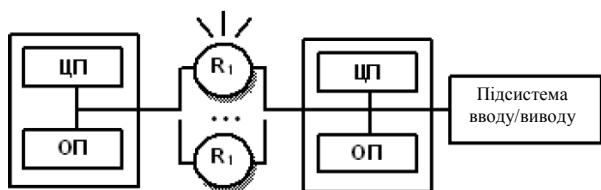


Рисунок 3 – Схема системи із MPP-архітектурою

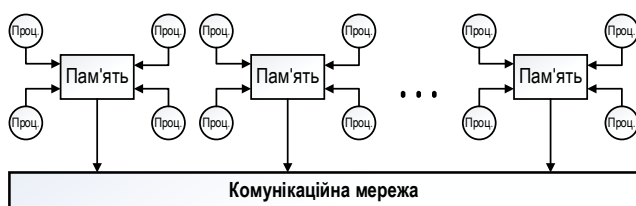


Рисунок 4 – Схема системи із NUMA-архітектурою

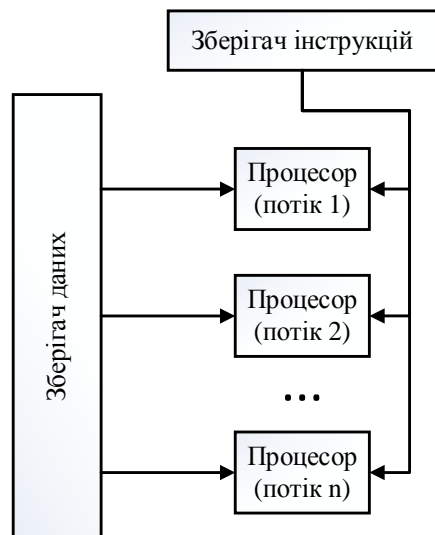


Рисунок 5 – Схема системи з багатопотоочною архітектурою

Збільшення кількості функціональних пристроїв реалізується за трьома різними архітектурами багатопроцесорних систем:

1. SMP-архітектура (абрев. від Shared Memory Parallel, Symmetric MultiProcessing) – це архітектура багатопроцесорних комп'ютерів, в якій два або більше однакових процесорів під'єднані до загальної пам'яті. Більшість багатопроцесорних систем сьогодні використовують архітектуру SMP (рис. 2).

SMP-системи дозволяють будь-якому процесору працювати над будь-яким завданням незалежно від місця збереження даних у пам'яті. За належної підтримки

операційною системою SMP-системи можуть легко переміщувати завдання між процесорами, ефективно розподіляючи навантаження. З іншого боку, пам'ять набагато повільніша за процесори, які до неї звертаються, навіть однопроцесорним машинам доводиться витратити значний час на отримання даних із пам'яті. У SMP ситуація ще більш ускладнюється, тому що тільки один процесор може звертатися до пам'яті за певну одиницю часу.

2. MPP-архітектура (абрев. від Massive Parallel Processing) – архітектура паралельної EOM із розподіленими блоками обчислень, зокрема розподіленою пам'яттю, тобто з наявною в кожного з процесорів власної пам'яті. Тому ці архітектури також називають архітектурами з розподіленою пам'яттю. За рахунок цього система позбувається централізованої шини обміну даними між процесорами та проблем із масштабуванням, властивих SMP-системам із загальною для всіх процесорів пам'яттю (рис. 3).

Робота з MPP-архітектурою можлива за технологією MPI (абрев. від Message Passing Interface, Інтерфейс передачі повідомлень) – це специфікація, що була розроблена в 1993–1994 рр. групою MPI Forum [2] і яка забезпечує реалізацію моделі обміну повідомленнями між процесами та вузлами.

3. NUMA-архітектура (гібридна) (абрев. від Non Uniform Memory Access) – архітектура з нерівномірною пам'яттю – схема реалізації комп'ютерної пам'яті, використовувана в мультипроцесорних системах, коли час доступу до пам'яті визначається її розміщенням по відношенню до процесора (рис. 4).

В окремих випадках підвищення продуктивності можуть забезпечити багатопоточні (SIMD) архітектури (рис. 5), призначені для виконання однієї або однакових команд до багатьох елементів даних.

Під час обробки мультимедійної інформації, наприклад накладання фільтрів, необхідно виконувати однакові дії над кожним пікселем зображення – саме тому ця архітектура дуже широко використовується під час обробки мультимедійної інформації і

дуже поширена у графічних відеокартах (GPU).

До останнього часу вважалося, що паралельні архітектури реалізуються лише у суперкомп'ютерах. Однак розвиток комп'ютерної техніки зараз забезпечує можливість реалізації паралельних обчислень навіть удома. Багатоядерні процесори забезпечують SMP-архітектуру, побудований в офісі кластер – MPP-архітектуру, сучасна відеокарта з графічним прискорювачем – SIMD-архітектуру.

Паралельні обчислення реалізуються на основі трьох основних підходів (рис. 6).

Парадигма паралельних алгоритмів передбачає декомпозицію даних, виявлення зав'язків окремих елементів моделі, агломерацію та відображення алгоритмів на архітектуру обчислювальної системи та спеціальну програмну реалізацію (рис. 7).

Розробникові універсального програмного забезпечення у більшості випадків заздалегідь не відомі конкретна структура та особливості задачі, що буде розв'язуватиметься користувачем. Отже, неприродний підхід до розпаралелювання набув найбільшої популярності (рис. 8). Цей підхід широко використовується розрахунковими програмами на основі MPP-архітектури (наприклад, LS-DYNA MPP), що забезпечує передачу даних на окремі обчислювальні вузли відокремленої задачі, мало зв'язаних одна з одною. Це дає можливість підвищити продуктивність обчислень порівняно з SMP-архітектурою.

ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ

До показників продуктивності обчислень відносяться наступні, де p – кількість задіяних обчислювачів:

T_p – час виконання завдання;

$S_p = \frac{T_1}{T_p}$ – паралельне прискорення;

$\varepsilon_p = \frac{S_p}{p}$ – паралельна ефективність.

Необхідно зазначити, що час обчислень та паралельне прискорення не є прямопропорційним кількості обчислювачів. Цей час підлягає закону Амдала.

Природний підхід до розпаралелювання (на основі апріорних знань предметної області)

Неприродний підхід до розпаралелювання (на основі PCAM-концепції)

Протиприродний підхід до розпаралелювання (рішення NP-повного завдання відображення графа алгоритма на граф обчислювальної системи)

Рисунок 6 – Підходи до паралельних обчислень

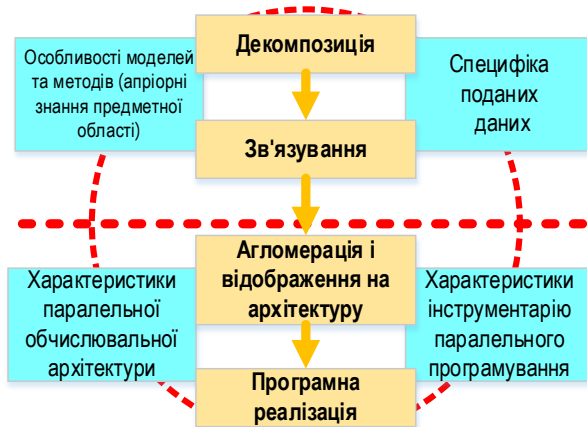


Рисунок 7 – Парадигма паралельних алгоритмів

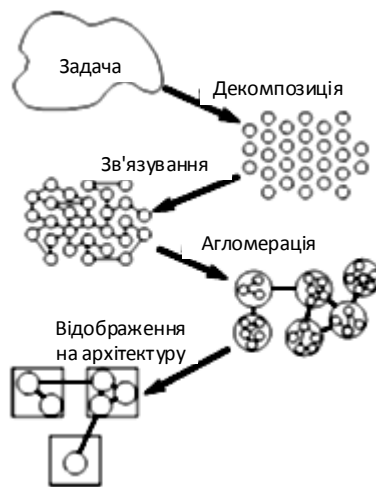


Рисунок 8 – Ідея неприродного підходу до розпаралелювання (PCAM-концепції)

Він стверджує, що невелика частина програми, що не піддається паралелізації, обмежить загальне прискорення від розпаралелювання. Будь-яка велика математична чи інженерна задача зазвичай складатиметься із кількох частин, що можуть виконуватися паралельно, та кількох частин, що виконуються лише послідовно. Цей зв'язок задається рівнянням

$$S = \frac{1}{k + \frac{1-k}{p}}$$

де k – частина, яку можна виконувати лише послідовно, а $1-k$ – частина, що виконується паралельно. Якщо послідовна частина програми виконується 10 % усього часу роботи, ми не можемо прискоритися більш ніж у 10 разів, незалежно від того, скільки процесорів застосуємо (рис. 9). Це ставить верхню межу корисності збільшення кількості обчислювальних елементів. «Коли задача не може розпаралелюватися через обмеження послідовної частини, докладання додаткових зусиль не має ніякого ефекту.

Щоб виносити дитину, потрібно дев'ять місяців незалежно від того, скільки жінок цим займається» [3].

Для прикладу наведемо аналіз продуктивності розв'язання реальної задачі (рис. 10). Виконано порівняння продуктивності обчислень за допомогою різної кількості вузлів і кількості процесорів. Результати показали (рис. 11), що застосування 10 процесорів (по 2 на 5 вузлах) дозволяє зменшити час рахунку в 2,7 раза за інших рівних умов, проте все ще не забезпечує прийнятної для розв'язання інженерних задач продуктивності розрахунку (1,7 мм/хв проти бажаних 4 мм/хв для того, щоб розглянути процес у перебігу значного шляху різання (200–300 мм і більше) або з більш дрібною сіткою).

Цікавими є два факти, встановлені під час досліджень. По-перше, застосування трьох вузлів є неефективним через збільшення часу розрахунків. По-друге, SMP рішення на ПЕОМ ПЕОМ Intel Xeon 5405x2, Ram : 8GB, HDD1 : 80Gb, HDD2 : 1Tb. FedoraCore 10 x64 із 8 задіяними ядрами займає 369 хв проти 647 хв MPP-рішення з використанням кластера, тобто на 75 % менше. Це падіння продуктивності значно більше, ніж у задачі з абсолютно жорсткою технологічною системою, розглянутою раніше (25 %). Причиною цього є затримки в обміні даними між вузлами, що виникають через збільшення потоків інформації у задачі великої розмірності.

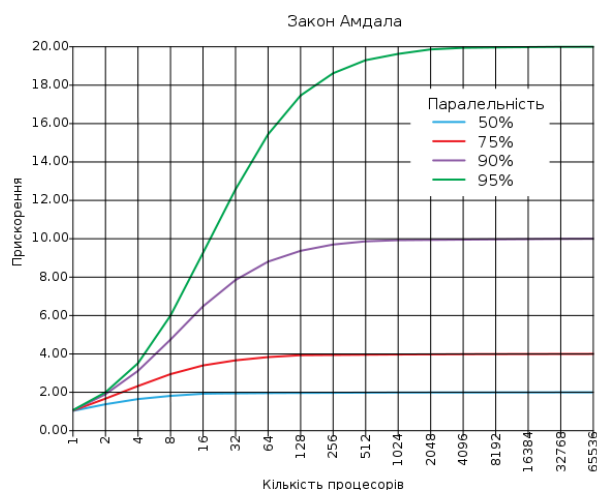


Рисунок 9 – Ілюстрація закону Амдала

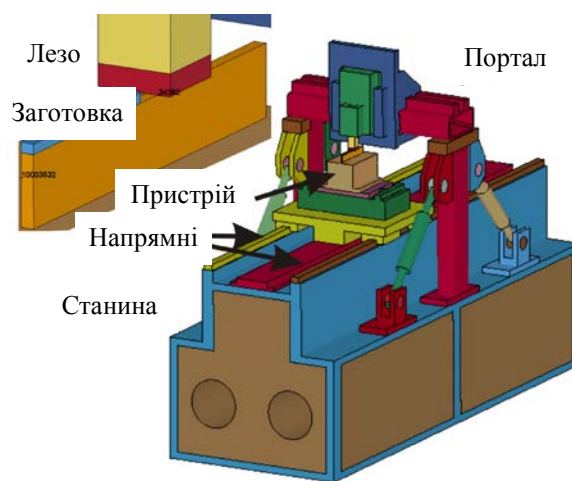


Рисунок 10 – Скінченно-елементна модель верстата

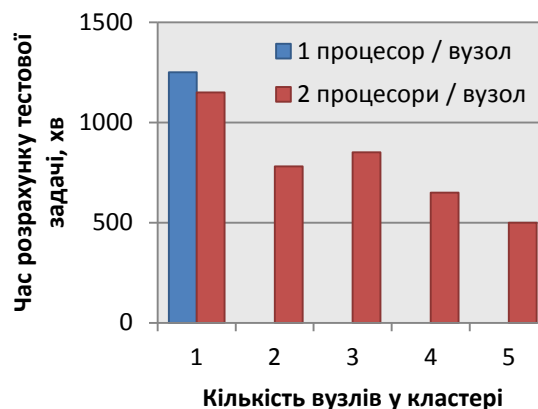


Рисунок 11 – Вплив кількості вузлів і процесорів на час обчислення моделі

За результатами тестування є очевидним, що застосування більше 5 вузлів для розв'язання задач різання не ефективно, оскільки не забезпечується помітний приріст продуктивності обчислень. За використанні описаної конфігурації кластера продуктивність обчислень визначатиметься більше продуктивністю кожного вузла. Зі

збільшенням кількості деформованих тіл у моделі зростають потреби у високій швидкості обміну даними між вузлами кластера.

ОГЛЯД ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СКІНЧЕННО- ЕЛЕМЕНТНОГО АНАЛІЗУ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Необхідно зазначити, що для реалізації паралельних обчислень підтримувати цю технологію повинне не лише програмне забезпечення користувача, а й операційна система (ОС).

Програмне забезпечення паралельних обчислювальних систем можна розділити на системне програмне забезпечення (операційні системи) та інструментальне програмне забезпечення, з якого потрібно виділити:

- компілятори мов програмування високого рівня;
- аналізатори коду та виконання;
- бібліотеки прикладних програм.

ОС для паралельних обчислювальних систем можна класифікувати на: ОС мультипроцесорів (ЕОМ із загальною пам'яттю); ОС мультикомп'ютерів (систем із розподіленою пам'яттю) – розподілені ОС; мережеві ОС.

ОС мультипроцесорної обчислювальної системи повинна, насамперед, виконувати функції звичайної ОС: обробляти виклики; керувати пам'яттю; підтримувати файлову систему; керувати пристроями введення-виведення. Крім того, мультипроцесорна ОС повинна виконувати низку специфічних функцій:

- функцію синхронізації паралельних процесів;
- функцію комунікації паралельних процесів;
- функцію керування розподіленою пам'яттю (у системах з розподіленою пам'яттю);
- функцію планування паралельних процесів.

Відзначимо, що три перші функції знаходять безпосереднє відображення в мовах програмування високого рівня. Четверта функція значною мірою визначає продуктивність багатопроцесорної системи.

Крім очевидних вимог надійності та продуктивності, від ОС мультипроцесорних ЕОМ вимагається:

- прозорість операційної системи – користувач не повинен знати, де розташовані ті чи інші ресурси; користувачі повинні розділяти ресурси автоматично (засобами ОС);
- масштабованість ОС – вихід із ладу одного з процесорів системи або збільшення кількості процесорів у ній не повинні призводити до відмови ОС. Для забезпечення масштабованості системи жоден із процесорів не повинен мати повної інформації про стан системи, процесори повинні приймати рішення на основі лише локальної інформації, не повинні використовуватися глобальні.

З огляду сучасних публікацій із питань моделювання процесів, як правило, використовується комерційне програмне забезпечення скінченно-елементного аналізу як спеціалізоване, так і універсальне. Для моделювання процесів різання, наприклад, до спеціалізованого програмного забезпечення можна віднести DEFORM і THIRD WAVE ADVANTEDGE (TWA), а до універсального ABAQUS, LS-DYNA, ANSYS, AUTODYN, FORGE та інші. Ці комерційні програмні продукти дозволяють істотно інтенсифікувати дослідження. При цьому частка використання універсального програмного забезпечення для моделювання процесів із кожним роком збільшується, оскільки воно має відкриту архітектуру, дозволяючи користувачам додавати в процес розрахунку власні особливі процедури. Багато авторів користується цим прийомом. Наприклад, ABAQUS займає лідируючі позиції за частотою використання для моделювання процесів різання внаслідок своїх розширених можливостей і зручного інтерфейсу користувача. LS-DYNA має дуже обмежений інтерфейс користувача, але має підвищену продуктивність під час моделюванні багатокomпонентних систем.

ВИСНОВКИ

Чисельні методи останнім часом набули розвитку та дозволяють виконати достатньо складне моделювання поведінки об'єктів і процесів. Забезпечити високу

продуктивність обчислень можна шляхом розпаралелювання. Для цього розроблені SMP-, MPP- та SIMD-архітектури обчислювальних систем. Їх раціональне використання дозволяє в рази скоротити витрати на обчислення.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Бухановский А. В. Введение в высокопроизводительные вычисления : конспект лекций [Электронный ресурс] / А. В. Бухановский // Институт наукоемких технологий – Режим доступа : <http://escience.ifmo.ru/?ws=34>.
2. Message Passing Interface [Электронный ресурс] // Wikipedia – Режим доступа : https://ru.wikipedia.org/wiki/Message_Passing_Interface.
3. Брукс Ф. Міфічний людино-місяць. Розділ 2 – Міфічний людино-місяць. – Нью-Йорк : Addison-Wesley, 1975.

РОЗДІЛ 4

ТЕНДЕНЦІЇ В

ІНЖЕНЕРНІЙ СПРАВІ

АДИТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ВІД ІДЕЇ ДО ПРОТОТИПУ

Розглянуто актуальність і перспективність розвитку адитивних технологій у різних галузях виробництва, що дозволяють значно скоротити витрати часу на конструкторсько-технологічну підготовку. Проаналізовано класифікацію технологій адитивного виробництва та матеріали, що застосовуються для створення виробів. Визначено ефективну сферу використання та особливості підготовки 3D моделей.

The urgency and prospectively of additive technologies development in different production areas is considered, which allow considerable decreasing of time consuming for designing and engineering preparation. The classification of technologies of additive production and materials, using for products designing, were analyzed. The efficient sphere of use and properties of 3D models development were determined.

ВСТУП

Питання термінології окремо розглядалося в рамках діяльності організації ASTM International (American Society for Testing and Materials), яка займається розробленням технічних стандартів для широкого спектра матеріалів, виробів, систем і послуг. ASTM у своєму стандарті ASTM F2792.1549323-1 визначає адитивні технології як: «The process of joining materials to make objects from 3D model data, usually layer upon layer, as opposed to subtractive manufacturing technologies», або українською: «Процес об'єднання матеріалу з метою створення об'єкта з даних 3D-моделі, як правило, шар за шаром, на відміну від «віднімаючих» виробничих технологій».

Під «віднімаючими» технологіями розуміють механообробку – видалення («віднімання») матеріалу з масиву заготовки. Таким чином, навіть авторитетна спільнота американських інженерів змушена була вдатися до антоніма поняття (subtractive) «віднімання», щоб визначити нове поняття (additive) «додавання», тобто в самому визначенні адитивні технології трактуються від протилежного, як протилежність технологій механообробки (рис. 1). Але не будь-які технології з'єднання матеріалу, а лише ті, які створюють об'єкт за даними 3D-моделі або з CAD-даних, тобто на основі тривимірної комп'ютерної моделі. CAD – це друге ключове слово та третє ключове слово – «пошарово».

Рекомендовані два основні терміни – Additive Fabrication (AF) і Additive Manufacturing (AM), а також «легітимні» синоніми – additive processes, additive techniques, additive layer manufacturing, layer manufacturing і freeform fabrication. Українською мовою їх можна перекласти як «адитивні технології» (АТ), а також можна

називати технологіями пошарового синтезу. Однак, в інтернет-співтоваристві, освітньому процесі, популярній науково-технічній літературі та розмовній мові фахівців можна почути та прочитати: «3D-друк», «3D-принтинг». Ці терміни узаконили себе без санкції ASTM, і їх також потрібно прийняти як легальні синоніми [1].

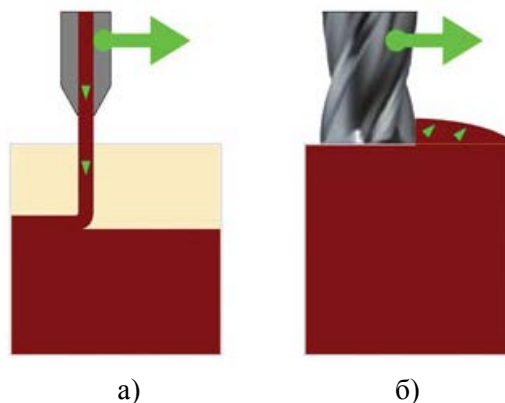


Рисунок 1 – Порівняння технологій:
а – адитивне виробництво;
б – механічна обробка

ІСТОРІЯ ВИНИКНЕННЯ

Попередниками сучасних АТ вважають дві оригінальні технології, що з'явилися в XIX ст. У 1890 р. Josef E. Blather запропонував спосіб виготовлення топографічних макетів – тримірних карт поверхні місцевості [2]. Суть методу полягала у такому: з тонких воскових пластин із контурними лініями топографічної карти вирізалися фрагменти, відповідні уявному горизонтальному перерізу об'єкта, потім ці пластини склалися одна на одну в певному порядку та склеювалися. Почався «пошаровий синтез» пагорба або яру. Після цього поверх отриманих фігур накладали папір і формували макет окремого елемента ландшафту, який потім уже в «паперовому»

вигляді розміщували відповідно до вихідної карти (рис. 2).

Практичне застосування ця ідея знайшла в LOM-технології (абрев. від Lamination Object Manufacturing) – пошаровому ламінуванні або склеюванні тонких листових матеріалів при товщині листів 0,051–0,25 мм. У 1979 р. професор Nakagawa з University of Tokyo (Японія) запропонував використовувати цю технологію для швидкого виготовлення прес-форм, зокрема зі складною геометрією охолоджувальних каналів.

Друга технологія – фотоскульптура (Photosculpture) – була запропонована французом François Willème в 1890 р. Суть її полягала в такому: навколо об'єкта або суб'єкта розміщували малі фотокамери (Willème використовував 24 камери з кроком 15 градусів) і знімали на всі камери одразу.

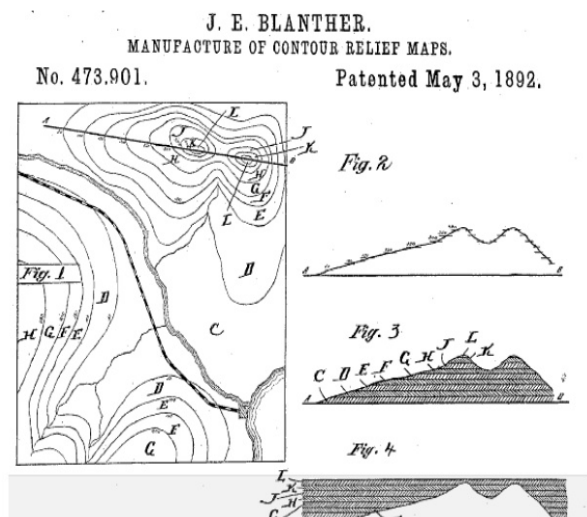


Рисунок 2 – Патент США №: US473901 A: Manufacture of contour relief maps, дата публікації 03.05.1892 р., винахідник Josef E. Blantner

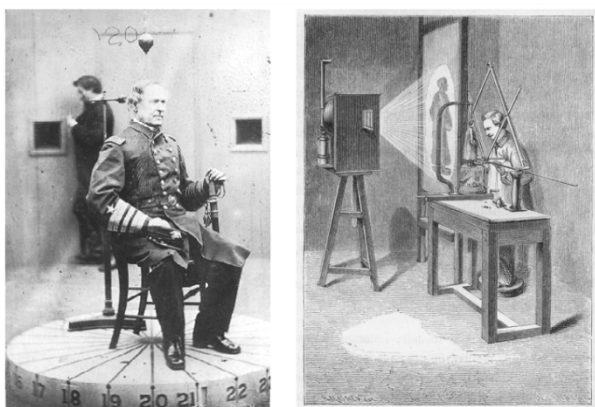


Рисунок 3 – Фотоскульптура за технологією, запропонованою François Willème

Потім кожне зображення проектували на напівпрозорий екран, і оператор за допомогою пантографа обмальовував контур. Пантограф був пов'язаний із різальним інструментом, що видаляв модельний матеріал – глину – відповідно до профілю поточного контуру (рис. 3).

У 1967 р. Isao Morioka запропонував спосіб, що поєднує в собі топографію і фотоскульптуру [3]. Цей спосіб передбачав використання структурованого світла (поєднання чорних і білих смуг) для створення топографічної карти об'єкта – набору контурів. Контури потім вирізалися з листового матеріалу, вкладалися в певному порядку, і таким чином формувался тривимірний образ об'єкта. Або ж, як і за технологією François Willème, контури проектувалися на екран для подальшого створення тривимірного образу за допомогою різального інструменту.

Першим наближенням до стереолітографії в сучасному розумінні стала ідея Otto John Munz (1956 р.), який запропонував спосіб селективної (пошарової) експозиції прозорою фотоемульсією [4]. На цей шар проектувався контур об'єкта. Як платформа, на якій здійснювалась експозиція, використовувався поршень, установлений у циліндрі з можливістю переміщення. Поршень переміщали на певну величину та зверху наносили шар емульсії, проектуючи на нього зображення, після чого наносили шар фіксувального реагента.

У 1971 р. Wyn Kelly Swainson запропонував спосіб отримання тривимірних об'єктів за допомогою затвердіння fotocутливого полімера в точці перетину двох лазерних променів [5]. Приблизно в цей же час починають з'являтися технології пошарового синтезу з порошкових матеріалів (P. A. Ciraud, 1972).

У 1979 р. Ross F. Housholder запропонував спосіб формування тонкого шару порошкового матеріалу шляхом нанесення його на плоску платформу [6]. Далі проводилося розрівнювання до певної величини з подальшим спіканням шару. У тому самому році Hideo Kodama опублікував результати роботи з перших функціональних систем фотополімеризації за допомогою

ультрафіолетової лампи і лазера. У 1982 р. була опублікована праця А. J. Herbert зі створення тривимірних моделей за допомогою XY-плотера, ультрафіолетової лампи та системи дзеркал.

Процес патентування нових технічних рішень щодо АТ набув лавиноподібного характеру. В 1984 р. Charles W. Hull запропонував спосіб пошарового синтезу за допомогою ультрафіолетового випромінювання, сфокусованого на тонкий шар фотополімерної смоли [7]. Він же і ввів в обіг термін «стереолітографія». Charles W. Hull став засновником фірми 3D Systems – компанії, яка першою розгорнула комерційну діяльність у галузі пошарового синтезу. Із цього моменту почалася нова епоха в індустрії – епоха АТ (рис. 4).

Надалі в розвитку АТ намітилися два основні напрямки. Перший, пов'язаний із високотехнологічними дослідженнями, в рамках яких створюються дуже дорогі адитивні системи, призначені для виробництва складних і спеціальних деталей. Ця сфера розвивається і зараз, а результати розробок застосовуються в аерокосмічній галузі, автомобілебудуванні, медицині та ювелірній промисловості. Багато досліджень такого роду залишаються засекреченими та захищені умовами нерозголошення інформації.

З іншого боку, протилежна тенденція – розвиток повсякденного функціоналу адитивних систем, що зробило їх доступними більш широкій аудиторії. Розпочато процес упровадження відкритих розробок, розширення спектра використовуваних матеріалів, підвищення швидкості та точності пристроїв і скорочення витрат. Найважливішою ініціативою з точки зору демократизації АТ став запущений доктором Адріаном Боуера проект RepRap, ідея якого – створити адитивну систему, здатну виготовлювати власні деталі. Таким чином, пристрій фактично відтворює саме себе, стає широкодоступним і недорогим, що дає багатьом людям можливість користуватися досягненнями АТ на побутовому рівні, у себе вдома [8]. Споживчий 3D-друк отримав великий попит останніми роками, а громіздкі та дорогі установки 1990-х років стали

меншими, дешевшими та продуктивнішими. За словами експерта у галузі АТ Т. Wohler: “For an industry that’s more than 25 years to see that kind of growth, 32 per cent growth on average for the last three years – I don’t think you can find another industry that we’re seeing that kind of growth” [9].

ШВИДКЕ ПРОТОТИПУВАННЯ – КОНЦЕПЦІЯ МАЙБУТНЬОГО

У наш час АТ стають усе більш популярними, попит на них пов'язаний зі скороченням часу на випуск готової продукції на ринок – від ескізу на папері до готового виробу. Задачі, які розв'язують АТ (рис. 5), знаходять застосування у різних сферах промисловості.

За даними [10] за період 1988–2012 рр. США у чотири рази випереджають найближчого конкурента за обсягом встановленого обладнання (рис. 6).

За період 2008–2012 р. обсяг продажу обладнання, матеріалів і сервісних послуг у галузі адитивного виробництва збільшився на 86 % (рис. 7) [11].

Найбільш затребуваними ринками використання АТ є автомобілебудування, аерокосмічна галузь, медицина та виробництво товарів народного споживання (рис. 8). Стрімке зростання спостерігається у сегменті виготовлення виробів як кінцевого продукту. Так, у 2003 р. частка ринку становила 4 %, а у 2013 р. – 34,7 % від загального ринку АТ (рис. 9) [12].

За даними [11] прогнозується, що у наступні роки світовий ринок адитивних технологій може збільшитися майже у чотири рази (рис. 10).

Усе більшого попиту набувають персональні адитивні системи. У 2012 р. їх кількість зросла на 46,3 % порівняно з попереднім роком (рис. 11) [13].

За даними [14] у найближчі роки спостерігатиметься зростання обсягу випуску адитивних систем для персонального використання (рис. 12).

Попит на персональні адитивні системи обумовлює зниження вартості професійних адитивних систем [11]. Так, за період 2001–2012 рр. середня вартість продажу професійних адитивних систем знизилася на 37 % (рис. 13).

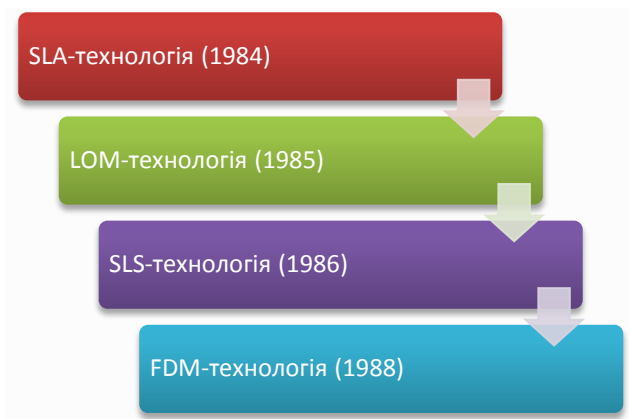


Рисунок 4 – Періодизація виникнення адитивних технологій

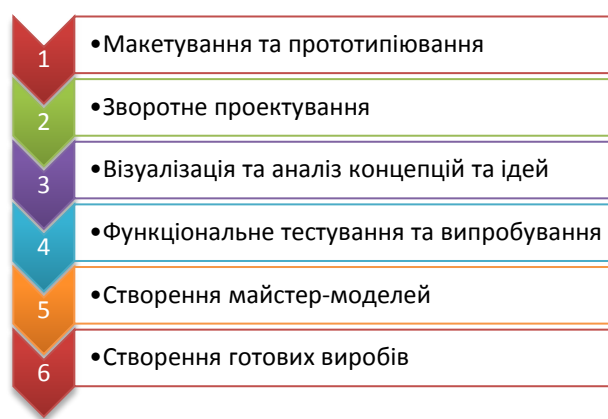


Рисунок 5 – Задачі, які вирішують адитивні технології

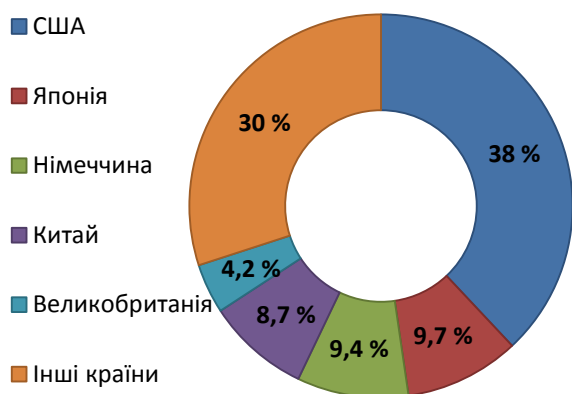


Рисунок 6 – Структура встановленого обладнання у світі за період 1988–2012 рр.

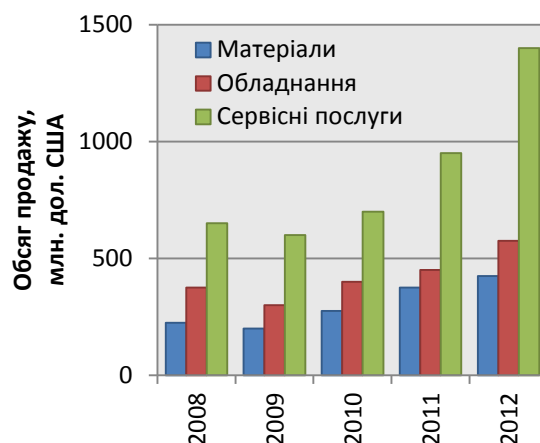


Рисунок 7 – Обсяг продажу обладнання, матеріалів і сервісних послуг у галузі адитивного виробництва

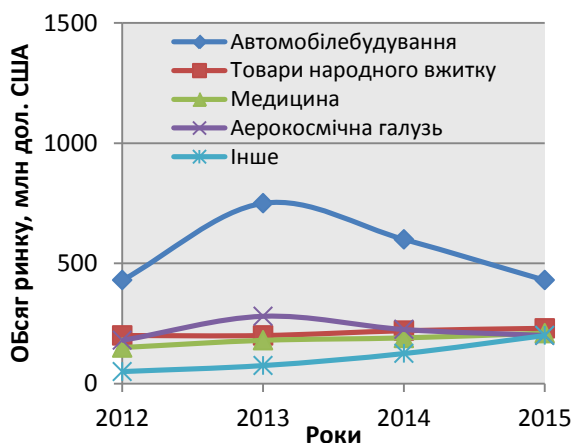


Рисунок 8 – Обсяг ринку адитивних технологій за галузями

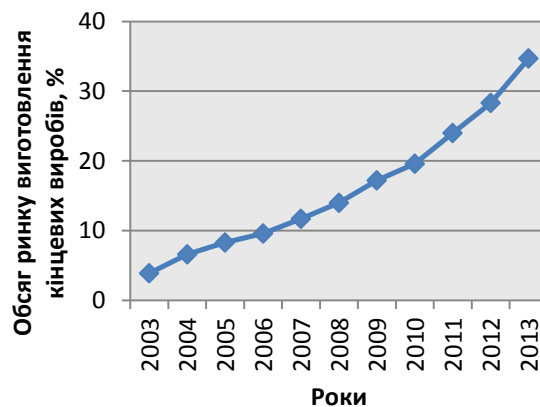


Рисунок 9 – Обсяг ринку виготовлення кінцевих виробів за період 2003–2013 рр.

Адитивні системи для виготовлення виробів із металу збільшують свою популярність із кожним роком. Так, дані з діаграми (рис. 14) показують, що 348 систем, проданих у 2013 р., порівняно зі 198 системами, проданими у попередньому році, показують значне зростання – на 75,8 % [15].

Серед замовників адитивних систем для виготовлення виробів із металу всесвітньо відомі промислові гіганти – компанії Airbus, General Electric та Lima Corporate, які використовують таке обладнання для виготовлення деталей складної форми в аерокосмічній і медичній промисловостях.

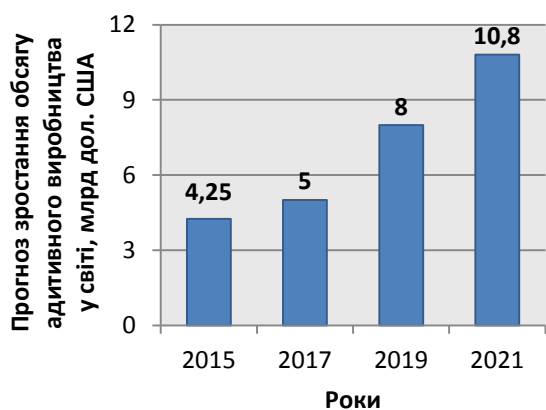


Рисунок 10 – Прогноз зростання обсягу адитивного виробництва у світі

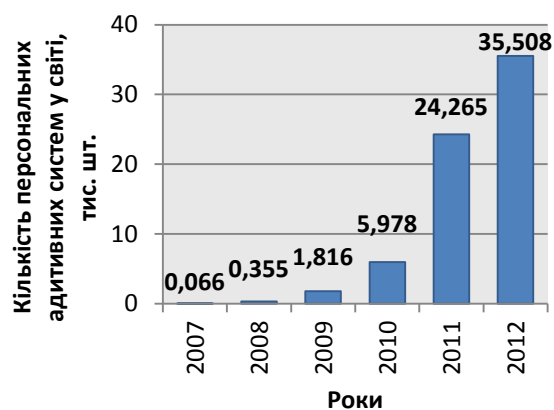


Рисунок 11 – Динаміка зростання персональних адитивних систем у світі за період 2007–2012 рр.

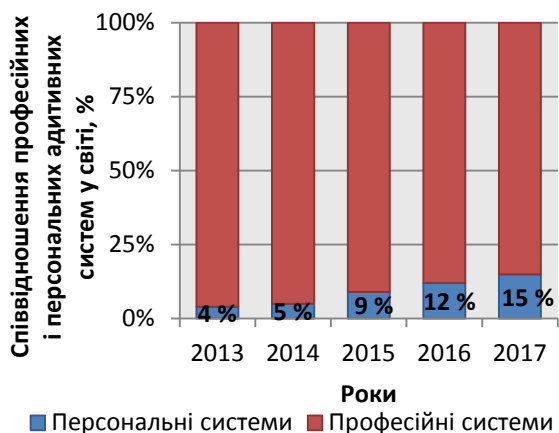


Рисунок 12 – Прогноз зростання обсягу персональних адитивних систем у світі

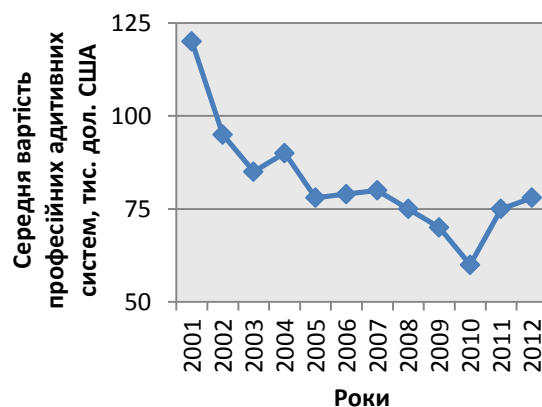


Рисунок 13 – Динаміка зниження вартості професійних адитивних систем за період 2001–2012 рр.

АТ є ефективними в умовах виробництва невеликих партій деталей, а також під час виготовлення деталей складної форми (рис. 15), оскільки в процесі механічної обробки важливу роль відіграє технологічна оснастка. Саме витрати на її проектування та виготовлення знижують ефективність механічної обробки за таких умов виробництва [16].

ПРИНЦИП РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ

У загальному випадку процес створення виробу за АТ передбачає 4 етапи, на яких послідовно створюється 3D-модель, генерується керуюча програма за заданими виробничими параметрами, пошарове виготовлення об'єкта та за необхідності оздоблювальна обробка виготовленого виробу (рис. 16, 17).

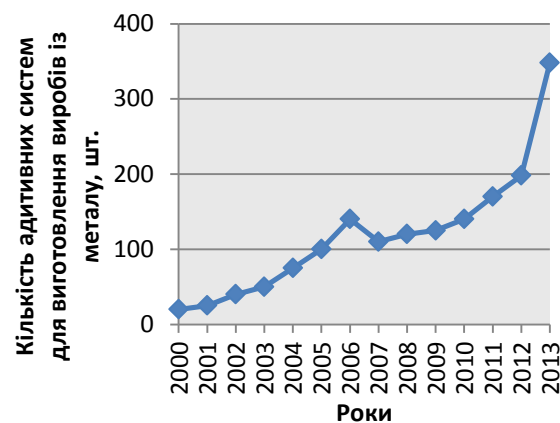


Рисунок 14 – Випуск адитивних систем для виготовлення виробів із металу

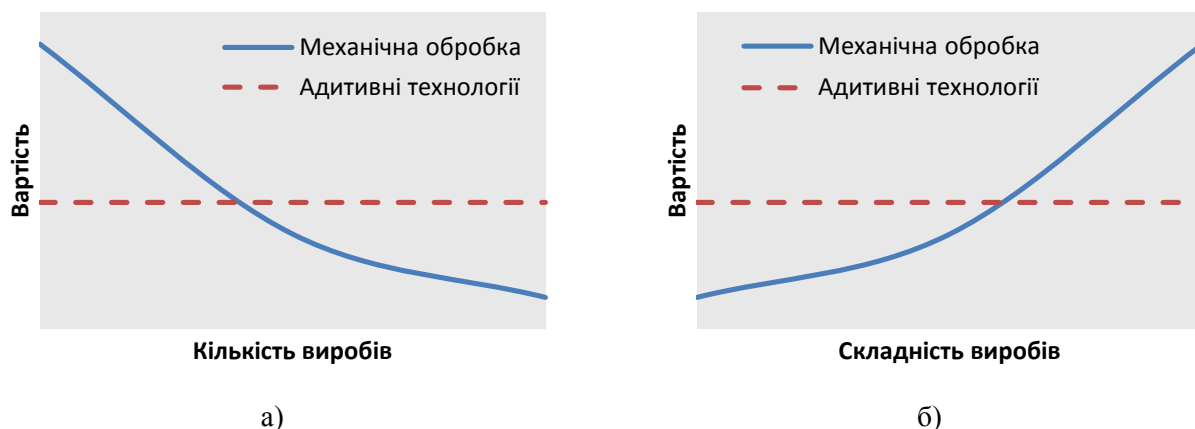


Рисунок 15 – Порівняльний аналіз вартості технологій залежно від кількості (а) та складності виробів (б)



Рис. 16. Цикл створення виробу

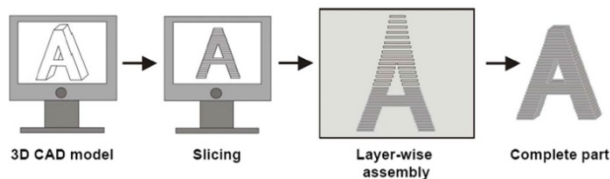


Рисунок 17 – Графічне відтворення процесу «від моделі до готового виробу»

КЛАСИФІКАЦІЯ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Відповідно до класифікації ASTM International, запропонованої у 2012 р., АТ поділяють на сім категорій (рис. 18).

Прикладом категорії «Material Extrusion» (видавлювання матеріалу) є FDM-технологія (абрєв. від Fused Deposition Manufacturing), суть якої полягає у осадженні розплавленої нитки з термопластиків промислового стандарту діаметром 1,75 мм (рідше 3,0 мм). Полімерна нитка (конструкційний або підтримувальний матеріал) подається до екструзійної головки з регульованою температурою (екструдер), де пластик підігрівається до напіврідкого стану й через сопло наноситься дуже тонким шаром на підігрівний робочий стіл. Таким чином, шар за шаром формується об'єкт побудови [17]. Принципова схема реалізації FDM-технології зображена на рис. 19.

Прикладом категорії «Material Jetting» (розпилювання матеріалу, або «струминні технології») є PolyJet-технологія, суть якої полягає у тому, що головка з багатоструминною системою одночасно розпилює фотополімерний конструкційний і підтримувальний матеріали дуже тонким шаром. Після нанесення кожного шару одразу відбувається затвердіння фотополімера лампою з ультрафіолетовим світлом. Процес повторюється до завершення побудови моделі. Принципову схему реалізації PolyJet-технології наведено на рис. 20.

1. Material Extrusion	• видавлювання матеріалу
2. Material Jetting	• розпилювання матеріалу ("струминні технології")
3. Binder Jetting	• розпилювання в'язучого матеріалу
4. Sheet Lamination	• ламінування листових матеріалів
5. Vat Photopolymerization	• фотополімеризація у ванні
6. Powder Bed Fusion	• плавлення матеріалу у сформованому шарі
7. Direct Energy Deposition	• пряме підведення енергії до місця побудови

Рисунок 18 – Класифікація адитивних технологій

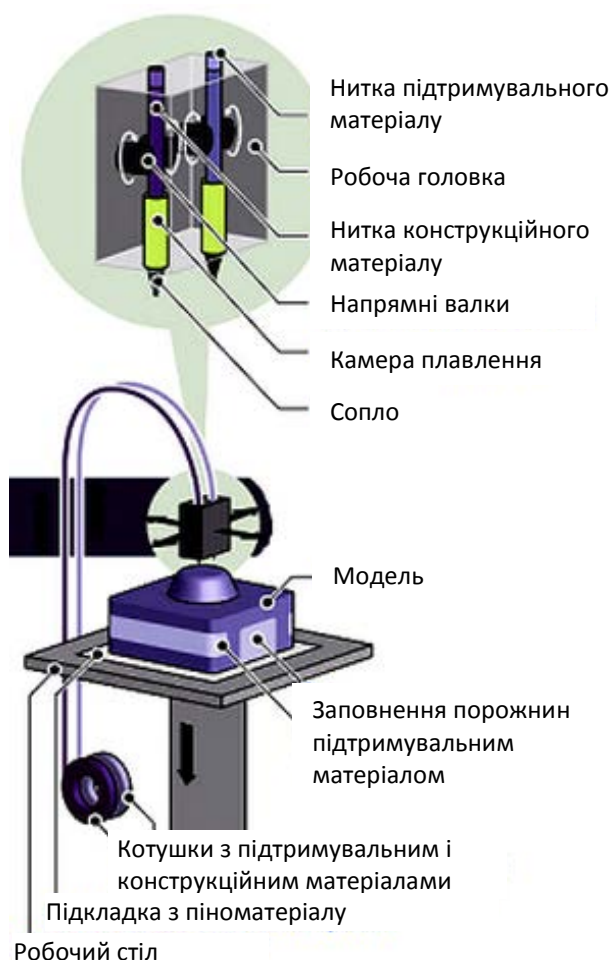


Рисунок 19 – Принципова схема реалізації FDM-технології

Прикладом категорії «Binder Jetting» (розпилювання в'язучого матеріалу) є 3DP-технологія, сутність якої полягає у тому, що в'язучий матеріал розбризкується, фіксуючи побудований шар моделі. Обладнання для реалізації такої технології складається з двох камер: камера з конструкційним матеріалом (крохмально-целюлозний порошок); камера побудови, де вирощується модель. Спочатку

у камері побудови формується шар порошку за допомогою вирівнюючого роликів. Після цього з багатоструминної головки розбризкується в'язучий матеріал (рідкий клей), фіксуючи між собою порошок і тим самим формуючи переріз моделі. Далі робочий стіл переміщується на товщину шару та процес повторюється.

Оскільки у в'язучий матеріал можна добавляти кольорові пігменти, таким чином отримуємо повнокольорові моделі. Принципову схему реалізації 3DP-технології зображено на рис. 21.

Прикладом категорії «Sheet Lamination» (ламінування листових матеріалів) є LOM-технологія (абрев. від Laminated Object Manufacturing), суть якої

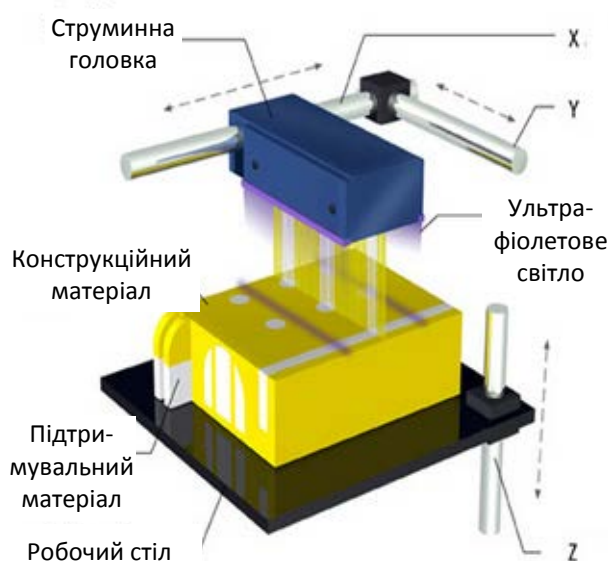


Рисунок 20 – Принципова схема реалізації PolyJet-технології

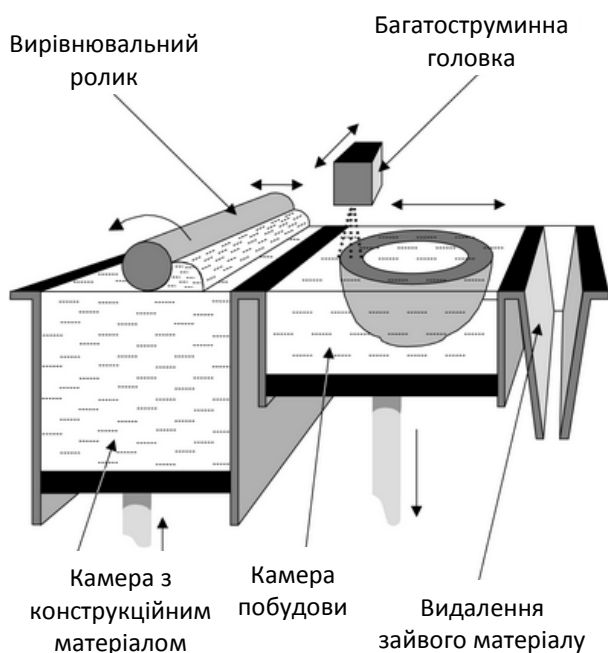


Рисунок 21 – Принципова схема реалізації ZDP-технології

полягає у побудові моделі шляхом з'єднання паперових аркушів за допомогою ламінування. Контур перерізу моделі вирізається лазером, а область, що залишається, розрізається на сектори, щоб згодом можна було видалити зайвий матеріал. LOM-технологія швидше є комбінацією адитивної та віднімаючої технологій [18]. Принципову схему реалізації LOM-технології зображено на рис. 22.

До категорії матеріалів «Vat Photopolymerization» належать технології з використанням фотополімерної смоли.

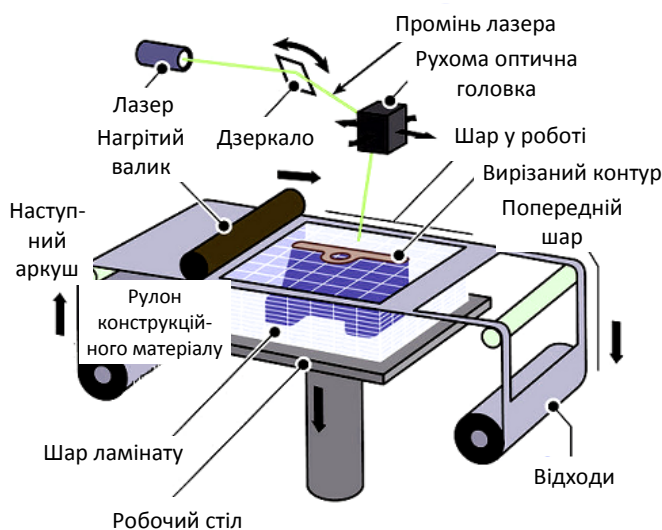


Рисунок 22 – Принципова схема реалізації LOM-технології

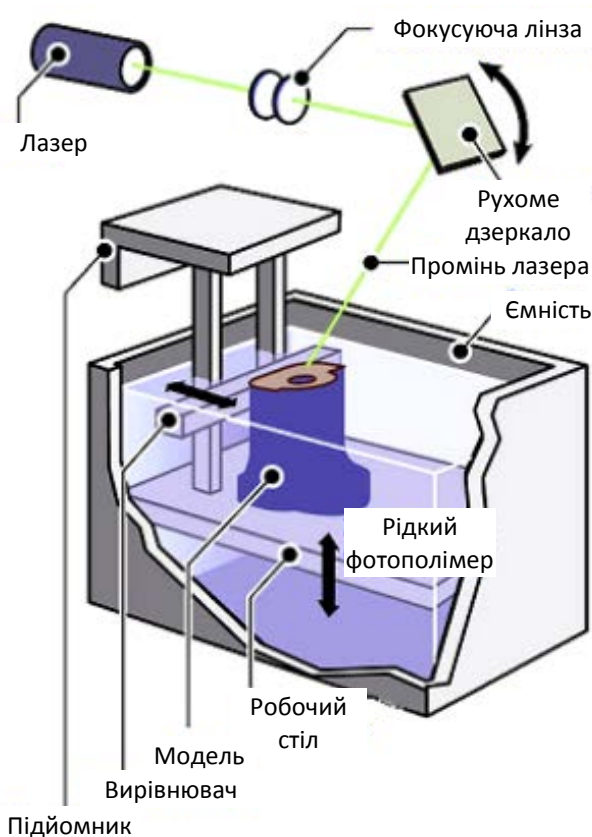


Рисунок 23 – Принципова схема реалізації SLA-технології

Наприклад, SLA-технологія (абрєв. від Stereo Lithography Apparatus), або стереолітографія. Головний робочий орган за цієї технології – ультрафіолетовий лазер, що послідовно підсвічує переріз моделі та породжує процес полімеризації фотополімера. Далі робочий стіл опускається на товщину шару моделі, фотополімер заповнює простір поверх попереднього шару і процес повторюється до повної побудови моделі відповідно до принципової схеми (рис. 23) [19].

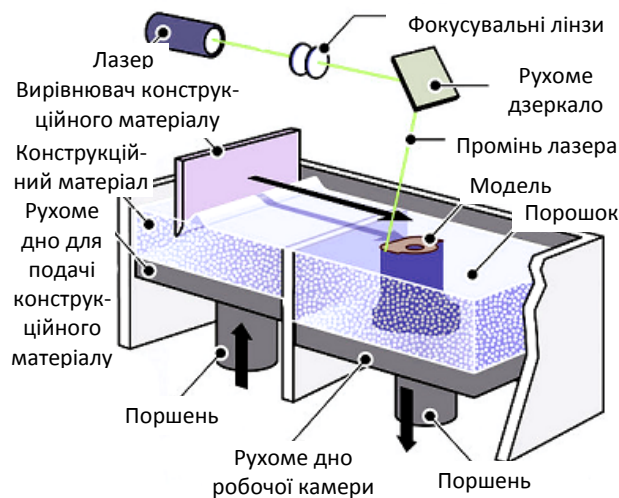


Рисунок 24 – Принципова схема реалізації SLS-технології

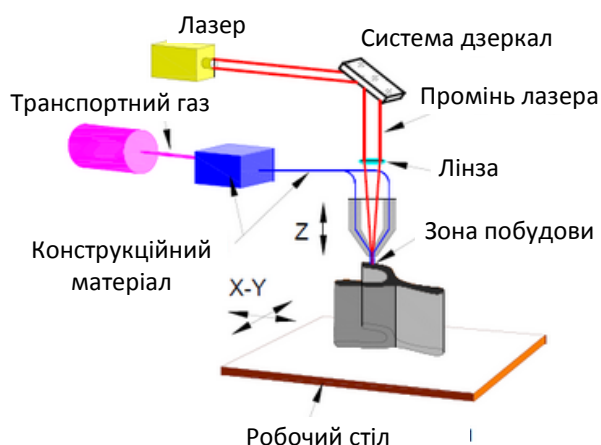


Рисунок 25 – Принципова схема реалізації DED-технології

Технологія, де лазер застосовується як джерело теплоти, а не світла називається SLS-технологіями (абрєв. від Selective Laser Sintering) або селективним лазерним спіканням і належать до категорії «Powder Bed Fusion». За цієї технології як конструкційний матеріал використовують порошкоподібні матеріали – метал, пластик, кераміку тощо). За допомогою потужного лазера, що діє на площу перерізу, порошок спікається, формуючи однорідний шар. Далі робочий стіл опускається і процес повторюється до побудови моделі відповідно до принципової схеми (рис. 24) [20].

До сьомої категорії «Direct Energy Deposition» належать технології, у яких побудова відбувається за допомогою одночасного підведення енергії для плавлення конструкційного (металевий порошок) та будівельного матеріалів у одну точку подібно до процесу зварювання. Тобто процес побудови відбувається безпосередньо у точці фокусування двох потоків енергії та матеріалу. Принципова схема реалізації DED-технології наведена на рис. 25.

МАТЕРІАЛИ ДЛЯ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Класифікація матеріалів, що використовуються під час виготовлення виробів АТ, наведені на рис. 26, а найбільш поширені матеріали для сучасних адитивних систем – на рис. 27. Порівняльна таблиця фізико-механічних характеристик деяких матеріалів подана в табл. 1 [21, 22].

ABS-пластик

ABS-пластик є одним із найпоширеніших і найкращих витратних матеріалів для АТ. Цей матеріал не має запаху, нетоксичний, удароміцний та еластичний. Виготовлені деталі довговічні, але вразливі до прямого сонячного світла. За допомогою ABS-пластика можна виготовляти лише непрозорі вироби (рис. 28).

Полілактид (PLA)

Це матеріал, що біологічно сумісний і екологічно чистий матеріал для АТ. Він виготовляється із залишків біомаси, силосу цукрового буряка або кукурудзи. Маючи масу позитивних властивостей, полілактид має два істотні недоліки. По-перше, виготовлені з нього моделі недовговічні та поступово розкладаються під дією тепла та світла. По-друге, вартість виробництва полілактиду дуже висока, а отже, вартість виробів буде значно вищою, ніж вартість виробів із інших матеріалів. Використовується у SLS- і FDM-технологіях (рис. 29).

Акрил

Для отримання прозорих виробів застосовують акрил, температура плавлення якого вища, ніж ABS-пластика, а процес затвердіння відбувається, дуже швидко. У розігрітому акрилі з'являється багато повітряних бульбашок, які можуть спричинити візуальні спотворення готового виробу (рис. 30).

Бетон

Формула бетону, що використовується в АТ, на 95 % відповідає формулі звичайного бетону (рис. 31). Продуктивність адитивних систем, що працюють із даним матеріалом, дуже висока, що дозволяє виготовити лише за 20 годин житловий двоповерховий будинок загальною площею 230 м².

Гідрогель

Учені з University of Illinois (США) за допомогою АТ та гідрогелю створили біороботів довжиною 5–10 мм. На поверхні біороботів розмістили клітини серцевої тканини, що поширилися по гідрогелю і почали скорочуватися, приводячи до руху робота.

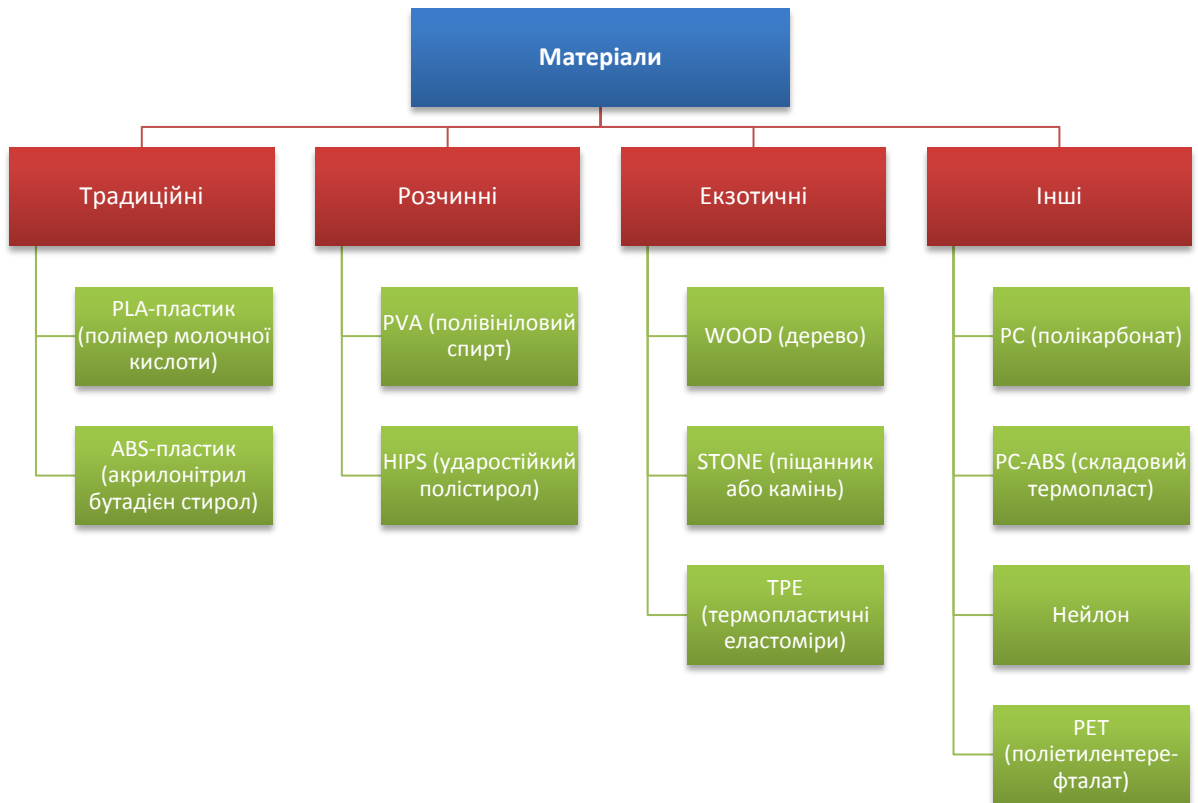


Рисунок 26 – Класифікація матеріалів для адитивних технологій



Рисунок 27 – Найпоширеніші матеріали для адитивних технологій

Порівняння фізико-механічних характеристик деяких матеріалів

Характеристика	PLA	ABS	PVA	HIPS	Нейлон	PET
Щільність, кг/м ³	1,20–1,25	1,01	1,25–1,35	1,02–1,06	1,13	1,38–1,40
Температура плавлення, °C	190–220	220–260	190–200	220–260	180–245	230–240
Температура друку першого шару, °C	230	260	190	260	245	240
Температура робочого столу, °C	70	110	80	90	120	65
Необхідність друку підкладки (RAFT)	–	+	–	+	+	–
Індекс плинності матеріалу, г/10 хв	7,8	1,43	1,5–3,5	6,8	16	2,0–25
Межа плинності, МПа	26,5	40,96	X	62,63	78	50
Відносне подовження при розриві, %	4,43	20,86	X	65,29	25	20–35
Межа міцності при вигині, МПа	65,02	45,44	X	32,94	70	45
Модуль пружності при вигині, МПа	2504,4	1948,5	X	2279,9	2500	2075
Ударна міцність із надрізом, кДж/м ²	4,28	22,11	X	10,89	23	11

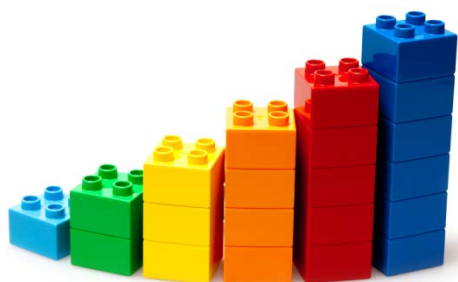


Рисунок 28 – Вироби з ABS-пластика



Рисунок 30 – Виріб із акрилу

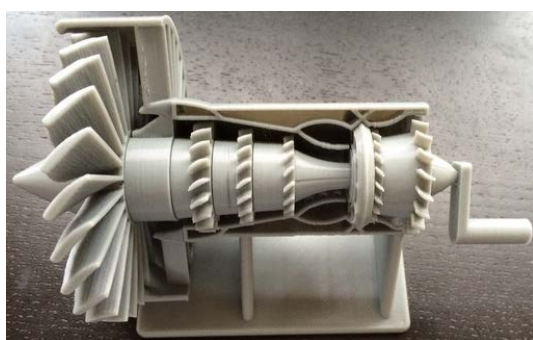


Рисунок 29 – Вироби з PLA-пластика



Рисунок 31 – Будинок із бетону, виготовлений за адитивними технологіями



Рисунок 32 – Виріб із паперу



Рисунок 33 – Вироби з гіпсу



Рисунок 34 – Вироби з дерев'яного волокна



Рисунок 35 – Вироби з металевго порошка



Рисунок 36 – Вироби з нейлону



Рисунок 37 – Полікапролактон для адитивних технологій



Рисунок 38 – Поліпропилен для адитивних технологій



Рисунок 39 – Вироби з поліетилену



Рисунок 40 – Вироби із шоколаду

Такі роботи з гідрогелю здатні рухатися зі швидкістю 236 мкм/с. У майбутньому планується, що роботів запускать до організму людини для виявлення та нейтралізації пухлин і токсинів, а також для транспортування лікарських препаратів до місця призначення.

Папір

У деяких адитивних системах як матеріал використовують папір. Це дешевий та доступний матеріал, а отже, й вартість моделей є доступною для користувачів. Об'єкти друкуються пошарово, причому кожний наступний шар паперу вирізається та приклеюється до попереднього. Швидкість виготовлення висока, але довговічність та естетичність виготовлених моделей не найкращі (рис. 32).

Гіпс

У сучасних АТ широко застосовують гіпсові матеріали. Моделі, виготовлені з гіпсу, недовговічні, але мають низьку собівартість і є ідеальним варіантом для презентацій, оскільки точно відтворюють форму, структуру, розмір і колір оригінального виробу (рис. 33). Крім того, гіпсові моделі характеризуються високою термостійкістю і їх використовують як зразки для лиття.

Лід

У 2006 р. канадські вчені отримали грант на розвиток АТ для виготовлення льодових фігур. Виготовлення об'єктів відбувається при температурі $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$, як матеріал використовують воду та метиловий ефір, підігрітий до $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Деревина

Винахідник Кай Парті розробив дерев'яне волокно, що складається з деревини та полімера, а за своїми характеристиками подібне до PLA-пластика. Такий матеріал дозволяє отримувати довговічні та тверді вироби, які ззовні нагадують дерев'яні вироби та мають запах деревини, яку щойно спиляли (рис. 34). На сьогодні матеріал використовується лише у 3D-принтерах RepRap.

Металевий порошок

В АТ використовують порошок із легких і дорогоцінних металів (мідь,

алюміній та їх сплави, золото, срібло), але моделі не володіють достатньою хімічною стійкістю та мають високу теплопровідність, тому в металевий порошок додають скловолоконні та керамічні вкраплення (рис. 35).

Виготовлення деталей зі сталей стає основним способом виготовлення складних виробів для авіаційної, аерокосмічної та медичної галузей.

Нейлон

Виготовлення виробів із нейлону має багато подібного до ABS-пластика, але має більш високу температуру плавлення (близько $320\text{ }^{\circ}\text{C}$). Нейлон характеризується високою здатністю до поглинання води, має більш тривалий період затвердіння, а також є необхідність відкачування повітря з екструдера через токсичність компонентів нейлону (рис. 36).

Полікапролактон (PCL)

Цей матеріал подібний за своїми властивостями до біорозкладних поліефірів і є одним із популярних матеріалів для АТ. Має низьку температуру плавлення, високу швидкість затвердіння, забезпечує гарні механічні властивості готових виробів, легко розкладається у людському організмі та нешкідливий для людини. Може застосовуватися в SLS-, FDM- і ZCorp-технологіях (рис. 37).

Полікарбонат (PC)

Це твердий пластик, здатний зберігати свої фізичні властивості в умовах екстремально високих та низьких температур. Володіє високою світлонепроникністю, має високу температуру плавлення, зручний для екструзійної обробки. Синтез такого матеріалу має деякі складнощі та екологічно досить шкідливий. Використовується для виготовлення надміцних виробів у SLS-, FDM- і LOM-технологіях.

Поліпропилен (PP)

Найлегший матеріал серед усіх пластичних мас. Порівняно з поліетиленом низького тиску гірше плавиться та краще протидіє стиранню. При цьому вразливий до активного кисню та деформується за від'ємних температур (рис. 38).

Поліфенілсульфон (PPSU)

Цей матеріал прийшов у АТ з авіапромисловості. Він практично не горить, характеризується теплостійкістю, високою твердістю. Нагадує звичайне скло, але більш міцний. Використовується у SLS- і FDM-технологіях.

Поліетилен низького тиску (HDPE)

Це найбільш поширений вид пластмаси у світі, з якого виготовляють PET-пляшки, каністри, труби, плівки, пакети тощо. Поліетилен можна використовувати для виготовлення виробів у багатьох АТ (рис. 39).

Шоколад

Британські вчені розробили 3D-принтер, який виготовляє шоколадні фігури. Завдяки здатності шоколаду швидко тверднути під час охолодження, процес виготовлення відбувається досить швидко. Найближчим часом такі адитивні системи будуть затребувані в ресторанах і кондитерських (рис. 40).

Інші матеріали

Існують адитивні системи для виготовлення виробів із глиняних сумішей, вапнистих порошоків, живих органічних клітин та інших незвичних матеріалів. Проте, які матеріали з'являться у найближчий час, залишається лише здогадуватися.

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

За допомогою АТ архітектори, розробники, дизайнери, технологи, науковці, люди творчих професій, учні шкіл та студенти вищих навчальних закладів, викладачі та багато інших одержують доступну та просту у застосуванні технологію, що дозволяє створювати концептуальні моделі з різних матеріалів [23]. Адитивні системи застосовують для втілення ідей у багатьох галузях (рис. 41).

Загальне машинобудування

Американська корпорація General Electric близька до запуску в комерційне виробництво деталей, виготовлених за допомогою АТ. GE Aviation оголосила про плани виготовляти інжектори для реактивного двигуна нового покоління LEAP-1A. Перші лабораторні експерименти показали, що інжектор, виготовлений

пошаровим синтезом із кобальт-хромового порошку, більш легкий і довговічний. Крім того, інженери GE запропонували використовувати технологію лазерного спікання для виготовлення кромки лопаті двигуна з титанового порошку. Обидві деталі почали застосовувати у двигунах із 2013 р., а інтегрувати їх у повномасштабний виробничий цикл планується в 2016 р. Сьогодні GE виробляє близько 10 % продукції з використанням АТ, і в планах корпорації наростити виробництво до 25 % і 50 % упродовж 10 і 20 років відповідно.

Шляхом упровадження АТ іде німецький концерн Siemens, який заявив про перехід із традиційних методів виробництва деталей для пальників газових турбін на технологію селективного лазерного спікання.

Американське космічне відомство NASA також оголосило про успішне випробування на вогнетривкість інжектора ракетного двигуна, виготовленого за допомогою селективного лазерного спікання [24].

Автомобілебудування

Канадська компанія KOR EcoLogic Inc. застосувала АТ для створення автомобіля (рис. 42). Для цієї машини на 3D принтері надрукували окремі деталі з подальшим складанням. Автомобіль під назвою Urbee працює на екологічно чистій енергії, а рідке паливо застосовується в ньому як резервне джерело [25]. Компанія EDAG у найближчому десятиріччі має намір представити авто, конструкція якого нагадує панцир черепахи (рис. 43). Вони припускають використовувати безперервну подачу вуглеволокна, що дозволить створити сильну та суцільну зовнішню оболонку транспортного засобу [26].

Архітектура та будівництво

Словенська компанія BetAbram у розробила 3D-принтери, відомі як P1, P2 і P3 для будівництва, кожен заввишки 2 метри, однак може друкувати об'єкти більш високого розміру. Апробацію принтери пройшли, надрукувавши скульптури та мініатюрні будинки [27].

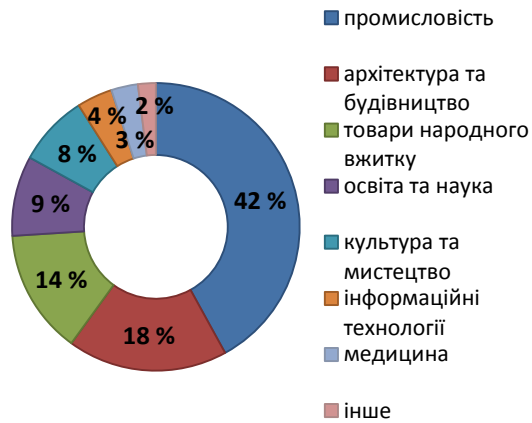


Рисунок 41 – Розподіл використання адитивних технологій за сферою застосування



Рисунок 42 – Автомобіль Urbee



Рисунок 45 – Велосипед «Silver»



Рисунок 46 – Годинник компанії Jelwek



Рисунок 43 – Концепт автомобіля подібно до черепахи

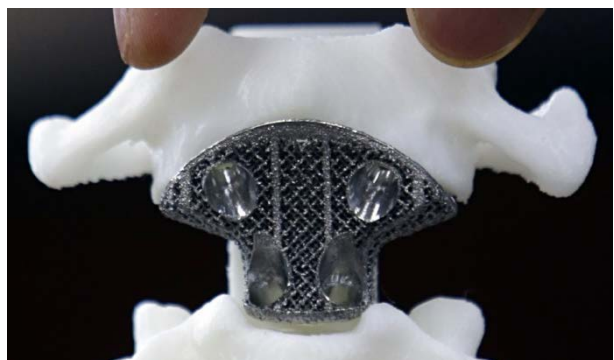


Рисунок 47 – Штучний хребет, виготовлений за допомогою адитивних технологій



Рисунок 44 – Проект «3D-версія Забороненого міста»



Рисунок 48 – Протез руки, виготовлений у рамках проекту «Даніель»

В Амстердамі у жовтні 2013 р. стартував проект «3D-версія Забороненого міста», який є точною копією Забороненого міста в Пекіні (Китай) у масштабі 1:300. Незважаючи на обраний масштаб на копії наявні всі ворота, вежі, мости та стіни (рис. 44). 3D-копія знаходиться в цей час в Амстердамі. Проект реалізувала міжнародна команда музеїв De Nieuwe Kerk (Нідерланди) та Chinese Nanjing Museum (Китай) [28].

Товари народного вжитку

Безліч товарів, які ми використовуємо у повсякденному побуті, такі як посуд, аксесуари, одяг, авто, сьогодні вже можуть бути вироблені за допомогою АТ. Наприклад, найпопулярніший велосипед «Silver» (рис. 45), виготовлений інженером Омером Седживом, надрукований на 3D-принтері. Рама велосипеда надрукована з міцного нейлону в гексагональній формі. Серед інших деталей велосипеда – вилка, ободи, кермо, педалі [29].

Польська компанія Jelwek створила унікальний годинник (рис. 46), виготовлений на 3D-принтері з матеріалу WoodFill (70 % PLA, 30 % деревини), який дуже схожий на деревину [30].

Освіта та наука

У Великобританії впроваджено використання адитивних систем у державних шкільних навчальних закладах із метою підвищення якості викладання STEM-дисциплін (абр. від Science, Technology, Engineering, Mathematics). Школи використовують 3D-принтери для вивчення властивостей матеріалів, побудови виробів технічного спрямування, а також для розроблення навчальних макетів молекул, клітин, органів [31].

Медицина

Штучні зуби, тазостегнові суглоби та інші протези стимулюватимуть зростання ринку для адитивних систем упродовж наступного десятиліття. У 2014 р. китайські лікарі успішно імплантували пацієнтові з раком кісток штучний хребет (рис. 47) [32].

У 2003 р. запущений проект «Даніель», мета якого – допомога людям-інвалідам із Південного Судану, які з різних причин втратили кінцівки.

Результатом проекту є те, що сьогодні багато людей уже має протези, деталі яких повністю виготовлені за допомогою АТ (рис. 48) [33].

Проведення досліджень і швидке виготовлення дослідних зразків дозволили значно скоротити термін виходу нової продукції на ринок. АТ надали нові можливості для творчості конструктора, а також зняли багато технологічних обмежень. Ця фундаментальна перевага і визначає їх роль у сучасному матеріальному виробництві. Використання АТ швидко набирає обертів у різних галузях. На сьогодні можна виготовити як їжу та одяг, так і автомобілі та будинки.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АДИТИВНОГО ВИРОБНИЦТВА

Технічне забезпечення

Для реалізації АТ на будь-якому виробництві достатньо мати сучасне обладнання, здатне виконувати пошаровий синтез виробів. Найбільш відомі виробники адитивних систем зазначені в табл. 2.

Програмне забезпечення

Як правило, програмне забезпечення кожен виробник АТ розробляє самостійно з урахуванням конструктивних особливостей і технологічних можливостей і входить до комплексу поставки разом із адитивною системою. Деякі розробники програмного забезпечення йдуть шляхом універсальності та пропонують програмні продукти для деяких моделей або деяких розробників адитивних систем. Найбільш популярне програмне забезпечення наведено на рис. 49.

Maker Ware – ідеальне програмне забезпечення для керування персональними адитивними системами Replicator і Replicator 2X [34].

Cura є кращим програмним забезпеченням для Ultimaker і дозволяє виконати всі операції, щоб підготувати 3D-модель до виготовлення, розробивши керуючу програму [35].

Repetier Host – програмне рішення для адитивних систем – використовує передачу двійкових даних і 16 бітів контрольної суми, що дозволяє прискорювати аналіз команд і зменшувати обсяг даних. Для швидкого зв'язку можна використовувати широкий діапазон швидкостей передачі даних [36].

Світові виробники адитивних систем

Компанія	Країна	Веб-сайт
3D Systems	США	http://www.3dsystems.com/
3Geometry	Індія	http://www.3geometry.com/
Airwolf 3D	США	http://www.airwolf3d.com/
Aspect	Японія	http://aspect.jpn.com/
Carima	Південна Корея	http://www.carima.com/
Delta Micro Factory Corp.	США	http://www.pp3dp.com/
Envision TEC	Німеччина	http://envisiontec.com/
Fabbster	Німеччина	http://www.fabbster.com/
Formlabs	США	http://formlabs.com/
Lithoz	Австрія	http://www.lithoz.com/en/
MakerBot Industries	США	http://www.makerbot.com/
SolidScape	США	http://www.solid-scape.com/
Stratasys	США	http://www.stratasys.com/
Ultimaker	Нідерланди	http://www.ultimaker.com/

Replicator G – це програмне забезпечення, що може керувати MakerBot Replicator, Thing-O-Matic, Cupcake CNC, RepRap машиною тощо. У ньому можна задати G-Code або STL файл для обробки, а також змінити положення чи масштаб STL-файла. Це програмне забезпечення сумісне з програмним забезпеченням Windows, Linux, Mac і легко інсталується [37].

ВИМОГИ ДО 3D-МОДЕЛЕЙ

Перше, що необхідно для реалізації AT, – це 3D-модель. Її можна отримати шляхом сканування об'єкта та побудови на основі креслення об'єкта. Для проектування можна використовувати будь-які САД-системи (рис. 50) [38].

Адитивна система вимагає для роботи вхідні дані, подані у форматі STL (абрєв. від STereoLithography). STL – це «мозаїчний» формат (рис. 51), у якому для відображення форми цифрової 3D-моделі використовується послідовність трикутників (фасетів).

Тривимірна геометрія у провідних САД-системах описується поверхнями високого порядку, а при триангуляції поверхня моделі розбивається на маленькі трикутники (рис. 52). Кожен фасет

описується чотирма наборами даних: координати XYZ кожної із трьох вершин і нормальний вектор, що описує орієнтацію фасета [39]. Особливу увагу під час створення STL-файла слід приділити підготовці 3D-моделі, яка не повинна мати зіпсовані грані, інвертовані нормалі та інші дрібні дефекти, що можуть зіпсувати деталь у процесі виготовлення. Після отримання STL-файла його перетворюють у зрозумілі для 3D-принтера інструкції ToolPath, що контролюють переміщення друкувальної головки, а також видавлювання гарячого пластика за заданою траєкторією. Цей процес називається нарізанням моделі на шари (переклад з англ. slicing) і подальшим створенням G-коду.

Більшість адитивних систем використовують програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом Skeinforge для підготовки G-коду з файлів моделі. Проте останнім часом з'явилися альтернативи, зокрема Slic3r та Miracle-Grue. Відносно нова утиліта із закритим вихідним кодом KiSSlicer доступна в безкоштовній і професійній версії та надає деякі унікальні особливості (адаптоване заповнення матеріалу та підтримка декількох матеріалів).

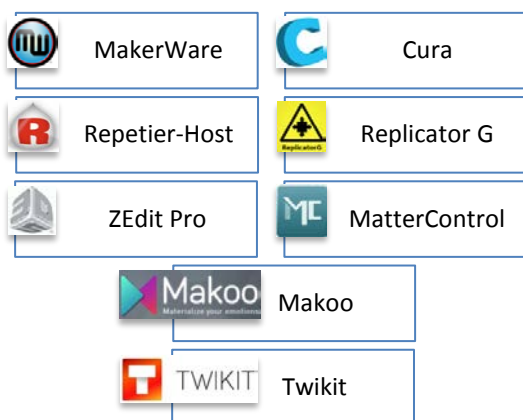


Рисунок 49 – Програмне забезпечення для адитивних технологій

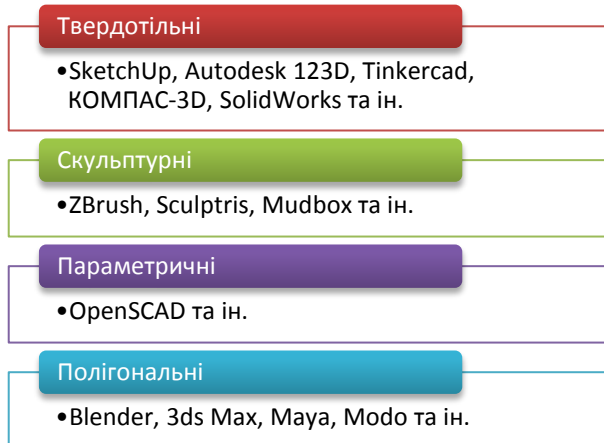


Рисунок 50 – CAD-системи для створення 3D-моделей

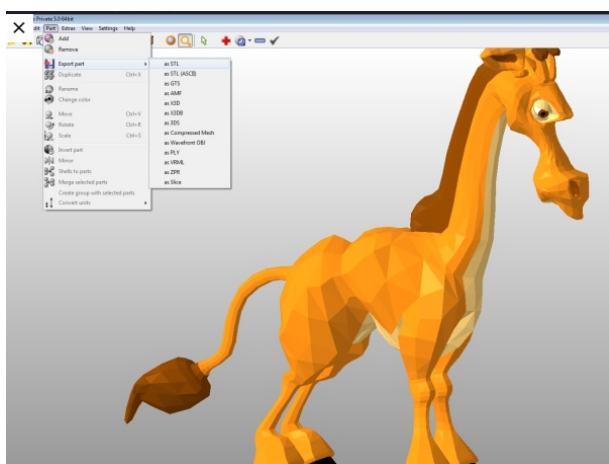


Рисунок 51 – 3D-модель у форматі STL, розроблена у програмі netfabb Private

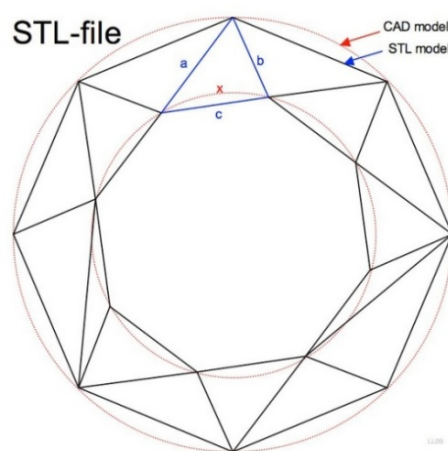


Рисунок 52 – Порівняння геометрії CAD- і STL-моделей

Хоча більшість цих програм можуть працювати окремо, проте здебільшого вони інтегровані в пакети типу Replicator G і Pronterface і всі взаємодії відбуваються в одній програмі.

Програмне забезпечення дає можливість налаштування параметрів, пов'язаних із продуктивністю та якістю виготовлення, наприклад, задаються висота шару, щільність заповнювача, кількість «оболонок», що оточують заповнення в кожному шарі, швидкість переміщення друкувальної головки, температура робочого столу та плавлення матеріалу.

Також, існує клієнт, який у реальному часі керує процесом виготовлення. Це програмний інтерфейс, де можна почати/зупинити/призупинити процес друку за бажанням, а також дозволяє вільно переміщувати друкувальну головку в будь-якому напрямку, що може бути корисним для калібрування і ручного обнулення.

Зв'язок клієнта з адитивною системою здійснюється через Wi-Fi або USB. Деякі адитивні системи експлуатуються напряму від комп'ютера. У цьому режимі програми не потрібні, принтер автоматично зчитує інструкції із SD-карти або USB-накопичувача, під'єднаних безпосередньо до нього.

ВИСНОВКИ

Авторитетні експерти у галузі виробничих технологій зазначають, що подальший розвиток АТ стримується нікою факторів. Наприклад, досить висока вартість матеріалів не є проблемою під час виготовлення невеликих деталей малими партіями, але при виході продукції на більші масштаби висока собівартість – це непереборна перешкода.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Довбыш В. М. Аддитивные технологии и изделия из металла / В. М. Довбыш, П. В. Забеднов, М. А. Зленко // Библиотека литейщика. – 2014. – № 9.
2. Patent US473901 A. Manufacture of contour relief maps / Joseph E. Blather, May 3, 1892.
3. Patent US3580758 A. Method for reproducing three-dimensional image / Morioka Isao, May 25, 1971.
4. Patent US3405213 A. Method for three-dimensional imprinting athermoplastic object / Munz Otto John, October 8, 1968.
5. Patent US4041476 A. Method, medium and apparatus for producing three-dimensional figure product / Wyn Kelly Swainson, August 9, 1977.
6. Patent US4247508 A. Molding process / Ross F. Housholder, January 27, 1981.
7. Patent US4575330 A. Apparatus for production of three-dimensional objects by stereolithography / Charles W. Hull, March 3, 1986.
8. Краткая история 3D-печати [Електронний ресурс] // Блог 3dpulse. – 2014. – Режим доступу : <http://3dpulse.ru/interesnoe-o-3d/kratkaya-istoriya-3d-pechati>
9. Wohlers Report 2014 [Електронний ресурс] // Wohlers Associates. – 2014. – Режим доступу : <http://wohlersassociates.com/>.
10. Cumulative Industrial AM Machines, '88-'12 [Електронний ресурс] // TCT MAGAZINE. – 2014. – Режим доступу : <http://www.tctmagazine.com/blogs/industry-snapshot/cumulative-industrial-am-machines-88-12/>.
11. Wohlers Report 2013 [Електронний ресурс] // Wohlers Associates. – 2013. – Режим доступу : <http://wohlersassociates.com/>.
12. Wohler T. Production of parts for final products [Електронний ресурс] // TCT MAGAZINE. – 2014. – Режим доступу : <http://www.tctmagazine.com/blogs/industry-snapshot/production-of-parts-for-final-products/>.
13. Growth of Personal Printers [Електронний ресурс] // TCT MAGAZINE. – 2014. – Режим доступу : <http://www.tctmagazine.com/blogs/industry-snapshot/growth-of-personal-printers/>.
14. 3D Printing [Електронний ресурс] // Photizo Group. – 2013. – Режим доступу : <http://photizogroup.com/blog/3d-printing-blog>.
15. Wohler T. Growth of Metal AM Systems [Електронний ресурс] // Wohlers Associates. – 2014. – Режим доступу : <http://wohlersassociates.com/blog/2014/06/growth-of-metal-am-systems/>.
16. Conerly B. The Economics Of 3-D Printing: Opportunities [Електронний ресурс] // Forbes. – 2014. – Режим доступу : <http://www.forbes.com/sites/billconerly/2014/11/03/the-economics-of-3-d-printing-opportunities/>.
17. Palermo E., Writer S. Fused Deposition Modeling: Most Common 3D Printing Method [Електронний ресурс] // Live Science: Scientific News, Articles and Current Events. – 2013. – Режим доступу : <http://www.livescience.com/39810-fused-deposition-modeling.html>.
18. Palermo E., Writer S. What is Laminated Object Manufacturing? [Електронний ресурс] // Live Science: Scientific News, Articles and Current Events. – 2013. – Режим доступу : <http://www.livescience.com/40310-laminated-object-manufacturing.html>.
19. Palermo E., Writer S. What is Stereolithography? [Електронний ресурс] // Live Science: Scientific News, Articles and Current Events. – 2013. – Режим доступу : <http://www.livescience.com/38190-stereolithography.html>.
20. Palermo E., Writer S. What is Selective Laser Sintering? [Електронний ресурс] // Live Science: Scientific News, Articles and Current Events. – 2013. – Режим доступу : <http://www.livescience.com/38862-selective-laser-sintering.html>.
21. Материалы для 3D-принтера, сравнительные таблицы [Електронний ресурс] // Пластик для 3D-принтера – всё для 3D-печати. – 2014. – Режим доступу : <http://rusabs.ru/blogs/blog/cravnenie-rashodnyh-materialov-dlya-3d-printera>.
22. Сравнение технических характеристик разных типов пластика [Електронний ресурс] // 3D Printer. – 2014. – Режим доступу : <http://3dprinter.org.ua/filament-compare>.
23. Области применения [Електронний ресурс] // 3D-принтеры Dimension для быстрого прототипирования. – 2013. – Режим доступу : www.dimensionprinting.ru/appl.html.
24. Вершинина Е. Аддитивные технологии: перспективы 3D печати в промышленности // Атомный эксперт. – 2014. – №5. – Режим доступу : <http://www.up-pro.ru/library/innovations/niokr/additive-3d.html>.
25. Сандуляк А. 3D печать: что это такое, где это делают в Украине и как это изменит нашу жизнь [Електронний ресурс] // Be in trend. – 2013. – Режим доступу : <http://bit.ua/2013/09/3d-prynt-hto-eto-takoe-dyzayn-buduscheo/>.
26. 3D печать автомобиля по подобию черепахи [Електронний ресурс] // 3D печать в Украине. – 2014. – Режим доступу : www.3dreams.com.ua/3D-печать-автомобиля-по-подобию-черепах.
27. Slovenia-Based Company Designs and Constructs Three 3D House Printers [Електронний ресурс] // 3D Printer - Exploring the world of 3D printing. – 2014. – Режим доступу : <http://www.3dprinter.net/slovenia-based-company-designs-and-constructs-three-3d-house-printers>.
28. 3D Printed Forbidden City is Now Complete [Електронний ресурс] // 3D Printer - Exploring the world of 3D printing. – 2014. – Режим доступу : <http://www.3dprinter.net/3d-printed-forbidden-city-now-complete>.
29. 3D печать персонального велосипеда [Електронний ресурс] // 3D печать в Украине. – 2014. – Режим доступу : <http://3dreams.com.ua/3d-print-bicucle-design/>.
30. Деревянные часы на 3D принтере [Електронний ресурс] // 3D печать в Украине. – 2014. – Режим

- доступу : <http://3dreams.com.ua/wood-3d-printed-watch/>.
31. Savvas A. Government funds 3D printer training programme for teachers [Електронний ресурс] // Techworld. – 2013. – Режим доступу : <http://www.techworld.com/news/big-data/government-funds-3d-printer-training-programme-for-teachers-3474928/>.
 32. Butler S. Medical implants and printable body parts to drive 3D printer growth [Електронний ресурс] // The Guardian. – 2014. – Режим доступу : <http://www.theguardian.com/business/2014/aug/24/medical-implants-drive-3d-printer-growth>.
 33. Leach A. 3D printed prosthetics: long-term hope for amputees in Sudan [Електронний ресурс] // The Guardian. – 2014. – Режим доступу : <http://www.theguardian.com/global-development-professionals-network/2014/jun/13/3d-printing-south-sudan-limbs>.
 34. Шатов Д. Релиз MakerWare версії 2.3 [Електронний ресурс] // 3Dwiki. – 2013. – Режим доступу : <http://3dwiki.ru/reliz-makerware-versii-2-3/>.
 35. Cura 13.11.2. Ultimaker's software for making 3D prints. User manual [Електронний ресурс] // Cura – Режим доступу : http://blog.ipc2u.de/files/add/doc/225800/Cura_User-Manual_v1.0.pdf.
 36. Repetier-Firmware Documentation [Електронний ресурс] // Repetier – Режим доступу : www.repetier.com/documentation/repetier-firmware/repetier-firmware-introduction.
 37. Replicator G is a simple, open source 3D printing program [Електронний ресурс] // Replicator G. – 2012. – Режим доступу : <http://replicat.org/start>.
 38. Обзор основных программ для 3D-моделирования [Електронний ресурс] // Losprinters. – 2015. – Режим доступу : <http://losprinters.ru/news/obzor-osnovnyh-programm-dlya-3d-modelirovaniya/>.
 39. Данилов Р. STL-файл [Електронний ресурс] // 3Dwiki. – 2013. – Режим доступу : <http://3dwiki.ru/stl-file/>.

РОЗРОБЛЕННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ У ПРОМИСЛОВОСТІ

Розглянута класифікація конструкційних матеріалів і галузі їх застосування. Найбільш перспективними на сьогодні є композиційні матеріали (КМ). КМ дозволяють поєднати різні властивості, які неможливо одержати за використання звичайних матеріалів. Описані дисперсно зміцнені, волокнисті та шаруваті КМ. Перспективними матеріалами з особливими властивостями є матеріали з ефектом пам'яті форми. Вони широко застосовуються в техніці, а також у медицині. Аморфні металеві сплави є новими матеріалами. Структура аморфних сплавів подібна до структури замороженої рідини. Вони характеризуються високою міцністю та корозійною стійкістю, магнітно-м'якою поведінкою, вкрай низькими акустичними втратами та високим електроопором. Наноматеріали є матеріалами майбутнього. Унікальні властивості залежать від їх структури. Наноматеріали застосовуються в ряді галузей: ракетній та космічній техніці, електроніці тощо. Проте широкому застосуванню цих матеріалів перешкоджають висока вартість і технологічні труднощі їх отримання.

The classification of construction materials and spheres of its applications is considered. The most prospective for today are composite materials (CM). CM allow combining heterogeneous properties, which can't be obtained by means of use of conventional materials. The age-hardened, fibrous and laminated CM are described. The advanced materials with specific properties are materials with shape memory effect. They are widely used in engineering and medicine. Amorphous metal alloys are new materials. The structure of amorphous alloys is similar to the structure of frozen liquids. They are characterized by high strength and corrosion resistance, soft magnetic behavior, extremely low acoustic loss and high electrical resistance. Nanomaterials are materials of the future. Unique properties depend on their structure. Nanomaterials are used in several range of applications: rocket and space technology, electronics etc. The high cost and technological difficulty of production prevent the widespread use of these materials.

ВСТУП

Розвиток машинобудування нерозривно пов'язаний із виробництвом нових матеріалів. Наука «матеріалознавство» йде своїм корінням у далеке минуле, оскільки у всі часи від використання природних і створених людиною матеріалів залежали міцність, надійність і довговічність виготовлених із них деталей, виробів і машин.

Вироби, що випускаються на сьогодні, працюють у дуже важких експлуатаційних умовах. Сторіччя відомі сталі та чавуни вже не задовольняють вимоги, що ставляться до різних виробів багатьох галузей техніки. Умови роботи сучасних машин і приладів ставлять вимоги міцності та стійкості матеріалів у широкому інтервалі температур – від -269°C у зрідженого гелію до 1000°C і вище при динамічних навантаженнях, у вакуумі та гарячих потоках активних газів. Розв'язання найважливіших технічних задач, пов'язаних із економною витратою матеріалів для сучасної техніки, збагачує матеріалознавство.

Уже створені високоміцні матеріали для деталей та інструментів, розроблені композиційні матеріали, кераміка, технічне скло, відкриті надпровідники, що застосовуються в енергетиці та інших галузях техніки, отримані наноструктурні

матеріали, широкого застосування набули полімерні матеріали та ще багато чого.

Одночасно вдосконалюються способи зміцнення деталей методами пластичної деформації, термічною та хіміко-термічною обробкою. Постійно розробляються та все більше застосування мають різні покриття, що дозволяють значно поліпшити якість поверхонь та їх захист від агресивних середовищ як самих виробів, так і різальних інструментів.

За даними [1], сьогодні секторами науки, що найбільш швидко розвиваються, є медико-біологічні дослідження, далі йдуть інформаційні технології, і третє місце займають нові матеріали.

НОВІ КОНСТРУКЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ТА ГАЛУЗІ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

Поява нових конструкційних матеріалів і розроблення технологій їх отримання є об'єктивною необхідністю технічного та соціального розвитку суспільства. Це можна побачити з короткого переліку основних напрямів використання нових перспективних матеріалів:

- для інформаційних технологій (оптичні та магнітні запам'ятовувальні системи, електронні прилади, дисплеї);
- для транспортних засобів (автомобілебудування, аерокосмічна

техніка, залізничний і водний транспорт);

- для тепло- та електроенергетики (електростанції, системи накопичення та розподілу енергії, системи зберігання та транспортування палива, системи для відновлення енергії);
- для верстатно-інструментальної промисловості;
- для медичної техніки (хірургічний інструмент, протези, імпланти тощо);
- будівельні матеріали.

Зростання вимог споживачів до властивостей конструкційних матеріалів можна звести до таких показників:

- підвищення питомих механічних властивостей (міцність, пружність тощо з розрахунку на одиницю маси або питомої ваги), що має забезпечувати зниження маси виробів і витрат на їх експлуатацію;
- підвищення опору матеріалу дії робочого середовища (температура, агресивність середовища, радіаційне та пучкове випромінювання тощо);
- підвищення довговічності (ресурсу служби) матеріалу та його надійності під час експлуатації.

Особлива увага приділяється легким кольоровим металам і сплавам на їх основі; матеріалам, що мають дрібно дисперсну та ультрадрібнодисперсну структуру, монокристалічним, аморфним і порошковим матеріалам.

Такі структури забезпечують високі характеристики міцності, надають матеріалам особливі технологічні, фізичні та експлуатаційні властивості.

Матеріали з подібними структурами є основою для створення різного роду композиційних матеріалів, деталей, отриманих методами порошкової металургії, та інших деталей, що володіють спеціальними властивостями.

КЛАСИФІКАЦІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Виходячи з природи конструкційних і інструментальних матеріалів, їх можна поділити на такі основні групи:

1. Металеві матеріали, до яких належать:

- сплави на основі заліза – чисте залізо, сталі, чавуни;
- сталі та сплави з особливими фізичними властивостями (магнітні та немагнітні сталі та сплави, аморфні сплави, сплави з високим електричним опором, сплави з ефектом пам'яті форми тощо);
- кольорові метали та сплави – алюміній і сплави на його основі (деформовні та ливарні; зміцнювані та не зміцнювані термічною обробкою), мідь і сплави на її основі (латунь, бронза), титан і сплави на його основі, магнієві, підшипникові сплави та ін.;
- композиційні матеріали з металевою матрицею.

2. Неметалічні матеріали:

- полімерні органічні матеріали – пластмаси (термореактивні й термопластичні), гуми;
- композиційні матеріали з неметалічною матрицею (склопластики, вуглепластики, оргпластики та ін.);
- неорганічні матеріали (скло, ситали, кераміка).

3. Матеріали зі спеціальними властивостями – електронні матеріали, матеріали з особливими оптичними властивостями (волоконна оптика, люмінофори), провідникові матеріали.

Крім того, можлива класифікація конструкційних матеріалів за властивостями, що визначають вибір матеріалу для конкретних деталей конструкцій. Кожна група матеріалів оцінюється відповідними критеріями, що забезпечують працездатність в експлуатації. Універсальні матеріали розглядаються в декількох групах, якщо можливість їх застосування визначається різними критеріями.

Відповідно до обраного принципу класифікації всі конструкційні матеріали поділяють на такі групи:

- матеріали, що забезпечують жорсткість, статичну та циклічну міцність (сталі);
- матеріали з особливими технологічними властивостями;

- зносостійкі матеріали;
- матеріали з високими пружними властивостями;
- матеріали з малою густиною;
- матеріали з високою питомою міцністю;
- матеріали, стійкі до дії температури і робочого середовища.

КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

Композиційним матеріалом (КМ), або композитом, називають об'ємну гетерогенну систему, що складається з компонентів, що сильно відрізняються за властивостями та взаємно не розчиняються, будова якої дозволяє використовувати переваги кожного з них.

КМ дозволяють мати задане поєднання різнорідних властивостей: високу питому міцність та жорсткість, жароміцність, зносостійкість, теплозахисні властивості та ін. Спектр властивостей КМ неможливо одержати під час використання звичайних матеріалів. Їх застосування дає можливість створювати раніше недоступні принципово нові конструкції.

Важливими характеристиками композиційних матеріалів є питома міцність $\sigma_b/\gamma g$ і питома жорсткість $E/\gamma g$, де σ_b – тимчасовий опір, E – модуль нормальної пружності, γ – густина матеріалу, g – прискорення вільного падіння. За питомою міцністю та жорсткістю композиційні матеріали перевершують усі відомі конструкційні сплави (рис. 1).

КМ складаються з порівняно пластичного матричного матеріалу – основи та більш твердих і міцних компонентів, що є наповнювачами. Властивості КМ залежать від властивостей основи, наповнювачів і міцності зв'язку між ними.

Матриця пов'язує композицію в моноліт, надає їй форму та служить для передачі зовнішніх навантажень арматурі з наповнювачів. Залежно від матеріалу основи розрізняють КМ із металевою матрицею, або металеві композиційні матеріали, з полімерною – полімерні композиційні матеріали і з керамічною – керамічні композиційні матеріали.

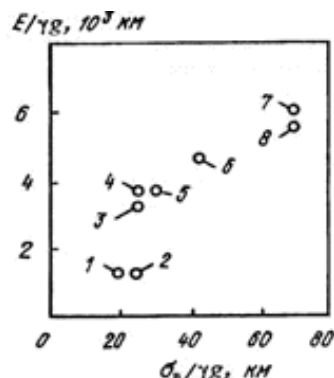


Рисунок 1 – Взаємозв'язок питомої міцності та питомої пружності деяких неармованих і композиційних матеріалів, армованих волокнами (50 % об.): 1 – алюміній; 2 – титан і сталь; 3 – титан, армований берилієвим дротом; 4 – титан, армований волокнами SiC; 5 – титан, армований волокнами борсику (SiC / B); 6 – алюміній, армований борними волокнами; 7 – епоксидна смола, армована волокнами графіту; 8 – епоксидна смола, армована борними волокнами

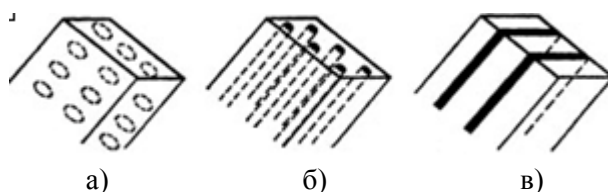


Рисунок 2 – Схема будови композиційних матеріалів: а – дисперсноміцнені; б – волокнисті; в – шаруваті

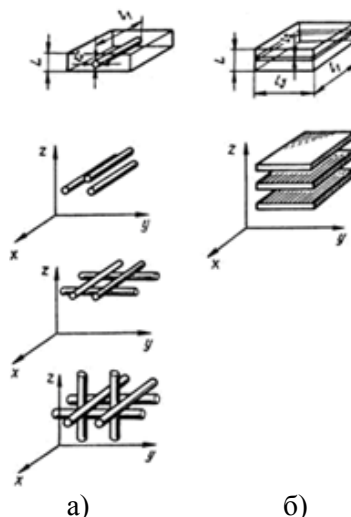


Рисунок 3 – Схеми армування волокнистих (а) і шаруватих (б) композиційних матеріалів

Провідну роль у зміцненні КМ відіграють наповнювачі, так звані зміцнювачі. Вони мають високу міцність, твердість і модуль пружності. За типом зміцнювальних наповнювачів КМ поділяють

на дисперснозміцнені, волокнисті та шаруваті (рис. 2).

До дисперснозміцнених КМ штучно вводять дрібні рівномірно розподілені тугоплавкі частинки карбідів, оксидів, нітридів та ін., що не взаємодіють із матрицею і не розчиняються в ній аж до температури плавлення фаз.

Чим дрібніші частинки наповнювача та менша відстань між ними, тим міцніше КМ. На відміну від волокнистих у дисперснозміцнених КМ основним несучим елементом є матриця. Дисперсні частинки наповнювача зміцнюють матеріал за рахунок опору руху дислокацій під час навантаження, що ускладнює пластичну деформацію. Ефективний опір руху дислокації створюється аж до температури плавлення матриці, завдяки чому дисперснозміцнені КМ відрізняються високою жароміцністю та опором повзучості.

Арматурою у волокнистих КМ можуть бути волокна різної форми: нитки, стрічки, сітки різного плетіння. Армуння волокнистих КМ може здійснюватися за однією, двоїєю та тривією схемами (рис. 3 а).

Головна мета наповнення полімерів волокнами – це отримання надміцних і легких матеріалів. Питома міцність (відношення розривної міцності до густини) і питомий модуль пружності (відношення модуля до густини) волокнаповнених полімерів (волокнітів) перевищує ці показники для найбільш міцних і жорстких матеріалів.

Міцність і жорсткість таких матеріалів визначається властивостями армувальних волокон, що беруть основне навантаження. Армуння дає більший приріст міцності, однак дисперсне зміцнення технологічно легше здійснити.

Як основу для отримання високоміцних композицій використовують терморективні олігомери, такі як: епоксидні, фенолформальдегідні, кремнійорганічні, поліефірні та інші, після просочення якими волокна та формування виробу тверднуть. У разі використання терморективних смол легше домогтися високої адгезії зв'язувального до волокна.

Останнім часом усе ширше як зв'язувальне для волокніту почали використовувати термопласти. Термопласти можна наповнити лише короткими хаотично розміщеними волокнами шляхом змішування коротковолокнистих наповнювачів або рубаного волокна з полімером.

У світі випускається величезна кількість різноманітних волокон для наповнення полімерів. Усі волокна, що використовуються для наповнення полімерів, можна поділити на короткі та безперервні.

Як армувальні наповнювачі для композитів використовують такі види волокнистих наповнювачів:

- скловолокно;
- вуглеволокно;
- арамідне волокно;
- базальтове волокно;
- полімерні волокна;
- натуральне волокно;
- інші види волокон.

Шаруваті композиційні матеріали (рис. 3 б) набираються із шарів, що чергуються, наповнювача та матричного матеріалу (типу «сандвіч»). Шари наповнювача в таких КМ можуть мати різну орієнтацію. Можливе почергове використання шарів наповнювача з різних матеріалів із різними механічними властивостями. Для шаруватих композицій зазвичай використовують неметалеві матеріали.

Матеріалом основи композитів із шаруватою будовою є пластмаса, метал або кераміка. Як наповнювач застосовують полімерні волокна, стрічки з тканин, трикотажу та інших матеріалів. Добре відомі ламінати виготовлені зі смол, армованих полімерними волокнами або склотканиною.

До цієї самої групи композитів належать абляційні матеріали для теплового захисту ракет, виготовлені на базі фенолоформальдегідних смол із вуглецевим чи скловолокном. У цих матеріалах часто використовується склотканина, яка при багатшаровому нанесенні забезпечує високі механічні властивості виробів, наприклад тонкостінних труб, втулок та ін.

Шаруваті керамічні композити використовуються в екстремальних умовах. Компонентами цього типу композиційних матеріалів найчастіше є кераміка, вуглець і метали, наприклад корунд, піролітичний графіт, карбіди, оксиди, нітриди в композиції з алюмінієм, міддю, титаном, нікелем, кобальтом, танталом, залізом. Такі матеріали знайшли застосування в космічних апаратах для виготовлення теплоізоляційних силікатних плиток із корунду, боросилікату, вуглецевих карборундових ламінатів.

МЕТАЛИ З ПАМ'ЯТТЮ ФОРМИ

Довгий час непружну деформацію вважали повністю незворотною. На початку 60-х років ХХ ст. відкрито великий клас металевих матеріалів, у яких елементарний акт непружної деформації здійснюється за рахунок структурного перетворення. Такі матеріали характеризуються оборотністю непружної деформації. Явище самочинного відновлення форми – ефект пам'яті форми (ЕПФ) – може спостерігатися як в ізотермічних умовах, так і при температурних змінах (рис. 4, 5). При теплозмінах такі металеві матеріали можуть багаторазово зворотно деформуватися.

Зворотне термопружне мартенситне перетворення, що лежить в основі ЕПФ і надпружності, було відкрито в 1949 р. Г. В. Курдюмовим і Л. Г. Хандросом на сплавах Cu–Al–Ni і Cu–Sn. Відтоді його спостерігали на сплавах багатьох систем: Cu–Al–Ni, Cu–Zn–Si, Cu–Zn–Sn, Cu–Zn–Al, Cu–Mn–Al, Fe–Mn–Si, In–Ti, Cu–Zn, Cu–Al, Ni–Al, Fe–Pt та ін.

Ефект пам'яті форми полягає в тому, що зразок, що має певну форму в аустенітному стані при підвищеній температурі, деформують при більш низькій температурі мартенситного перетворення. Після перегрівання, що супроводжується проходженням зворотного перетворення, вихідна характерна форма відновлюється. ЕПФ проявляється у сплавах, що характеризуються термопружним мартенситним перетворенням, когерентністю ґраток вихідної аустенітної та мартенситної фаз, порівняно невеликою величиною гістерезису структурного перетворення, а також малими змінами об'єму під час перетворень.

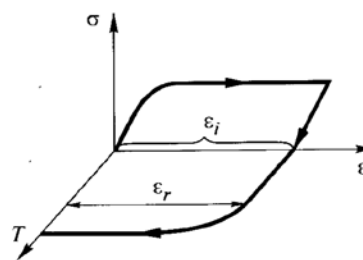


Рисунок 4 – Ефект пам'яті форми (відновлення початкової форми під час нагрівання після деформації): ϵ_i – наведена деформація; ϵ_r – зворотна деформація

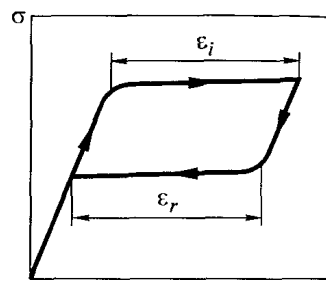


Рисунок 5 – Діаграма деформації і розвантаження під час реалізації надпружності ($T = \text{const}$)

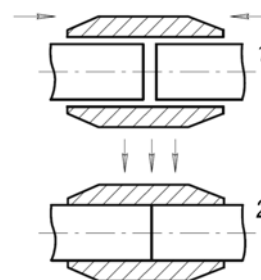


Рисунок 6 – З'єднання труб із використанням ЕПФ: 1 – введення труб після розширення муфти; 2 – нагрівання

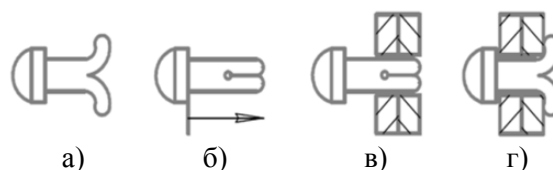


Рисунок 7 – Принцип дії стопора з ЕПФ: а – стопор після відновлення форми; б – вихідний стан; в – установлення стопора; г – відновлення форми після нагрівання

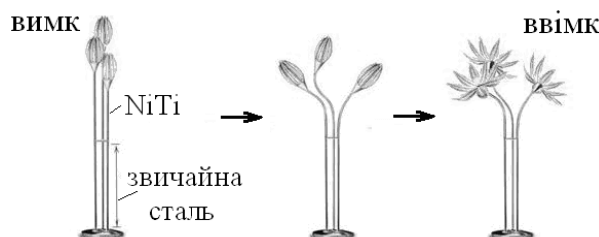


Рисунок 8 – Дизайн побутових світильників

Застосування сплавів з ЕПФ

Сплави з ЕПФ знайшли широке застосування в різних галузях народного господарства, науці, техніці, медицині тощо.

У техніці сплави з ЕПФ застосовуються:

- для з'єднувальних та установлювальних деталей: з'єднання труб, стопори, електричні з'єднувачі, затискачі й інші пристрої (рис. 6, 7);
- для виконавчих елементів і роботів;
- у теплових двигунах;
- у побутових приладах і пристроях (рис. 8).

Під час застосування таких сплавів у медицині необхідно, щоб вони забезпечували не лише надійність виконання механічних функцій, а й хімічну надійність (опір погіршенню властивостей у біологічному середовищі, опір розкладанню, розчиненню, корозії), біологічну надійність (біологічну сумісність, відсутність токсичності, канцерогенності, опір утворенню тромбів та антигенів).

Найбільшу біохімічну стабільність мають сплави Ti–Ni. Застосування цих сплавів у медицині пов'язане, по-перше, із протезуванням – імплантацією органів, при цьому сплави впродовж тривалого часу знаходяться у контакті з біологічними структурами; по-друге, зі стоматологією – контакт із біологічними поверхнями (шкіра, слизова оболонка); по-третє, з медичним устаткуванням та інструментами – безпосередній контакт із біологічними структурами відсутній.

Сплави з ЕПФ у медицині застосовуються для таких цілей: штучні суглоби, внутрішньокісткові шпильки і заклепки, затискачі для пухлин мозкових

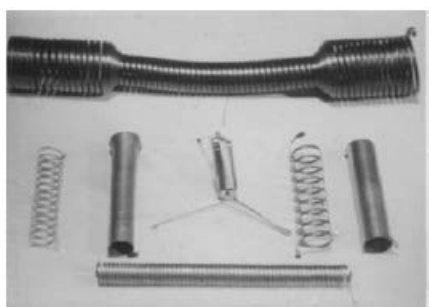
артерій, фільтри для уловлювання згустків крові, дріт для виправлення положення зубів, мікронасоси з мікроскопічним витрачанням препаратів для штучних органів тощо.

На рис. 9 показано відновлення прохідності кровоносної судини (стегнової артерії) за допомогою спірального ендопротеза з пам'яттю форми. Ендопротез у компактному вигляді (згорнутий до діаметра 2 мм) вводиться через отвір пункції в судину і по його руслу доставляється в місце звуження судини. Тут протез від'єднується від пристрою, що його доставляє, розгортається під дією тепла тіла до необхідного діаметра й армує стінки судини, відновлюючи кровопотік по артерії. Аналогічним чином проводять розширення та відновлюють прохідність порожнистих органів: жовчних протоків, стравоходу, цервікального каналу матки та ін.

АМОРФНІ СПЛАВИ

Аморфні металеві сплави, або металеві стекла (МС), є новими перспективними матеріалами. За хімічним вмістом вони складаються з металів та елементів аморфізаторов, як такі використовують неметали В, С, Si, N та інші кількістю до 30 % і метали. Відповідно аморфні металеві сплави поділяються на сплави «метал–н еметал» і «метал–метал».

Структура аморфних сплавів подібна до структури замороженої рідини. Затвердіння відбувається настільки швидко (швидкість охолодження рідкого металу 104–106 °C/c), що атоми речовини виявляються замороженими в тих положеннях, які вони займали, будучи в рідкому стані (рис. 10).



а)



б)



в)

Рисунок 9 – Відновлення прохідності кровоносної судини за допомогою ендопротезування: а – типи ендопротезів; б – до операції; г – після установки ендопротеза з пам'яттю форми



Рисунок 10 – Схема діаграми процесу утворення фаз у переохоложеному розплаві: а – критична швидкість охолодження з отриманням аморфного стану; б – ізотермічний відпал аморфного стану, що приводить до кристалізації в період часу τ_x ; в – повільне нагрівання аморфного стану, що приводить до кристалізації при температурі T_x

Аморфна структура характеризується відсутністю дальнього порядку в розміщенні атомів, завдяки чому в ній немає кристалічної анізотропії, відсутні межі блоків, зерен та інші дефекти структури, типові для полікристалічних сплавів.

Наслідком такої аморфної структури є незвичайні магнітні, механічні, електричні властивості та корозійна стійкість аморфних металевих сплавів. Рівень електромагнітних втрат в аморфних сплавах із високою магнітною індукцією виявляється істотно нижчим, ніж у всіх відомих кристалічних сплавах. Ці матеріали проявляють виключно високі механічну твердість і міцність під час розтягування, у ряді випадків мають близький до нуля коефіцієнт теплового розширення, а питомий електроопір їх у тричотири рази вищий за його значення для заліза та його сплавів. Деякі з аморфних сплавів характеризуються високою корозійною стійкістю.

Для практичного застосування зазвичай використовують сплави перехідних металів (Fe, Co, Mn, Cr, Ni й ін.), до яких для утворення аморфної структури додають аморфноутворювальні елементи (B, C, Si, P, S). Такі аморфні сплави зазвичай містять близько 80 % (ат.) одного або кількох перехідних металів і 20 % металоїдів, що додаються для утворення та стабілізації аморфної структури.

Унікальний характер МС виявляється у фізико-механічних і хімічних властивостях. Відсутність властивої кристалам

періодичності в структурі виявляється причиною високої міцності, магнітно-м'якої поведінки, вкрай низьких акустичних втрат і високого електроопору. Процеси втомного руйнування та намагнічування в МС і кристалічних металах у багатьох відношеннях дуже подібні. Хімічна однорідність обумовлює високу корозійну стійкість деяких МС у кислих середовищах, а також розчинах, що містять іони хлору. Майже необмежена взаємна розчинність елементів у склоподібному стані становить великий інтерес для вивчення процесів електронного перенесення при низьких температурах.

Унаслідок металевого характеру зв'язку багато властивостей металевих стекел значно відрізняються від властивостей неметалічних стекел. До них належать в'язкий характер руйнування, високі електро- і теплопровідність, оптичні характеристики.

Відомі високоміцні аморфні матеріали (наприклад, $\text{Fe}_{75}\text{Si}_{10}\text{B}_{15}$, $\text{Fe}_{80}\text{B}_{20}$, $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{40}\text{P}_{14}\text{B}_6$, $\text{Fe}_{60}\text{Cr}_6\text{Mo}_6\text{B}_{28}$), магнітно-м'які та магнітно-тверді аморфні сплави, корозійностійкі матеріали.

Широкому впровадженню аморфних металів перешкоджають висока собівартість, порівняно низька термічна стійкість, а також малі розміри отримуваних стрічок, дроту, гранул. Крім того, застосування аморфних сплавів у конструкціях обмежене через їх низьку зварюваність.

НАНОМАТЕРІАЛИ

Наноматеріали – матеріали, створені з використанням наночастинок і/або за допомогою нанотехнологій, володіють унікальними властивостями, зумовленими наявністю цих частинок у матеріалі.

Згідно з рекомендаціями 7-ї Міжнародної конференції з нанотехнологій (м. Вісбаден, Німеччина, 2004 р.), виділяють такі типи наноматеріалів:

- нанопористі структури;
- наночастинки;
- нанотрубки та нановолокна;
- нанодисперсії (колоїди);
- наноструктуровані поверхні та плівки;
- нанокристали та нанокластери.

Таблиця 1

Класифікація консолюдованих наноматеріалів за складом, розподілом і формою структурних складових

Форма	Однофазний склад	Багатофазний склад		
		Статичний розподіл		Матричний розподіл
		Ідентичні межі	Неідентичні межі	
Пластинчаста				
Стовпчаста				
Рівновісна				

Таблиця 2

Методи отримання консолюдованих наноматеріалів

Метод	Варіант методу	Об'єкти
Порошкова технологія.	Газофазне осадження та компактування (метод Глейтера). Звичайне пресування та спікання. Електророзрядне спікання. Гаряча обробка тиском (пресування, кування, екструзія).	Метали, сплави, сполуки.
Інтенсивна пластична деформація.	Деформація крученням при високих тисках. Рівноканальне кутове пресування. Обробка тиском багатошарових композитів. Фазовий наклеп.	Метали, сплави.
Контрольована кристалізація із аморфного стану.	Кристалізація при звичайному тиску. Кристалізація при підвищеному тиску.	Аморфні речовини.
Технологія плівок і покриттів	Хімічне осадження із газової фази. Електроосадження. Золь-гель-технологія	Метали, сплави, сполуки

Фізико-механічні характеристики наноматеріалів залежать від їх структури, а також від включень інших матеріалів.

Існують чотири основні типи структур, що мають різний хімічний склад і розподіл фаз: однофазні, статистичні багатофазні з ідентичними та неідентичними поверхнями розділу і матричні багатофазні. Залежно від форми структури вони поділяються на пластинчасту, стовпчасту і що містить рівновісні включення. Класифікація консолюдованих наноматеріалів за складом, розподілом та формою структурних складових наведена в табл. 1.

Найбільш поширеними є одно- і багатофазні матричні й статистичні об'єкти, стовпчасті та багатошарові структури, що

спостерігаються в більшості випадків у плівках.

Основні методи отримання консолюдованих наноматеріалів наведені в табл. 2.

Така класифікація має умовний характер, оскільки у ряді випадків можлива комбінація методів, причому кожен із них має свої переваги та недоліки і певну обмежену галузь застосування.

Механічні властивості наноматеріалів

У наноматеріалах є можливість багатократного збільшення фізико-механічних характеристик, таких як твердість, міцність, зносостійкість тощо, які залежать від розмірів зерен, наявності пор і

дефектів, що сприяють зародженню мікротріщин.

Зі зменшенням розмірів зерен твердість збільшується, а міцність і пластичність істотно знижуються. Наявність у структурі дефектів призводить до зародження тріщин, що знижує міцність і пластичність. Тому механічні властивості наноматеріалів залежать від залишкового напруження, наявності домішок, пор та інших дефектів.

Якщо структура не має дефектів, то межі зерен є перешкодою на шляху поширення дислокацій і тріщин, що підвищує міцність і твердість наноматеріалів.

Найбільш доступними є випробування зразків на твердість наноінденторами при навантаженні 0,01 Н. При цьому поверхня випробовуваних зразків не повинна мати дефектів (упадин, виступів тощо). Під час дослідження багат шарових покриттів у вигляді плівок спостерігаються двофазні структури з поверхнею розділу, що є перешкодою на шляху поширення дислокацій і тріщин.

Твердість металевих наноматеріалів може бути збільшена у 5–6 разів; для крихких – у 2–3 рази.

Властивості наноматеріалів дозволяють використовувати їх у широких галузях:

1. Створення нових високоміцних композиційних матеріалів на основі нанотрубок, фізико-механічні характеристики яких у десятки разів перевищуватимуть аналогічні характеристики високоміцних сталей за меншої густини.

2. Високоміцні покриття для пар тертя, різального інструменту, що перевищують за твердістю алмаз.

3. Змащувально-охолоджувальні технологічні середовища та присадки для пар тертя, що значно підвищують експлуатаційні характеристики виробів.

4. Акумулятори та батареї нового покоління, що мають велику ємність при малих габаритах.

5. Нанодатчики для вимірювання фізичних величин із надвисокою чутливістю.

6. Елементи електронних схем для приладів нового покоління.

7. Контрастуючі речовини для магнітно-резонансної томографії та інших видів діагностики в біології та медицині.

8. Створення захисних покриттів поверхонь, не видимих для радарів та інших засобів виявлення.

9. Контейнери для транспортування ліків і діагностичних датчиків у медицині.

10. Створення надміцних волокон, ниток, канатів, стрижнів для запуску та утримання на геостаціонарній орбіті супутників і космічних станцій.

11. Матриці та дисплеї надвисокої чіткості, яскравості та чутливості.

ВИСНОВКИ

Розвиток промислового виробництва у всіх галузях науки та техніки вимагає підвищення якості існуючих і створення нових матеріалів із заданими властивостями. На сьогодні найбільшого розвитку набуло виробництво чорних металів і сплавів. Меншою мірою використовуються сплави на основі кольорових металів, однак і їх виробництво постійно зростає. Крім того, вчені та практики створюють нові штучні матеріали, що мають унікальні властивості.

Найбільш перспективними є композиційні та порошкові матеріали, аморфні та наноматеріали, метали та сплави з особливими фізичними властивостями тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Новые материалы / под научной ред. Ю. С. Карабасова. – М. : МИСИС, 2002. – 736 с.
2. Зборщик А. М. Новые материалы в металлургии : конспект лекций / А. М. Зборщик. – Донецк : ГВУЗ «ДонНТУ», 2008. – 253 с.
3. Гапонова О. П. Сталі та сплави з особливими властивостями : навч. посіб. / О. П. Гапонова, А. Ф. Будник. – Суми : Сумський державний університет, 2014. – 240 с.
4. Сплавы с эффектом памяти формы / К. Ооцука, К. Симидзу, Ю. Судзуки и др.; под ред. Х. Фунакубо; пер. с японск. – М. : Металлургия, 1990. – 224 с.
5. Прокошкин С. Д. Функциональные свойства биосовместимых сплавов титан-никель с памятью формы, управление ими методами ТМО и использование в медицинских устройствах: матер. отчетной конф. по подпрограмме «Новые материалы» Минобразования РФ, 22.11.2001. – М. : МИСиС, 2001. – С. 56-57.
6. Аморфные металлы / К. Судзуки, Х. Фудзимори, К. Хасймото; под ред. Ц. Масумото; пер. с япон. – М. : Металлургия, 1987. – 328 с.
7. Наноматериалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения / Б. М. Балоян, А. Г. Колмаков, М. И. Алымов, А. М. Кротов. – М. : Международный университет природы, общества и человека «Дубна», 2007. – 102 с.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ

Проблеми раціонального використання енергії у виробничих процесах та обладнанні завжди хвилювали людство. Вся історія розвитку людської спільноти – це історія боротьби за розширення обсягів споживання енергії з одночасною оптимізацією її використання. Тому однією з нагальних завдань суспільного виробництва є продукування енергоресурсів та енергії. При цьому зазначені ресурси мають бути такими, що легко та доступно використовуються у сучасних широкодоступних технологічних процесах. Їх використання кількісно має обліковуватись існуючими приладами обліку. Ефективність виробничих процесів, застосування у них обладнання має оцінюватися зрозумілими для обслуговуючого персоналу критеріями та показниками. Такі показники мають слугувати для оцінювання технічного рівня виробничого процесу та його компонентів, доцільності використання обладнання на існуючих режимах, діагностування технічного стану елементів виробничих процесів, економічної доцільності та ефективності функціонування таких систем та процесів, шляхів їх подальшого розвитку.

The problems of rational use of energy in production processes and equipment are making the humanity to be worry about. The whole history of the human community is the history of the struggle for the expansion of the volume of energy consumption with simultaneous optimization of its use. Therefore, one of the most urgent tasks of social production is the production of energy resources and energy. In this case, these resources should be such resources, which are easily and accessibly use in modern widely available industrial processes. The efficiency of production processes and application of equipment should be assessed by understandable criteria and parameters for maintenance personnel. These indexes should be accepted for assessment of the technical level of the production process and its components, the reasonability of equipment use on existing modes, diagnostic of technical state of elements of production processes, the reasonability and efficiency of functioning of such systems and processes, ways of their further development.

ВСТУП

Одним із головних питань, що виникає у практичній діяльності на будь-якому підприємстві чи установі, є питання про те, наскільки раціонально використовується енергія у даному технологічному процесі, чи на об'єкті в цілому та якого рівня енергоспоживання можна досягти, впроваджуючи ті чи інші технічні та організаційні заходи, наскільки таке впровадження є виправданим з економічної точки зору. Такі питання виникають і щодо використання вихідних матеріалів, трудових витрат.

Для того щоб відповідь на ці питання була об'єктивною, очевидно, необхідно спиратися на використання конкретних кількісних показників. Узагальнено їх можна назвати показниками ефективності ресурсозабезпечення та ресурсовикористання. Щодо ефективного енерговикористання, то потрібно визначати показники ефективності енергозабезпечення – енерговикористання

У загальному випадку, при аналізі ефективності технологічного процесу необхідно застосовувати комплексний підхід до його оцінювання. Ми звикли ствердно відповідати на запитання, чи потрібно економити енергію. Здебільшого

відповідаємо: «Звісно, так», інколи не прорахувавши економічні наслідки такої економії. Мабуть, більш правильно була б відповідь: «Так, потрібно, але якщо це вигідно». Досить часто економія одного виду ресурсу тягне за собою збільшене використання іншого, або використання «екологічно чистого» ресурсу в даному виробництві потребує додаткових витрат та додаткових «екологічних збитків» на попередніх стадіях його виробництва. «Чиста» електроенергія у споживача, що вироблена на теплових вугільних електростанціях, не є такою під час її виробництва, оскільки основний технологічний процес теплової електростанції далекий від довершеності з точки зору використання енергопродуктів та екологічних ризиків.

Зазначені показники ефективності ресурсо- та енерговикористання повинні відображати корисні витрати та витрати одного або декількох видів ресурсів та енергії як у ході проведення виробничих процесів, так і в процесі перетворення, передачі (транспортування) та розподіленні [1]. Вони дають можливість порівнювати їх з аналогічними величинами, досягнутими на інших виробництвах та підприємствах. Навіть просте порівняння у першому

наближенні дозволяє сказати: раціонально чи нераціонально використовуються ресурси та енергія на тому чи іншому об'єкті, а також зробити попередній висновок про можливість та економічну доцільність вирішення завдань ресурсо- та енергозбереження на даному об'єкті.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТІК

Під час формування показників ефективності енергоспоживання (енерговикористання) та окреслення меж їх застосування доцільно виходити з поняття «енергетичний потік» [2].

Енергетичний потік – це рух енергоресурсів, що супроводжують технологічний процес (використовуються у технологічному процесі), або об'єкт під час його функціонування у напрямку від виробника до споживача, який окреслює всі стадії процесу виробництва, передачі, розподілу та використання енергії або енергоресурсів (рис.1).

У процесах перетворення відбувається перехід одних видів енергії в інші або однієї форми (параметра) енергоносія в іншу. При цьому енергія вхідного енергоносія переходить в енергію вихідного енергоносія за мінусом енергетичних втрат та витрат у процесах перетворення. За показниками

ефективності енерговикористання є можливість контролювати та оцінювати енергетичну ефективність кожної стадії процесу енергоперетворення та енергоспоживання.

Для процесів перетворення енергії та енергоресурсів визначаються показники ефективності перетворення та використання енергії. До них належать: коефіцієнт корисної дії котельної установки, питомі витрати палива на виробництво електричної енергії та інші.

Завдання таких показників – вираження співвідношення між вхідним та вихідним потоками енергії, а також оцінювання втрат енергії у технологічному процесі перетворення.

Подібно до показників ефективності перетворення енергії також існують показники, що характеризують ефективність передачі та розподілу енергії. Такі показники називаються показниками ефективності розподілення енергії, зміст яких аналогічний показникам ефективності перетворення енергії. До них можна віднести: втрати теплової енергії у теплових мережах, опір у гідравлічних та електричних мережах та інші.

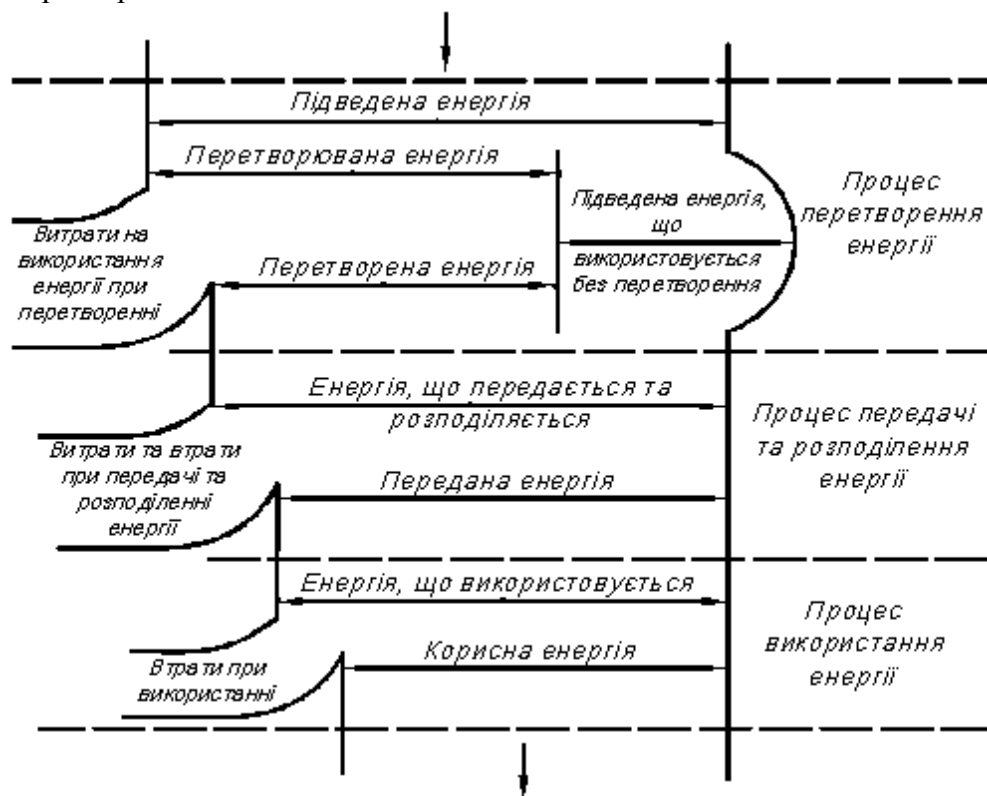


Рисунок 1 – Енергетичний потік та його ступені

Для всіх основних та допоміжних виробничих процесів, у яких з використанням енергії виконується корисна робота з метою зміни стану, форми предметів праці, необхідно розробляти показники ефективності використання (споживання) енергії. До таких показників маємо віднести: коефіцієнт корисної дії струмоприймального обладнання (електричні двигуни, електронасосні, компресорні та інші агрегати), питомі витрати енергії на одиницю виробленої продукції тощо.

Показники ефективності використання енергії застосовують для оцінювання ефективності використання обладнання у технологічному процесі, діагностування технічного стану такого обладнання та оцінювання технічного рівня самого технологічного процесу, а також проведення моніторингу дотримання оптимальних параметрів процесу. Крім того, вони слугують основою для планування енергоспоживання промисловими підприємствами, їх підрозділами, окремими агрегатами та установками.

Звісно, основну увагу завжди приділяють показникам ефективності використання енергії, хоча для практичних дій у сфері енергозбереження на підприємствах та установах необхідно також оцінювати енергетичну ефективність процесів перетворення та розподілення енергії.

ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

Рівень ефективності використання енергії у виробничих процесах та агрегатах традиційно оцінюють через коефіцієнт корисної дії (ККД) η . Він розраховується як відношення кількості енергії, що витрачена на виконання корисної роботи Q_k , до всього об'єму енергії Q , використаної у даному технологічному процесі:

$$\eta = Q_k / Q.$$

Оцінку ефективності передачі енергії електромеханічними агрегатами від привідного електродвигуна до виконавчого органа також визначають коефіцієнтом

корисної дії (ККД) системи «електродвигун – муфта з'єднувальна – система регулювання – виконавчий механізм», тобто

$$\eta_{\text{агрегата}} = \eta_{\text{ел.двиг}} \cdot \eta_{\text{муфти}} \cdot \eta_{\text{сист. регул}} \cdot \eta_{\text{вик. мех}}, \quad (1)$$

де $\eta_{\text{вик. мех}}$ – ККД виконавчого механізму;

$\eta_{\text{ел.двиг}}$ – ККД електродвигуна;

$\eta_{\text{муфти}}$ – ККД муфти з'єднувальної;

$\eta_{\text{сист. регул}}$ – ККД системи регулювання;

Зазвичай втрати енергії у традиційних з'єднувальних муфтах мало залежать від режиму роботи агрегатів і приймаються як величина стала. Такі втрати оцінюються у межах 1%, тому в наших подальших міркуваннях приймаємо ККД $\eta_{\text{муфти}}$ 0,99 [1]. У разі якщо система регулювання відсутня, то $\eta_{\text{сист. регул}}$ дорівнює одиниці. Виходячи з цих міркувань, формула (1) набере вигляду:

$$\eta_{\text{агрегата}} = 0,99 \cdot \eta_{\text{ел.двиг}} \cdot \eta_{\text{вик. ме.}}, \quad (2)$$

що є справедливою для більшості обладнання виробничих процесів.

Як впливає з формули (1), за будь-якого регулювання частка енергії з енергетичного потоку технологічного процесу має витрачатися на потреби пристроїв регулювання. А це, у свою чергу, знижує рівень енергоефективності такого процесу. Тому дуже важливо експлуатувати електромеханічні агрегати на постійних режимах та на параметрах, максимально наближених до розрахункових проектних. Якщо є необхідність регулювання продуктивності технологічного процесу, то його краще виконувати ступенево (зрозуміло, за наявної можливості). Воно має проводитися, виходячи з можливості з'єднання або вимкнення додаткових агрегатів за умови, що кожен з них експлуатується на розрахункових оптимальних режимах.

Якщо це неможливо, то необхідно окреслити межі зміни параметрів технологічного процесу або діапазону роботи агрегатів.

Зважаючи на те, що у сучасних технологічних процесах для приведення механізмів здебільшого застосовуються

електродвигуни, звернемо увагу на особливості їх використання.

Режим роботи електродвигуна характеризується коефіцієнтом завантаження k_3 , який визначають відношенням фактичної потужності P_M , електроенергії, що споживається з електромережі електродвигуном за даного навантаження, до потужності $P_{ном}$, що використовується з мережі за номінального навантаження:

$$k_3 = P_M / P_{ном}.$$

Фактичне значення ККД електродвигуна залежить від його фактичної робочої потужності P_M та відповідає конкретному значенню коефіцієнта завантаження k_3 .

Усереднена залежність ККД електродвигуна від коефіцієнта завантаження [2] показана на рис. 2.

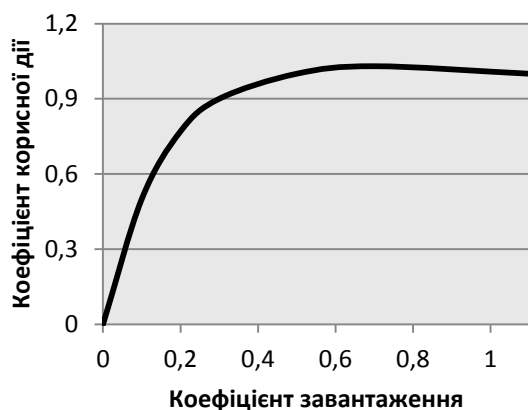


Рисунок 2 – Усереднена залежність ККД електродвигуна від коефіцієнта завантаження

Згідно з рекомендаціями [2], розглядаючи застосування електроприводу тривалого режиму роботи S_1 , необхідно виконувати умови

$$0,7 < k_3 < 0,9.$$

У цьому діапазоні графіка значення ККД електродвигуна практично незмінне. Для інших випадків режиму S_1 необхідно проводити додатковий розрахунок доцільності застосування привода.

Розглядаючи ефективність роботи електродвигуна необхідно звертати увагу на показники якості електроенергії, що їх живить: несиметрію та незрівноваженість

трифазної напруги, відхилення напруги, рівень несинусоїдальності кривих струмів та напруг, величину відхилення напруги і частоти. Зазначені показники впливають на величину втрат електромагнітного процесу електричного двигуна, тобто впливають на його ККД опосередковано. Оцінити їх, як ККД електромережі у цьому випадку не можливо. Паспортний коефіцієнт корисної дії електричного двигуна, якщо розглядати його функціонування комплексно, з урахуванням якості електроенергії, практично не характеризує режим його роботи з погляду на можливі втрати електроенергії, оскільки їх рівень значною мірою залежить від якісних показників мережі електроживлення. Він більше стосується критерію оцінювання технічного рівня конструктивних рішень, що реалізовані в електродвигуні. Тому напрошується висновок, що узагальненою характеристикою електричних приводів доцільно вважати енергоефективність їх застосування, а не «спільний» ККД. І під енергоефективністю, у цьому разі, потрібно розуміти виконання циклу технологічного процесу або його частини з економічно виправданими витратами енергії, що відповідають досягнутому суспільством технічному та організаційному рівню.

Повертаючись до кінцевої ланки системи «електродвигун – муфта з'єднувальна – система регулювання – виконавчий механізм», маємо звернути увагу на особливості використання енергії у ній. Термін «виконавчий механізм» можна розглядати дійсно як одиничний механізм, або систему, що містить крім нього комунікаційну структуру (наприклад, система водозабезпечення містить насосні агрегати на насосних станціях, систему водоводів та споживачів; система централізованого теплотабачення не може існувати без теплових мереж). Тому інколи досить проблематичним є оцінювання ефективності використання енергії у таких структурах шляхом розрахунку ККД [3].

У повсякденній нашій діяльності ми стикаємося з технологіями та механізмами маємо необхідність оцінювання їх використання за вартісними або матеріальними показниками. Якщо ви

вирушаєте у подорож на автомобілі, то оцінюєте витрату ним пального на 100 км пройденого шляху, місткість його паливного бака та кошти, необхідні для подорожі. При цьому ви майже не задумуєтеся про ККД автомобіля. У цьому разі оцінювання ефективності використання автомобіля проводиться за критерієм питомого використання палива на певний відрізок шляху. А він може бути доволі різним залежно від стилю водіння автомобіля, погодних умов, технічного стану дороги.

Оцінювання ефективності експлуатації системи водозабезпечення проводять за наявними приладами обліку, щої є на насосних станціях. А це здебільшого, лічильники електричної енергії та лічильники перекачаної води. Звідси і показником ефективності процесу водопостачання має слугувати витрата електроенергії на визначений об'єм поданої води. За цим показником досить просто визначити вартість послуги з водозабезпечення. Тобто ми насамперед платимо за використану енергію, трудові та матеріальні витрати, а не за ККД. І енергоефективність EE можна розглядати та оцінювати кількістю витраченої енергії P на вироблення визначеної послуги або продукції Q за даним технологічним процесом та умовами його проведення:

$$EE = P / Q.$$

«Виконавчі механізми», проектуються наперед визначені режими їх роботи та параметри експлуатації. Під такі параметри визначаються оптимальні конструкторські рішення, що забезпечують максимальну ефективність використання енергетичного потоку. Однак практично не можливо створити «виконавчі механізми», що мають стабільні показники ККД на всіх можливих режимах їх експлуатації. Тому завжди розглядається та конструктивно визначається робочий діапазон. Його межі окреслюються робочими параметрами, у межах яких ККД є максимальним та зменшується до прийнятних, з точки зору ефективності використання енергії, величин.

Крім того, «виконавчі механізми» досить часто самі по собі мають складну структуру, що має у своєму складі декілька

компонентів зі своїми оптимальними робочими параметрами. Тому досить важливим фактором підвищення енергоефективності функціонування таких «механізмів» є узгодження роботи всіх названих компонентів таким чином, щоб їх робочі параметри були оптимальними або близькими до них під час роботи «механізму» у визначеному діапазоні його експлуатації.

Таке узгодження може проводитися шляхом заміни або модернізації «механізмів» під нові параметри чи режими зміненого технологічного процесу. Інколи зміни робочих параметрів «механізмів», що досягаються навіть незначною за витратами їх модернізацією, тягнуть за собою значне зниження питомих витрат енергії. Динаміка таких змін може бути позитивною, незважаючи навіть на погіршення розрахункового ККД [5]. Як приклад, на рис. 3 показана графічна інтерпретація зміни питомих витрат електроенергії (ρ) та ККД (η) електронасосного агрегата АД4000-95-2 у межах робочої зони його поля характеристик, залежно від зміни зовнішнього діаметра робочого колеса насоса D_2 .

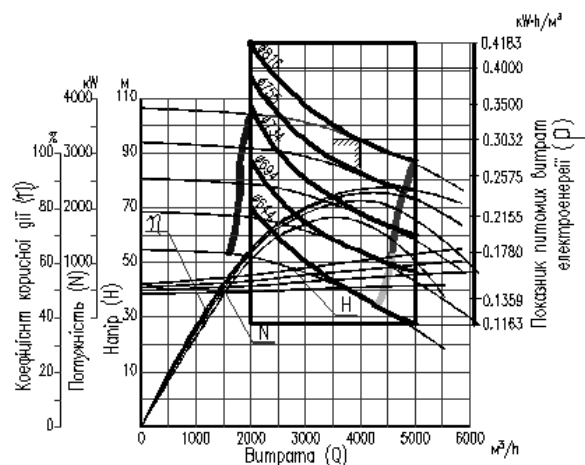


Рисунок 3 – Поле зміни питомих витрат електроенергії (ρ) та ККД (η) електронасосного агрегата АД4000-95-2

Аналітичний вираз такої залежності описується формулою

$$\rho_i = A Q_i^{-B \frac{D_2}{D_{2i}}}, \quad (3)$$

де A – коефіцієнт, що враховує конструктивні особливості проточної

частини насоса; B – коефіцієнт пропорційності, що залежить від умов руху рідини у проточній частині за номінальних параметрів роботи насоса; Q_i – витрата насоса на i -му режимі його роботи; D_2 – номінальний зовнішній діаметр робочого колеса; D_{2i} – зовнішній діаметр існуючого робочого колеса.

РЕЖИМИ ПРОВЕДЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ, ОСНОВНІ ЗАХОДИ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ У НИХ

Режими проведення технологічних процесів та роботи обладнання пов'язані з характером їх завантаження впродовж деякого визначеного часу. Обладнання може працювати безперервно або з перервами, при цьому його продуктивність під час роботи може бути незмінною або змінюватися у часі. Розрізняють режими роботи обладнання:

- режим безперервної дії;
- режим роботи з перервами (переривчастий);
- режим постійної продуктивності обладнання;
- режим змінної продуктивності обладнання.

Під продуктивністю виробничих процесів та обладнання розуміють обсяг виробленої на ньому продукції або виконаної корисної роботи за визначений проміжок часу.

Для обладнання безперервної дії є характерним те, що його продуктивність може бути визначена за будь-який проміжок часу. Однак найчастіше, визначаючи продуктивність обладнання, за елементарний проміжок часу беруть одну годину.

Годинна продуктивність обладнання безперервної дії може бути величиною змінною, що диктується параметрами технологічного процесу, особливостями конструкції обладнання. Середнього динну продуктивність у цьому разі розраховують (визначають) середньогодинним значенням A_n

$$A_n = Q_n / T_n,$$

де Q_n – обсяг продукції, виробленої за час T_n ;

T_n – час безперервної дії обладнання.

Середньогодинна продуктивність обладнання залежить від завантаження обладнання за потужністю. Для характеристики використання обладнання за потужністю користуються коефіцієнтом завантаження обладнання K_n , що розраховується як відношення середньогодинної фактичної продуктивності A_n до його максимально можливої продуктивності A_{max} за цей самий період часу в конкретних умовах роботи такого обладнання:

$$K_n = A_n / A_{max}.$$

Енергетична економічність роботи технологічного обладнання безперервної дії залежить від режиму роботи. Величина навантаження агрегата значною мірою визначається показниками його завантаження за потужністю та використанням у часі. Ці показники використовують під час проведення аналізу використання та нормалізації витрат енергії технологічним обладнанням.

Розглядаючи режими функціонування обладнання з перервами, необхідно враховувати, що вони можуть характеризуватися послідовністю періодів корисної роботи з холостими ходами або послідовністю корисної роботи з періодами зупинки (або навіть повної зупинки, вимкнення) обладнання, (які можуть бути також частиною робочого циклу агрегата). Тому середньогодинна продуктивність обладнання, що працює з перервами (зокрема і обладнання циклічної дії), залежить не лише від кількості виробленої продукції, а також і від тривалості робочого циклу агрегата. Підвищення середньогодинної продуктивності такого обладнання можна досягти шляхом підвищення завантаження за потужністю та покращання використання його у часі (наприклад, на багатошпиндельних верстатах – шляхом зменшення часу корисної роботи та скорочення допоміжного часу в робочому циклі).

Основними заходами та принципами організації роботи щодо зменшення енерговитрат у виробничих процесах є:

а) для безперервно працюючих агрегатів:

- за умови відсутності обмежень програми випуску продукції обладнання доцільно експлуатувати у режимі безперервної роботи з постійним навантаженням, забезпечуючи мінімальні величини питомих витрат енергії;
- за умови неповного завантаження та можливості роботи обладнання з перервами доцільно переходити на переривчастий режим роботи, коли періоди роботи з максимальною годинною продуктивністю змінюються перервами з повним вимкненням обладнання;

б) для обладнання циклічної дії:

- перервний режим з роботою при максимальній або економічній продуктивності з холостими ходами агрегата впродовж допоміжного часу або часу перерви;
- перервний режим з роботою при максимальній або економічній продуктивності з повним вимкненням обладнання впродовж допоміжного часу або часу перерви.

Якщо не брати до уваги додаткові витрати енергії, пов'язані з вимкненням обладнання та включенням у роботу, то з точки зору енергозбереження доцільно віддавати перевагу перервному режиму роботи агрегатів циклічної дії з повним вимкненням їх на період допоміжного часу та перерв. Однак кінцевий вибір між двома зазначеними режимами необхідно робити з урахуванням додаткових витрат та втрат енергії, що виникають під час вимкнення та ввімкнення агрегатів, їх конструктивних та експлуатаційних особливостей.

ВИСНОВКИ

1. Ефективність виробничих процесів та обладнання залежить від предмета праці, технічного та організаційного рівня технологічного процесу, кваліфікації персоналу, що бере участь у ньому, умов, за яких відбувається процес, та якості

енергоресурсів, що застосовуються при цьому.

2. Вирішальне значення щодо ефективного використання енергії у виробничих процесах має узгодження роботи та енергетичних і технічних параметрів усіх компонентів та обладнання, що використовується у такому процесі.

3. Взаємний вплив елементів процесу та вплив на кінцеву його ефективність є достатньо високим, тому завжди необхідно звертати увагу на режими використання обладнання, що застосовуються, а також на діапазони їх можливих змін.

4. Діагностування та оцінювання ефективності виробничих процесів не завжди доцільно проводити за визначенням ККД. Такі розрахунки не завжди є можливими, а іноді вони не є показовими та зрозумілими для персоналу, задіяного у таких процесах. Тому оцінювання ефективності процесів через показники питомих витрат є більш поширеними і характеризують реальний стан процесу.

5. Енергетична економічність роботи технологічного обладнання, задіяного у виробничому процесі, залежить від режиму роботи (його завантаженості) та умов організації процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гуринович А. Д. Аналіз стоимости жизненного цикла при выборе энергоэффективного насосного оборудования для водозаборных скважин / А. Д. Гуринович // ЖКХ и строительство – 2007. – № 1. – С. 64–66.
2. Сотник М. І. Організаційні основи енергозабезпечення підприємств / М. І. Сотник, С. О. Хованський. – Суми : Вид-во СумДУ, 2009. – 132 с.
3. Бойко В. С. Узагальнена оцінка економічності системи водопостачання / В. С. Бойко, М. І. Сотник, С. О. Хованський // Технічна електродинаміка: Тематичний випуск. Силов електроніка та енергоефективність. – 2009. – Ч. 3. – С. 46–51.
4. Сотник М. І. Визначення ефективності експлуатації електромеханічних агрегатів / М. І. Сотник, В. С. Бойко, М. М. Юрченко // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. – 2013. – Вип. 2/2013 (22), Ч. 2. – С. 226–232.
5. Сотник Н. І. Энергоэффективность электродвигателя как критерий выбора диапазона работы электромеханических агрегатов / Н. И. Сотник, В. С. Бойко // Науковий вісник НГУ. – 2013. – № 6 – С. 78–85.

ЕНЕРГЕТИЧНІ МАШИНИ У ПРОМИСЛОВОСТІ

У лекційному матеріалі наведено основи класифікації енергетичних машин та установок, що використовуються у промисловості. Описані принципи їх роботи й основні властивості, сучасний стан галузі та перспективи розвитку в майбутньому. Як приклад наведено метод оцінювання ефективності енергетичних машин із використанням методу ексергетичного аналізу.

The basic classification of energy machines and units, which are widely used in the industry, is provided in the lecture material. Principles of their work and the basic properties of the current state and prospects of their development in future are described. The method of efficiency assessment of the energy machines by means of use the method of exergy analysis is represented as an example.

ВСТУП

Сучасний світ, той, яким він є зараз, і той, яким він буде через n-ну кількість років, формується завдяки розвитку різних галузей промисловості, але насамперед за рахунок розвитку енергетики та енергетичного машинобудування.

Енергетичною машиною називається машина, призначена для перетворення будь-якого виду енергії у механічну та навпаки. У першому випадку вона має назву машини-двигуна, в другому – машини-генератора. Таке фундаментальне явище оберненості електричних та теплових машин є доказом універсальності законів природи для різних способів перетворення енергії [1].

На сьогодні у промисловості електрика є найпоширенішим енергоносієм, а електричні машини та пристрої (електродвигуни, електрогенератори, трансформатори і т. д.) становлять найчисленніший клас енергетичних машин. Однак при цьому часто лишається поза увагою, що лише невелика частка електричної енергії одержується безпосередньо з відновлюваних джерел енергії (сонячні панелі, гідроелектростанції, термоелектричні перетворювачі і т. п.). Більшу частину електричної енергії, що продукується у світі, виробляють паротурбінні та газотурбінні (комбіновані) електростанції, які працюють на мазуті, вугіллі або природному газі, тобто на невідновлюваних джерелах енергії. До складу паротурбінних установок (ПТУ) входить такий перелік енергетичних машин – теплові машини, що є найрізноманітнішим класом і представлений надзвичайно широкою номенклатурою установок (теплові двигуни, холодильні машини й теплові насоси, парові та газові турбіни, компресори тощо) і допоміжного

енергетичного обладнання (теплообмінні та масообмінні апарати). Потрібно зазначити, що стиснений газ – другий за поширеністю використання енергоносіє у світі. Так, природний газ із родовищ доставляється до споживача по магістральним газопроводом за допомогою компресорних станцій, а стиснений газ у цехах різноманітних підприємств забезпечує функціонування пневмоінструмента і в цьому застосуванні може конкурувати з електроінструментом. Крім того, процеси стиснення газу відіграють ключову роль у холодильних та газотурбінних установках, двигунах внутрішнього згорання тощо. Стиснення газу здійснюється в компресорних машинах різних типів, і частка витрат електроенергії або палива на приведення цих машин складає ліву частину від електричної енергії, що виробляється у державі.

Таким чином, енергетичні машини є основою будь-якої промисловості, а їх удосконалення та ефективне використання – головне завдання енергозбереження [2, 3].

ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

В основу роботи кожної електричної машини покладений принцип електромагнітної індукції. Електрична машина складається з нерухомої частини – статора (для асинхронних та синхронних машин змінного струму) або індуктора (для машин постійного струму) та рухомої частини – ротора (в асинхронних та синхронних машинах змінного струму) або якоря (для машин постійного струму). Як індуктор у малопотужних двигунах постійного струму дуже часто застосовують постійні магніти.

Ротор може бути короткозамкненим, фазним (з обмоткою) – використовується там, де потрібно зменшити пусковий струм і

регулювати частоту обертів асинхронного електродвигуна.

Якір – рухома частина машин постійного струму (двигуна або генератора) або ж універсального двигуна, що працює на цьому самому принципі й застосовується в електроінструменті. Універсальний двигун, по суті, це той самий двигун постійного струму з послідовним збудженням – обмотки якоря та індуктора ввімкнені послідовно [4].

Електричні двигуни постійного та змінного струму одержали дуже велике поширення у транспорті, приводі верстатів, інструменту, компресорів, насосів та інших енергетичних машин.

Електричні двигуни, особливо великої потужності, є досить ефективними пристроями, оскільки їх ККД досягає 95–98 %. Тому на сьогодні зусилля щодо вдосконалення електричних енергетичних машин спрямовані на сферу малопотужних електричних приводів, перетворювачів частоти електричного струму для здійснення регулювання електроприводів [4, 5].

КОМПРЕСОРНІ МАШИНИ

Компресор – це пристрій для стиснення та переміщення газу. За принципом дії всі компресори можна розділити на дві великі групи: динамічні та об'ємні.

У компресорах об'ємного принципу дії робочий процес здійснюється внаслідок зміни об'єму робочої камери. Номенклатура машин цього типу різноманітна, основні з них: поршневі, гвинтові, роторно-шестерінчасті, мембранні, рідинно-кільцеві, повітродувки Рутса, спіральні, компресори з ротором, що котиться. Серед об'ємних компресорів найбільше поширення одержали поршневі та гвинтові компресори. Вони знаходять своє застосування у найрізноманітніших галузях господарства: холодильній техніці, системах повітрязабезпечення підприємств та технологічних ліній, автомобільних газонаповнювальних компресорних станціях (АГНКС), приводах пневмоінструменту, пересувних компресорних станціях і т. п.

Поршневі компресори можуть бути односторонньої та двосторонньої дій, крейцкопфні та безкрейцкопфні, змащувальні та без змащування (сухого

тертя чи сухого стиснення), а за високого тиску плунжерні.

Роторні компресори – машини з елементом стиснення, що обертається, конструктивно розділяються на гвинтові, ротаційно-пластинчасті, рідинно-кільцеві та ін.

У гвинтового компресора конструкція гвинтового блока складається із двох масивних гвинтів та корпусу. При цьому гвинти під час роботи знаходяться на певній відстані один від одного, а цей зазор ущільнюється масляною плівкою. Елементи тертя відсутні. Пил та інші тверді частинки, навіть невеликі предмети, потрапляючи до гвинтового блока, не викликають ніяких пошкоджень і можуть зашкодити лише масляній системі самого компресора. Таким чином, ресурс гвинтового блока практично необмежений і досягає більш ніж 200–300 тис. годин. Регламентній заміні підлягають лише підшипники гвинтового блоку [6].

У компресорах динамічного принципу дії газ стискується у результаті підведення механічної енергії від валу, і подальшої взаємодії робочого тіла із лопатками ротора. Залежно від напрямку руху потоку та типу робочого колеса такі машини поділяють на відцентрові та осьові.

Турбокомпресори (ТК) – динамічні машини, у яких стиснення газу відбувається за рахунок взаємодії потоку із лопатками, що обертаються, та нерухомою решіткою лопатей. ТК використовуються під час видобутку газу, для його транспортування, підготовки до транспортування та зберігання. У системі ВАТ «Газпром» працює близько 4,5 тис. великих відцентрових компресорів сумарною потужністю більш ніж 42 млн кВт. Лише ця частина російського парку відцентрових компресорів дорівнює приблизно 20 % від усіх промислових відцентрових компресорів у світі. Нагадаємо, що основна частина газоперекачувальних агрегатів (ГПА) має газотурбінний привід, а газові турбіни мають у своєму складі осьові турбокомпресори із потужністю, що приблизно вдвічі перевищує механічну потужність на вихідному валу турбіни [7].

ТК споживають дуже велику кількість енергії. Наприклад, перекачуючи величезну кількість газу, відцентрові компресори «Газпрому» потребують для їх привода палива на 3,5 млрд доларів щорічно. Пряма дорога до зниження цих витрат – підвищення ККД компресорів, що визначається технічним рівнем газодинамічного проекту, тобто вибором оптимальної форми проточної частини. Те саме твердження справедливе і для осьових компресорів привідних газових турбін.

Перспективи розвитку компресорної техніки нероздільно пов'язані з оптимізацією геометрії проточної частини компресорних машин, зменшенням втрат на тертя у підшипниках, регулюванням продуктивністю компресорної техніки обертами привода, вдосконаленням ущільнень (наприклад, заміна масляних ущільнень сухими газодинамічними), використанням нанотехнологій (нанесення твердих, стійких до тертя та зносу, плівок, використання наночастинок, наприклад фулеренів, у змащувальних рідинах для підвищення змащувальних властивостей та демпфування мікродеформацій) [8, 9].

ТУРБИНИ

Турбіна (фр. turbine від латин. turbo – вихор, обертання) – ротаційний двигун із безперервним робочим процесом та обертальним рухом робочого органа (ротора), що перетворює кінетичну енергію та/або внутрішню енергію робочого тіла (пари, газу, води) у механічну роботу. Струмінь робочого тіла діє на лопатки, що закріплені по колу ротора, і приводить їх в обертання. Застосовується як привід електричного генератора на теплових, атомних та гідроелектростанціях, як складова частина приводів на морському, наземному та повітряному транспорті, а також гідродинамічній передачі, гідронасосах.

Ступінь турбіни складається із двох основних частин: робочого колеса – лопаток, що встановлені на роторі (рухома частина турбіни), що безпосередньо створює обертання; соплового апарата – лопаток, що встановлені на статорі (нерухома частина турбіни), які повертають робоче тіло для

надання потоку потрібного кута атаки по відношенню до робочого колеса.

За напрямком руху потоку робочого тіла розрізняють аксіальні парові турбіни, у яких потік робочого тіла рухається впродовж осі турбіни, та радіальні, напрямком потоку робочого тіла в яких перпендикулярний осі вала турбіни. Доцентрові турбіни також виділяють як окремий тип турбін.

За кількістю контурів турбіни поділяють на одноконтурні, двоконтурні триконтурні. Дуже рідко турбіни можуть мати чотири або п'ять контурів. Багатоконтурна турбіна дозволяє використовувати більші теплові перепади ентальпії, розміщуючи велику кількість ступенів різного тиску.

За кількістю валів розрізняють одновальні, двовальні рідше тривальні, зв'язані спільністю теплового процесу та спільною зубчатою передачею (редуктором). Розташування валів може бути коаксіальним і паралельним із незалежним розміщенням осей валів.

У місцях проходження вала через стінки корпусу встановлені кінцеві ущільнення для попередження витікання робочого тіла зовні та засмоктування повітря в корпус.

На передньому кінці вала встановлюється граничний регулятор (регулятор безпеки), що автоматично зупиняє (уповільнює) турбіну при збільшенні частоти обертів на 10–12 % над номінальною.

Турбіни є невід'ємним елементом установок, що утилізують надлишковий тиск, наприклад у газорозподільчих пунктах магістральних трубопроводів [10, 11].

Підвищення ефективності турбін пов'язане з організацією більш повного перетворення потенціалу тиску та температури, зменшенням втрат на тертя та теплостоків у навколишнє середовище.

Використання жароміцних сплавів, композитів, спеціальних покриттів дозволяють збільшити робочу температуру турбіни, знизити масогабаритні показники. Останнім часом усе частіше розглядаються як перспективні енергетичні установки – мікротурбіни (струмінно-реактивні, дискові й т. д.), що мають найвищу питому

потужність, порівняно із двигунами інших типів [8, 9, 11].

ТЕПЛООБМІННІ АПАРАТИ

Незважаючи на те, що теплообмінні апарати не належать до енергетичних машин як до класу, а є, швидше, допоміжним обладнанням, їх необхідно розглянути у зв'язку з їх надзвичайно великим поширенням та незмінною наявністю майже у всіх типах енергетичних машин.

Теплообмінний апарат – пристрій, у якому здійснюється теплообмін між двома теплоносіями, що мають різні температури. За принципом дії теплообмінники підрозділяються на рекуператори та регенератори. У рекуператорах рухомі теплоносії розділені стінкою. До цього типу належить більшість теплообмінників різних конструкцій. У регенеративних теплообмінниках гарячий і холодний теплоносії контактують з однією і тією самою поверхнею почергово.

Апарати, в яких одночасно з процесами теплообміну проходять фазові перетворення, наприклад конденсація, випар, змішання, називаються конденсаторами, випарниками, конденсаторами змішання відповідно. Залежно від напрямку руху теплоносіїв рекуперативні теплообмінники можуть бути проточними під час паралельного руху в одному напрямку, протиточними під час паралельного зустрічного руху, а також перехресноточними під час взаємно перпендикулярного руху двох взаємодіючих середовищ.

Найбільш поширені в промисловості такі теплообмінники: кожухотрубні; елементні (секційні); двотрубні теплообмінники типу «труба в трубі»; кручені; занурені; зрошувальні; ребристі; спіральні; пластинчасті; пластинчато-ребристі.

Вибір типу конструкції теплообмінного апарата і його точний розрахунок відіграє важливу роль під час проектування ефективних енергетичних машин. Особливо гостро це питання стоїть для тих типів енергетичних машин, у яких відбуваються процеси фазового переходу робочого тіла, як, наприклад, у холодильних машинах, теплових насосах, паротурбінних установках [12].

На сьогодні застосовуються різні способи інтенсифікації теплообміну з метою зниження масогабаритних показників теплообмінного устаткування. Досить добре досліджені такі методи інтенсифікації, як: турбулізатори потоку на поверхні, шорсткі поверхні, розвинені поверхні (за рахунок оребрення), закрутка потоку спіральними ребрами, шнековими пристроями, Завихрювачі, підмішування до потоку рідини газових міхурів, а до потоку газу – твердих частинок або крапель рідини, обертання поверхні теплообміну, вібрація поверхні, пульсація теплоносія, вплив на потік електростатичних полів, відсмоктування потоку з примежового шару, застосування незмочувальних покриттів і рідких стимуляторів (для переведення плівкової конденсації в крапельну), нанесення на поверхню низькотеплопровідного покриття. Крім того, застосування нових матеріалів і наночасток в існуючих методах інтенсифікації дозволяють отримати якісно новий рівень теплообмінних апаратів. Перспективи використання пористих теплообмінних поверхонь, теплових труб дуже привабливі (наприклад, теплообмінний апарат із пористою теплообмінною поверхнею більш ніж у 10 разів компактніший за теплообмінний апарат будь-якого класичного типу за тих самих питомих теплових навантажень) [8, 9, 13].

ХОЛОДИЛЬНІ МАШИНИ ТА ПАРОТУРБІННІ УСТАНОВКИ

Холодильні та паротурбінні установки – це окремий клас енергетичних машин, оскільки у своєму складі вони мають майже всі перелічені вище енергетичні машини та допоміжне обладнання.

Холодильною машиною називається енергетична машина, призначена для штучного зниження і підтримання зниженої температури нижче температурного рівня навколишнього середовища від 10 °C і до 153 °C у заданому охолоджуваному об'єкті. Машини та установки для створення більш низьких температур називаються криогенними.

Найпростіша холодильна машина складається з таких елементів: компресора, конденсатора, дросельного вентиля, випарника. Згідно зі схемою циклу

холодильної машини (рис. 1) здійснюються такі процеси:

- 1–2 – процес стиснення холодильного агента (х/а) у компресорі;
- 2–3 – процес конденсації пари х/а за температури конденсації t_k та тиску p_k ;
- 3–4 – процес дроселювання рідкого х/а до тиску p_0 , за якого температура його кипіння t_0 відповідає заданому рівню температур у пристроях охолодження;
- 4–1 – процес кипіння х/а у випарнику та незначне перегрівання х/а (на $5 \div 20$ °С) до температури всмоктування $t_{вс}$.

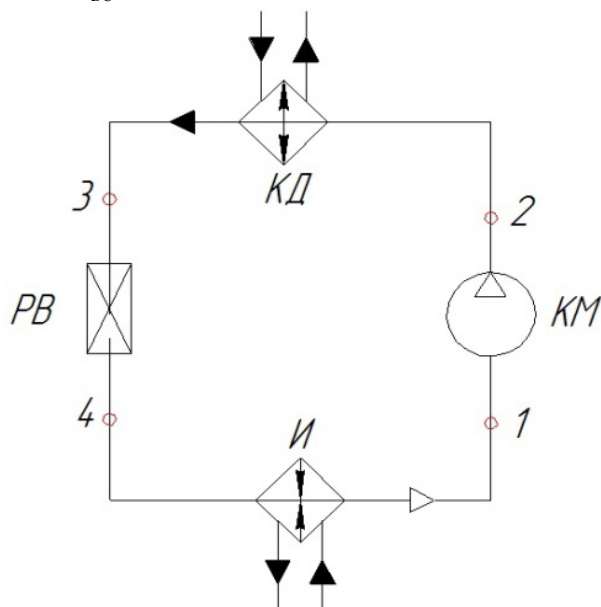


Рисунок 1 – Схема найпростішої холодильної машини

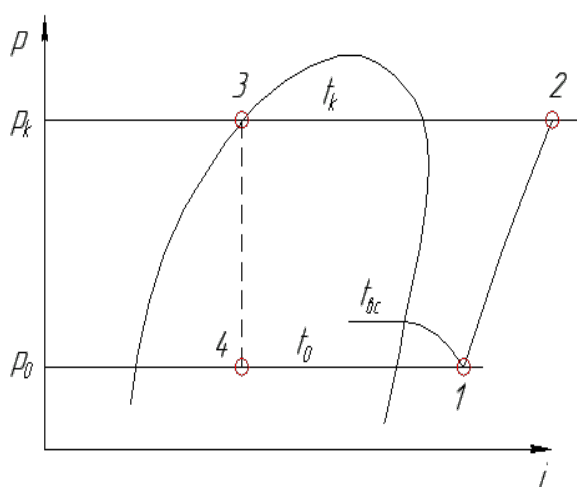


Рисунок 2 – Цикл найпростішої холодильної машини в р-і координатах

У циклі холодильної машини завжди є два зовнішні джерела теплоти: джерело низької температури і доквілля або джерело високої температури; джерелами низької температури прийнято називати тіло або середовище, від яких відводиться теплота. У машинах, що працюють за теплонасосним або теплофікаційним циклом, тіло або середовище, до якого підводиться теплота, є приймачем теплоти високої температури.

Для одержання штучного холоду згідно з другим законом термодинаміки необхідно затратити зовнішню енергію, величину якої зручно оцінити, вдаючись до розгляду циклу холодильної машини в р-і діаграмі (рис. 2). Крім того, складаючи рівняння матеріального і теплового балансів можна, визначити питомі та повні навантаження на елементи холодильної машини [14].

Ефективність холодильної машини оцінюється співвідношенням кількості виробленого холоду (холодопродуктивності Q_0) до кількості витраченої енергії на привід компресора N_e і позначається ε :

$$\varepsilon = \frac{Q_0}{N_e} \geq 3$$

Паротурбінна установка – це безперервно діючий тепловий агрегат, робочим тілом якого є, як правило, вода і водяна пара. Паротурбінна установка є механізмом для перетворення потенціальної енергії, стисненої і нагрітої до високої температури пари, в кінетичну енергію обертання ротора турбіни. Містить у собі парову турбіну і допоміжне обладнання. Паротурбінні установки використовуються для привода турбогенератора на теплових та атомних електростанціях.

На електричній станції механічна енергія перетворюється в електричну енергію за допомогою електричного генератора.

Принципова схема паротурбінної установки для привода електрогенератора зображена на рис. 3.

Свіжий пар із котельного агрегата (1), де він одержав тепло від згоряння палива, надходить у турбіну (2) і, розширюючись у ній, здійснює механічну роботу, обертаючи

ротор електрогенератора (3). Після виходу з турбіни пара надходить у конденсатор (4), де відбувається його конденсація. Конденсат відпрацьованої в турбіні пари за допомогою конденсатного насоса (5) проходить через підігрівач низького тиску (6) у деаератор (7), де відбувається дегазація робочого тіла від розчинених у ньому газів (найчастіше повітря). З деаератора живильний насос (8) подає воду через підігрівач високого тиску (9) до котельного агрегата.

Підігрівачі (6) і (9) і деаератор (7) утворюють систему регенеративного підігрівання живильної води, що використовує пар із нерегульованих відборів парової турбіни.

Відомі паротурбінні установки, робочим тілом у яких є низькокиплячі речовини, наприклад пентан, фреони, тетраоксид азоту та ін. Такі ПТУ використовуються у випадках, коли необхідно утилізувати великі обсяги низькопотенціальної (порівняно з вищою температурою згоряння палива) теплоти.

У той же час холодильні установки з використанням природних холодильних агентів (вуглеводні, вуглекислий газ) відкривають нові перспективи в холодильній техніці, оскільки мають високі екологічні показники безпеки.

Рівень розвитку холодильних машин (теплових насосів) і паротурбінних установок визначають рівень розвитку людської цивілізації – настільки тісно пов'язане суспільство з енергетичними машинами цього класу. Тому вдосконалення цих установок – комплексне і складне завдання.

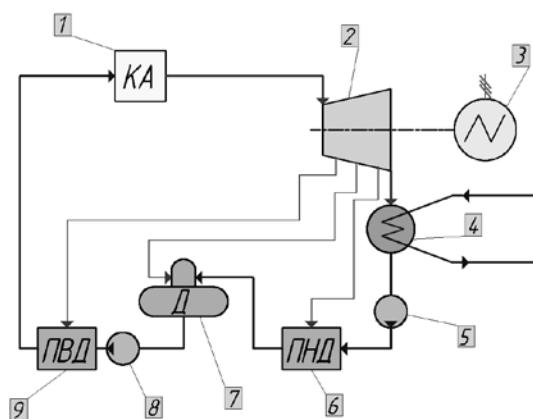


Рисунок 3 – Загальна схема паротурбінної установки

МЕТОД ЕКСЕРГЕТИЧНОГО АНАЛІЗУ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ МАШИН

Реальні системи тепловикористовувальних виробництв далекі від ідеальних і споживають значну кількість енергії. Наприклад, нафтопереробна і нафтохімічна галузі займають перше місце, а хімічна – друге серед загального споживання тепла в народному господарстві. Такі високі показники обумовлені насамперед низькою якістю перетворення енергії в тепловикористовувальному обладнанні, неправильною організацією процесу, великими втратами енергії та низьким ступенем рекуперації вторинних енергетичних ресурсів. У зв'язку з цим велика увага повинна приділятися аналізу процесів, що відбуваються в технічній системі, розрахунку ефективності використання споживаної в ній енергії.

Найбільш перспективний ексергетичний метод термодинамічного аналізу реальних тепловикористовувальних систем. Одна з основних переваг цього методу полягає в тому, що він дозволяє робити висновок про ступінь досконалості процесів, що проходять усередині апарата, за зовнішніми характеристикою – різницею ексергії на вході й виході енергетичної машини.

Ексергія матерії – максимальна робота, що здійснюється системою під час її взаємодії з навколишнім середовищем в оборотному процесі, якщо в кінці цього процесу всі види матерії, що беруть у ньому участь, приходять у стан термодинамічної рівноваги. Це поняття близьке до сенсу «найбільша енергетична цінність». Практична енергетична цінність речовини дорівнює нулю, якщо його параметри відповідають параметрам навколишнього середовища. Тому при розрахунку практичної цінності стан термодинамічної рівноваги речовини з довкіллям може служити нульовим рівнем. Використання поняття ексергії дає можливість зіставлення, зведення до єдиної міри енергії всіх без винятку видів. Ексергію найбільш наочно можна зобразити графічно в довільному процесі 1–2 (рис. 4).

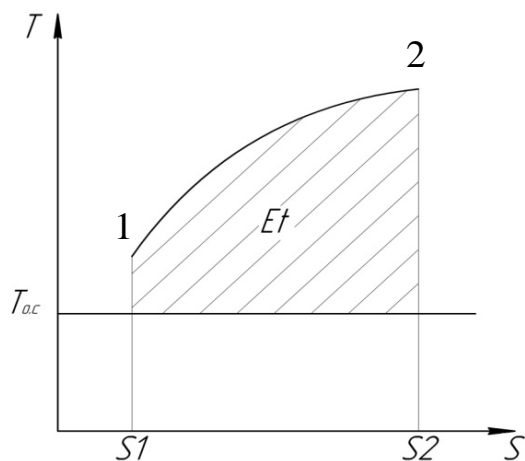


Рисунок 4 – Графічна інтерпретація ексергії

Ексергія тепла $E_t = Q - T_0(S_2 - S_1)$ зображена заштрихованою площею. Площа під лінією $T_0 = const$ дорівнює добутку $T_0(S_2 - S_1)$ і становить частину тепла, яку неможливо використати для практичних цілей.

Для систем, у яких склад речовини не змінюється, аналіз ефективності їх роботи побудований на розрахунок не абсолютних значень ексергії цієї речовини, їх приросту. В цьому разі використовують таке співвідношення для визначення приросту ексергії Δe в потоці:

$$\Delta e = (h_2 - h_1) - T_0(S_2 - S_1).$$

Розглядаючи енергетичну машину з позицій ексергетичного аналізу, потоки ексергії поділяють на потоки палива E_f (приріст ексергії від'ємний) і продукту E_p (приріст ексергії додатний), також частина ексергії, що була деструктурована і втрачена внаслідок взаємодії з навколишнім середовищем E_d (ексергія деструкції) E_L (ексергія втрат). Більш детально метод ексергетичного аналізу описаний у літературі [15, 16].

ВИСНОВКИ

За наведеною вище інформацією можна дійти висновку, що енергетичні машини, способи їх енергетичного вдосконалення та аналізу ефективності є надзвичайно актуальними і важливими завданнями. При цьому універсальність

законів природи дозволяє розглядати процеси, що відбуваються в різних енергетичних машинах, використовуючи однакові підходи та методи аналізу їх ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин М. : Наука, 1988. – 640 с.
2. Лисиенко В. Г. Хрестоматия энергосбережения : в 2 т. – Москва: Теплотехник, 2005. – 688 с.
3. Климова Г. Н. Энергосбережение на промышленных предприятиях : учеб. пособие. – 2-е изд. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 180 с.
4. Кацман М. М. Справочник по электрическим машинам : учеб. Пособие. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – 480 с.
5. Пупков К. А., Егупов Н. Д. Методы классической и современной теории автоматического управления : учебник в 5-ти т. – 2-е изд., перераб. и доп. / под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. – М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 656 с.
6. Страхович К. И. Компрессорные машины / К. И. Страхович, М. И. Френкель, И. К. Кондряков и др. – М. : Гос. изд-во торговой литературы, 1961. – 600 с.
7. Галеркин Ю. Б. Турбокомпрессоры : учебное пособие / Ю. Б. Галеркин, Л. И. Козаченко. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 374 с.
8. Анищик В. М. Наноматериалы и нанотехнологии / В. М. Анищик, В. Е. Борисенко, С. А. Жданюк и др. – Мн. : БГУ, 2008. – 375 с.
9. Азаренков Н. А. Наноматериалы, нанопокрyтия, нанотехнологии : учебное пособие / Н. А. Азаренков, В. М. Береснев, А. Д. Погребняк. – Харьков : ХНУ им. В. Н. Каразина, 2009. – 209 с.
10. Смоленский А. Н. Паровые и газовые турбины : учебник для техникумов. – М. : Машиностроение, 1977. – 288с.
11. Наталевич А. С. Воздушные микротурбины. –М. : Машиностроение, 1979. – 192 с.
12. Мартыненко О.Г. Справочник по теплообменникам. – Энергоатомиздат, 1987. – 352 с.
13. Кузьма-Китча Ю. А. (ред.) Интенсификация тепло-и массообмена в энергетике. – М. : ФГУП «ЦНИИАТОМИНФОРМ», 2003. – 232 с.
14. Сакун И. А. (ред.) Холодильные машины. – Л. : Машиностроение, 1985. – 510 с
15. Сажин Б. С. Эксергетический анализ работы промышленных установок / Б. С. Сажин, А. П. Булеков, В. Б. Сажин. – М., 2000. – 297 с.
16. Бродянский В. М. Эксергетический метод термодинамического анали за. – М. : Энергия, 1973. – 296 с.

АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

У лекції виконується огляд альтернативних джерел енергії, принципи та умови їх ефективного застосування. Звернуто увагу на необхідність значного збільшення обсягів науково-дослідних і конструкторських робіт з удосконалення технології та зниження собівартості виробництва та використання альтернативних джерел енергії.

The lecture presents the review of alternative energy sources, principles and conditions of their effective application. It is emphasized on the necessity of significant volume increasing of researches and engineering work on improvement the technology, reducing the production cost and increasing use of alternative energy sources.

ВСТУП

Сучасна енергетика здебільшого базується на використанні корисних копалин – вугілля, нафти, природного газу, ядерного палива, які, по суті, є вичерпними джерелами енергії. З урахуванням перспектив відкриття нових родовищ корисних копалин термін забезпечення людства викопним паливом може протривати всього на 150 років.

Перспектива енергозабезпечення пов'язана з використанням ядерної та термоядерної енергій. Однак досвід, набутий під час освоєння «мирного атома», показав, що експлуатація навіть найбільш сучасних атомних електростанцій не виключає аварій не лише місцевого, а й глобального, катастрофічного масштабу. Реальні запаси ядерного палива не безмежні; його видобуток і переробка стають усе більш енергоємними і дорогими, а проблема безпечного захоронення ядерних відходів – усе більш актуальною. Запаси термоядерного палива можна вважати практично невичерпними, але, оцінюючи динаміку досліджень у цій галузі ядерних технологій, ера промислового застосування термоядерного синтезу настане нескоро.

Технологічні процеси з виробництва енергії з використанням органічного палива, ядерної та термоядерної енергії супроводжуються шкідливими викидами, збільшуючи екологічну загрозу від парникового ефекту.

Таким чином, природною альтернативою традиційним енергоносіям є нетрадиційні й поновлювані джерела енергії (НВДЕ), які практично невичерпні та екологічно чисті [1].

ТИПИ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ (АДЕ)

Основні типи альтернативних джерел енергії та способи їх використання наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Типи альтернативних джерел енергії

Тип енергії	Спосіб використання
Вітрова	Утилізація кінетичної енергії вітру з використанням вітряних електростанцій
Сонячна	Перетворення електромагнітного випромінювання Сонця за рахунок використання теплових та фотоелектричних електростанцій
Гідроенергія	Утилізація кінетичної енергії води в річках, океанах та морях у гідроелектростанціях, припливних та хвильових електростанціях
Геотермальна	Використання теплової енергії гарячих джерел планети як енергоносія в електростанціях простого та комбінованого циклів
Енергія біомаси	Використання хімічної енергії відновлювального палива у двигунах, печах та теплоелектростанціях

Оскільки деякі АДЕ мають періодичний режим роботи і потребують накопичування енергії для рівномірного енергопостачання споживачам, необхідно також згадати про способи накопичення та збереження енергії. До накопичувачів енергії

можна віднести: електричні акумулятори та конденсатори, паливні елементи та хімічні акумулятори енергії, акумулятори стисненого газу та гідроакумулятори, маховики [2].

ПРИСТРОЇ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬ АДЕ, ЇХ ПРИНЦИП ДІЇ ТА УМОВИ ЕФЕКТИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ

Вітрогенератори

Вітрогенератор (вітроелектростанція) – пристрій для перетворення кінетичної енергії вітру в електричну. Пристрій вітроелектричної установки в спрощеному вигляді показаний на рис. 1 [3].

Основними конструктивними елементами вітроелектростанції є: 1 – фундамент; 2 – силова шафа, що містить силові контактори й ланцюги управління; 3 – вежа; 4 – драбина; 5 – поворотний механізм; 6 – гондола; 7 – електричний генератор; 8 – система стеження за напрямком і швидкістю вітру (анемометр); 9 – гальмівна система; 10 – трансмісія; 11 – лопаті; 12 – система зміни кута атаки лопаті; 13 – ковпак ротора.

Повітряний потік надходить на лопаті вітрогенератора і змінює свій напрямок за рахунок їх кривизни, при цьому частина кінетичної енергії переходить у механічну енергію обертання ротора генератора.

Використовуючи рівняння Кутта-Жуковського для піднімальної сили, можна одержати формулу для визначення потужності вітрового двигуна:

$$N = 0,5 \cdot \xi_p \cdot \rho \cdot V^3 \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot \eta_m,$$

де $\xi_p = 0,3 \div 0,45$ – коефіцієнт потужності;

V – швидкість вітру; ρ – густина повітря;

D – діаметр ротора; η_m – механічний ККД.

Максимальна (теоретично) величина коефіцієнта потужності $\xi_p^{\max} = 0,593$. Настільки невелика величина пояснюється тим, що вітровий двигун є турбіною без соплового апарата з кутом входу потоку на лопаті $\alpha_2 \geq 90^\circ$. Цим обумовлені великі втрати з вихідною швидкістю і малий внутрішній ККД вітрового двигуна.

Коефіцієнт ξ_p залежить від числа лопатей z і від відношення колової швидкості u лопатей до швидкості вітру V , тобто

$$\xi_p = f\left(z, \frac{u}{V}\right).$$

За наведеною вище формулою, задаючись значеннями $D \neq 50$;

$\rho = 1,225 \text{ кг/м}^3$, $T_K = 288$; $P_{\text{МНО}} 1013$,

одержуємо вираз: $N = 342,6 \cdot V^3$,

Підставляючи в останню формулу різні значення швидкості вітру, можна оцінити енергетичний потенціал місцевості, для якої передбачається застосування вітроелектростанції. У табл. 2 наведені результати розрахунків потужності вітрових генераторів для найбільш широко поширених значень швидкості вітру в регіонах СНД. Таким чином, за швидкості (5–7 м/с) потужність вітрогенератора становитиме $N_{\text{кВТ}} = 167$,

Використання вітроелектростанції вважається економічно виправданим за швидкості вітру $V \geq 5 \text{ м/с}$.

Таблиця 2

Дані вітрогенератора

Показник	Значення			
Швидкість вітру, м/с	2	5	10	25
Потужність, кВт	2,75	43	275	2160

Переваги вітрогенераторів перед традиційними видами енергії – у відсутності потреби в паливі та екологічна чистота.

Недоліки – висока вартість, періодичність дії, дуже велика залежність потужності від швидкості вітру, значна займана площа, генерування інфразвукових коливань, небезпечних для здоров'я людини, загибель перелітних птахів, мала потужність порівняно з ТЕС [2].

В Україні потужні вітрогенератори не набули широкого поширення у зв'язку з порівняно низькими показниками вітрової потужності. Найбільш перспективним є розміщення вітрогенераторів на території

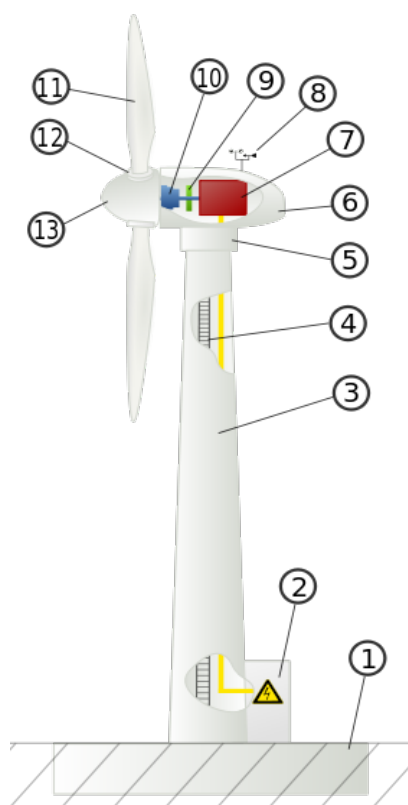


Рисунок 1 – Будова вітроелектричної установки

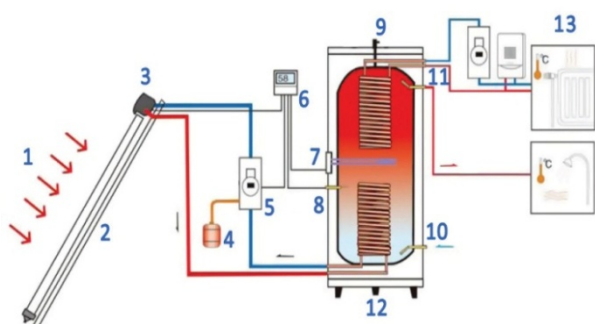


Рисунок 2 – Будова сонячної вакуумної установки

Кримського півострова, де у зв'язку з географічними особливостями використання енергії вітру буде економічно вигідним. Серед відомих українських компаній, що виготовляють вітрогенератори, можна назвати завод «Південмаш», компанію «Світ вітру», фірму «Windelectric».

На світовому ринку вітроенергетики найбільш відомі такі компанії-виробники: Vestas, Sinovel, GE Energy, Goldwind, Enercon, Siemens Wind та інші.

Сонячні електростанції

Відомо два основні способи використання сонячної енергії: 1) використання теплоти сонця для вироблення пари для турбіни на

електростанції або для нагрівання води; 2) пряме перетворення сонячної енергії в електричний струм. Апарати, що реалізують перший спосіб називаються сонячними колекторами, а апарати, в основі роботи яких другий спосіб, – сонячними фотоелектричними перетворювачами (ФЕП), або сонячними батареями.

Пристрій сонячного колектора, призначеного для нагрівання води, показаний на рис. 2: 1 – сонячні промені; 2 – вакуумний колектор; 3 – датчик температури № 1; 4 – бак скидання надлишкового тиску; 5 – центр управління; 6 – контролер; 7 – електронагрівач іншого котла; 8 – датчик температури № 2; 9 – запірний клапан; 10 – вхідний отвір (холодна вода); 11 – вихідний отвір (гаряча вода); 12 – накопичувальний резервуар із двома мідними теплообмінниками; 13 – основна система опалення на основі газового, електричного або іншого котла.

Конструкція вакуумного водонагрівача-колектора досить проста і подібна до конструкції термоса (складається зі скляних вакуумних труб): одна трубка вставлена в іншу з великим діаметром, а між

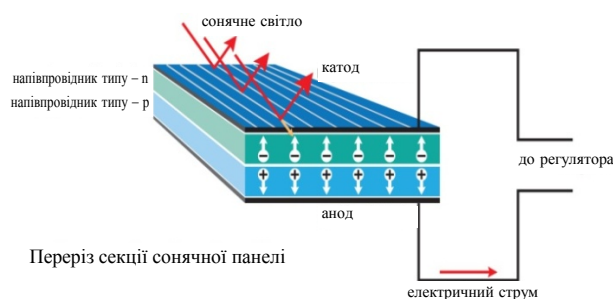


Рисунок 3 – Будова напівпровідникового фотоелемента сонячної батареї



Рисунок 4 – «Плантація» сонячних панелей у пустелі (США)

ними вакуум, який забезпечує досконалу термоізоляцію. Завдяки циліндричній формі трубок сонячні промені падають постійно в площині перпендикулярно до осі трубки. Це приводить до отримання більшої енергії, хоча сонце й не світить під оптимальним (прямим) кутом, під час заходу і сходу сонця. Вакуумними трубками використовується і так зване дифузійне світло, коли сонце закрите хмарами.

У будь-який час дня під прямим сонячним випромінюванням постійно знаходиться частина абсорбуючої речовини вакуумної трубки.

На рис. 3 показана в розрізі секція сонячної батареї. Напівпровідниковий фотоелемент складається із двох шарів з різною провідністю. Як катод використовується п-шар, а як анод – р-шар. «Зайві» електрони з п-шару можуть залишати свої атоми, тоді як р-шар ці електрони захоплює. Саме промені світла «вибивають» електрони з атомів п-шару, після чого вони переміщуються в р-шар займати «порожні» місця. Таким способом електрони рухаються по колу, виходячи з р-шару, проходячи через навантаження (в цьому випадку акумулятор) і повертаючись в п-шар.

Фотоелектричний ефект виникає в неоднорідних напівпровідникових структурах під час впливу на них сонячного випромінювання. Неоднорідність структури ФЕП може бути одержана легуванням одного і того самого напівпровідника різними домішками (створення р-п-переходів) або шляхом з'єднання різних напівпровідників із неоднаковою шириною забороненої зони – енергії відривання електрона з атома (створення гетеропереходів), або ж за рахунок зміни хімічного складу напівпровідника, що приводить до появи градієнта ширини забороненої зони (створення варізонних структур). Можливі також різні комбінації перерахованих способів.

Ефективність перетворення залежить від електрофізичних характеристик неоднорідної напівпровідникової структури, а також оптичних властивостей ФЕП, серед яких найбільш важливу роль відіграє фотопровідність. Вона обумовлена явищами

внутрішнього фотоефекту в напівпровідниках під час опромінення їх сонячним світлом.

На сьогодні тривають розроблення щодо підвищення ККД ФЕП і технологічності їх виготовлення, при цьому з одночасним зниженням собівартості фотоелемента. Досягнуто гарні результати з багат шаровими фотоелементами на індій-галій-арсенідній основі з ККД 44,4 %, а також розроблений фотоелектричний елемент із кремнію, який здатний перетворювати в електрику інфрачервоне випромінювання сонця.

Аналізуючи можливість застосування сонячних електростанцій в як АДЕ, потрібно враховувати їх переваги та недоліки.

Переваги геліосистем:

- загальнодоступність і невичерпність джерела;
- не вимагають під'єднання до центральної енергомережі;
- повна автономність системи;
- можливість колективного під'єднання;
- довгий термін служби;
- найбільш екологічно чиста енергія.

Недоліки:

- залежність від погоди та часу доби;
- необхідність акумуляції енергії;
- під час промислового виробництва – необхідність дублювання сонячних електростанцій маневреними станціями співмірної потужності;
- висока вартість конструкції, пов'язана із застосуванням рідкісних елементів (наприклад, індію і телуру);
- необхідність періодичного очищення відбивної поверхні від пилу.

В Україні АДЕ, що утилізують сонячну енергію набувають усе більшої популярності, однак стримуються високими цінами сонячних батарей і відносно великим терміном окупності. В Європі, США та Австралії сонячні панелі роблять значний внесок в енергозабезпеченні приватних господарств та підприємств (рис. 4).

Гідроенергія

Крім традиційних способів отримання енергії від руху води в річках за рахунок застосування гідроелектростанцій, значний інтерес становлять пристрої, що дозволяють

утилізувати енергію хвиль, припливів і відливів, течій, температурних градієнтів морів та океанів.

Енергія хвиль вод океану є сконцентрованою енергією вітру і, в кінцевому підсумку, сонячної енергії. Енергетичний потенціал хвилювання оцінюють в одиницях потужності кВт на погонний метр ділянки океану. Порівняно з вітровою та сонячною енергією енергія хвиль володіє набагато більшою питомою потужністю. Так, середня потужність хвилювання морів та океанів, як правило, перевищує 15 кВт/м. За висоти хвиль 2 м потужність досягає 80 кВт/м. Звичайно, в механічну й електричну енергію можна використати лише частину потужності хвилювання, але для води коефіцієнт перетворення набагато вищий, ніж для повітря, тому питома потужність електрогенераторів, що працюють від хвиль, може бути набагато більшою, ніж для інших альтернативних джерел енергії.

Розглянемо конструкцію хвильового електрогенератора на прикладі Pelamis P-750 (рис. 5). Він складається із секцій, між ними закріплені гідравлічні поршні.

Усередині кожної секції також є гідравлічні двигуни та електрогенератори. Під впливом хвиль конвертери гойдаються на поверхні води, і це змушує їх згинатися. Рух цих з'єднань приводить у роботу гідравлічні поршні, що, у свою чергу, приводять у рух масло.

Масло проходить через гідравлічні двигуни, а гідравлічні двигуни приводять у рух електричні генератори, що виробляють електроенергію.

Незважаючи на подібну природу, енергію хвиль прийнято відрізнати від енергії припливів та океанських течій. На рис. 6 показано будову припливної електростанції (ПЕС).

Під час припливу вода надходить крізь канали в греблі, проходить через лопатеву решітку турбіни і обертає вал генератора, виробляючи при цьому електроенергію. Після цього, частково або повністю, канали в греблі перекиваються до встановлення оптимального перепаду висот води з різних боків дамби під час відпливу. Потім канали знову відкриваються і вода обертає турбіну,

проходячи назад у відкритий океан. Упродовж доби цей процес повторюється двічі.

Для вдалої роботи електростанції необхідно, щоб перепад рівнів між відпливом і припливом становив більше чотирьох метрів. Таким чином, зі збільшенням різниці висот води збільшується ефективність роботи припливної електростанції. Найбільш прийнятним місцем для використання енергії припливів необхідно вважати таке місце на морському узбережжі, де припливи зазвичай мають найбільшу амплітуду, а береговий рельєф дозволяє створити великий замкнений «басейн».

Хорошим місцем для споруди припливної електростанції є вузька морська затока, що відсікається греблею від океану. В отворах греблі розміщуються гідротурбіни з генераторами. Генератор і турбіна укладені в обтічну капсулу, що дуже зручна у використанні. Головною перевагою таких капсульних агрегатів є їх універсальність. Вони здатні не лише виробляти електричну енергію під час руху через них морської води, а й виконувати функції насосів.

Потік води, що проходить, має потенціальну енергію, яка в полі тяжіння Землі не дорівнює нулю за наявності перепаду висот H_{Head} і може бути визначена за формулою

$$E = [\rho_{sw} \cdot S_{Basin} \cdot (H_{Tide} - H_{Head})] \cdot g \cdot H_{Head},$$

де ρ_{sw} - густина морської води;

S_{Basin} – площа басейну;

H_{Tide} – висота припливної хвилі;

g – прискорення вільного падіння.

Частина виразу, обмежена квадратними дужками, вказує на множники, які визначають масу води, що проходить за добу. Як бачимо з формули, потенціальна енергія перетворюється в нуль під час нульового напору і під час напору, до дорівнює висоті припливної хвилі. Якщо розглядати цю формулу як функцію від H_{Head} , то вона є параболічною функцією з максимумом при $H_{Tide} = 2 \cdot H_{Head}$ [4].

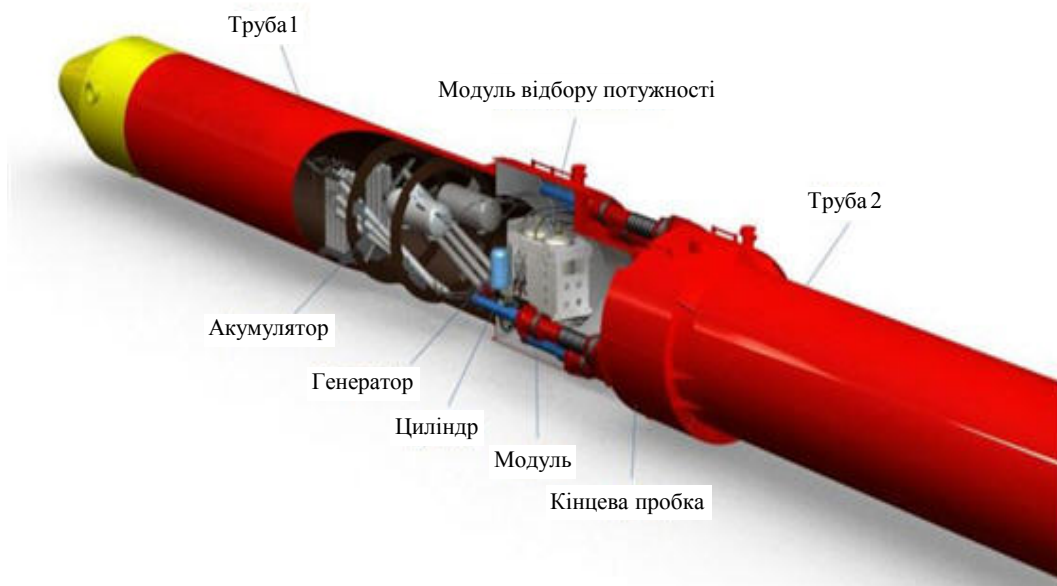


Рисунок 5 – Будова хвильового електрогенератора Pelamis P-750

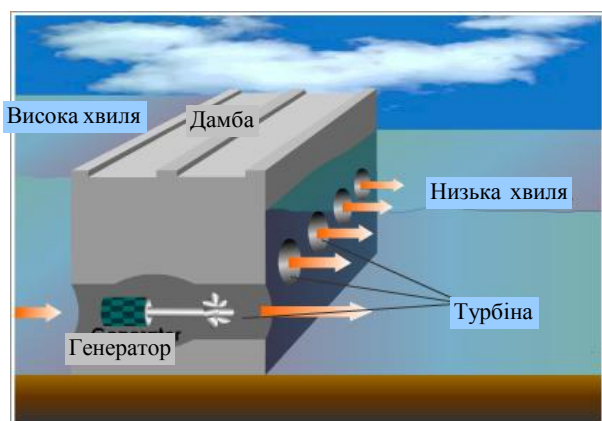


Рисунок 6 – Будова припливної електростанції



Рисунок 7 – Кременчуцька ГЕС

Крім вироблення електроенергії, інтерес становить і використання енергії хвиль для руху суден (хвильові рушії). Питома потужність хвилювання перевищує питому потужність вітру, таким чином розміри хвильового привода можуть бути істотно меншими, ніж вітрильне оснащення. Хитавиця судна, як правило, перевищує за своєю потужністю потужність необхідної силової установки. Під час шторму хвильовий привід може забезпечити судну достатньо енергії для боротьби зі стихією.

Переваги гідроенергії:

- використання відновлюваної енергії;
- дуже дешева електроенергія;
- робота не супроводжується шкідливими викидами в атмосферу;

- швидкий (щодо ТЕЦ / ТЕС) вихід на режим видачі робочої потужності після включення станції;

- високий ККД.

Недоліки гідроенергії:

- високі капітальні витрати на будівництво гідроспоруд;
- можливе затоплення орних земель;
- у гірській місцевості будівництво гідроспоруд небезпечно через високу сейсмічність районів;
- вивільнені та нерегулярні спуски води з водосховищ по 10–15 днів призводять скорочення потоку біогенних речовин в океани.

В Україні гідроенергетика здебільшого представлена гідроелектростанціями класичного типу (рис. 7).



Рисунок 8 – Будова геотермальної електростанції:

1 – гаряча вода відкачується з надр землі і подається по свердловині вгору під високим тиском; 2 досягнувши поверхні, тиск падає, і гаряча вода перетворюється в пару; 3 – гаряча пара розширюється і обертає турбіну, з'єднану з електрогенератором. При цьому виробляється електроенергія, що подається в систему по лініях електропередач; 4 – відпрацьована (холодна) пара надходить у вежу охолодження (градирню) і конденсується. 5 – холодна вода по свердловині закачується назад на глибину для замикання циклу

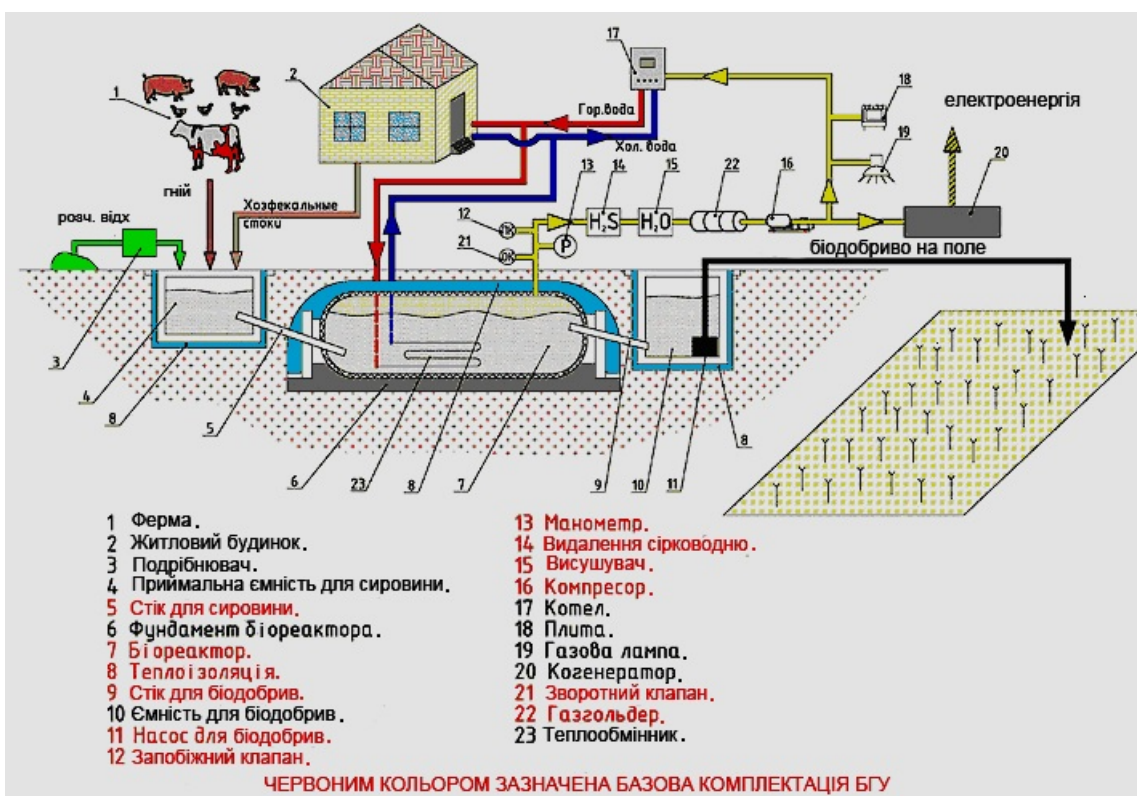


Рисунок 9 – Будова біогазової установки

Геотермальна енергія

Геотермальна енергетика – виробництво електроенергії, а також теплової енергії за рахунок енергії, що міститься в надрах Землі.

Джерела геотермальної енергії, за класифікацією Міжнародного енергетичного агентства, діляться на 5 типів:

- родовища геотермальної сухої пари – порівняно легко розробляються, але досить рідкісні, однак, половина всіх діючих в світі ГеоТЕС використовує тепло цих джерел;
- джерела вологої пари (суміші гарячої води і пари) – трапляються частіше, проте під час їх освоєння доводиться вирішувати питання запобігання корозії обладнання ГеоТЕС та забруднення доквілля (видалення конденсату через високий ступінь його засоленості);
- родовища геотермальної води (містять гарячу воду або пар і воду) – це так звані геотермальні резервуари, що утворюються внаслідок наповнення підземних порожнин водою атмосферних опадів і нагріваються магмою, що близько залягає;
- сухі гарячі скельні породи, розігріті магмою (на глибині 2 км і більше). Їх запаси найбільші;
- магма – нагріті до 1300 °С розплавлені гірські породи.

На рис. 8 зображені основні елементи і процеси геотермальної станції.

Економічна вигода від використання геотермальної енергії залежить від температури геотермального джерела. Так, при температурах вище 100 °С доцільно проводити розрахунок та проектування геотермальних електростанцій, оскільки можлива використання пари (водяної або проміжної) теплоносія як робочого тіла в турбіні. За температур нижче 100 °С раціонально розглянути використання геотермальної енергії для потреб водо-і теплопостачання.

Окремим способом використання геотермальної енергії є застосування тепловикористовувальних (абсорбційних

водоаміачних або бромистолітієвих) холодильних машин.

Головною перевагою геотермальної енергії є можливість її використання у вигляді геотермальної води або суміші води й пари (залежно від їх температури):

- для потреб гарячого водо- і теплопостачання;
- для вироблення електроенергії або одночасно для всіх трьох цілей.

Крім того, потрібно відзначити її практичну невичерпність і повну незалежність від умов навколишнього середовища, часу доби та року.

Недоліки геотермальної енергії:

- необхідність зворотного закачування відпрацьованої води в підземний водоносний горизонт;
- висока мінералізація термальних вод більшості родовищ;
- наявність у воді токсичних сполук, металів і розчинених газів;
- високі капітальні витрати на будівництво ГеоТЕС, оскільки необхідно застосовувати корозійно-стійкі матеріали;
- нерівномірність розподілу джерел геотермальної енергії по поверхні Землі [5].

Енергія біомаси

Біомаса – це органічні речовини, що зберегли в собі енергію Сонця завдяки процесу фотосинтезу. Джерелами палива з біомаси є наземна і водна рослинність, відходи сільськогосподарського і лісозаготівельного виробництва, муніципальні відходи і відходи тваринництва. На сьогодні ця галузь займає друге місце після гідроенергії зі списку альтернативних джерел енергії через свою дешевизну та доступність.

Відомі такі способи використання енергії біомаси:

- спалювання сухої біомаси на повітрі;
- суха перегонка, газифікація і скраплення;
- гідроліз і ферментація;
- анаеробне розкладання;
- реакція трансетерифікації (виробництво біодизелю);

Розрізняють рідке біопаливо для двигунів внутрішнього згоряння (наприклад, етанол, метанол, біодизель), тверде (дрова, брикети, паливні гранули, тріска, солома) і газоподібне (біогаз, синтез-газ, водень).

Розглянемо пристрій і принцип роботи біогазової установки (рис. 9). Основними елементами біогазової установки, залежно від комплектації, є: ємність гомогенізації; завантажувач твердого сировини; реактор; мішалки; газгольдер; система змішування води та опалення; газова система; насосна станція; сепаратор; когенераційна станція; прилади контролю; КВП із візуалізацією; аварійні факельні пальники і система безпеки.

У процесі анаеробного зброджування органічних відходів у біореакторі виходить біогаз зі складом: 60 % метан, 38 % CO₂, 2 % H₂S + H₂O. Після очищення від сірководню і вологи біогаз використовують у традиційних газових приладах з мінімальним доопрацюванням.

Рідкі біовідходи перекачуються на біогазову установку насосами. Тверді відходи доставляються транспортерною стрічкою, вантажівками чи іншими способами (шнековий завантажувач). Рідкі відходи потрапляють у попередню ємність, де відбувається гомогенізація маси та її підігрівання (іноді охолодження) до необхідної температури. З ємності гомогенізації і завантажувача твердих відходів біомаса надходить у реактор (ферментатор). Реактор є газонепроникним, повністю герметичним резервуаром із кислотостійкого залізобетону, теплоізолюваним шаром утеплювача. Усередині реактора підтримується фіксована для мікроорганізмів температура. Температура в реакторі може бути мезофільною 30–41 °C або термофільною ≈ 55 °C залежно від інтенсивності обороту біомаси. Всередині реактора біомаса потребує перемішування для вирівнювання її структури і температури по всій висоті реактора. Перемішування здійснюється за рахунок застосування мішалок (похилі, заглибні), міксерів і гідравлічних змішувальних пристроїв. Підігрівання реактора здійснюється теплою водою з температурою на вході й на виході 60 і 40 °C

відповідно. Якщо біогазова установка комплектується когенераційною установкою (теплоелектрогенератор), то вода від охолодження генератора використовується для підігрівання реактора. Тепла вода після генератора з температурою 90 °C, змішується з водою з температурою 40 °C і надходить у реактор за температури 60 °C.

У зимовий період біогазовій установці потрібно до 70 % вторинного тепла відведеного від теплоелектрогенератора. У літній – близько 10 %. Якщо біогазова установка працює лише на виробництво газу, тоді тепла вода береться від спеціально встановленого водогрійного котла. Витрати теплової та електричної енергії на потреби самої установки становлять від 5 до 15 % всієї енергії, яку дає біогазова установка.

Середній час гідравлічного відстоювання всередині реактора (залежно від субстратів) – 20–40 днів. Упродовж цього часу органічні речовини всередині біомаси метаболізуються (перетворюються) мікроорганізмами. Наприклад, для кукурудзяного силосу період бродіння становить 70–160 днів. Період бродіння визначає об'єм реактора.

Система автоматики контролює роботу насосної станції, мішалок, системи підігрівання, газової автоматики, генератора.

На вихід із біогазової установки надходять два продукти: біогаз і біодобрива (компостований і рідкий субстрат).

Біогаз зберігається в ємності для зберігання газу – газгольдері, де вирівнюються його тиск і склад. З газгольдера йде безперервна подача біогазу в газовий або дизель-газовий теплоелектрогенератор, що виробляє тепло та електрику. Приблизно з 1 м³ газу виходить 2 кВт/год електричної і 2 кВт/год теплової енергії.

Біодобрива відділяються на рідку та тверду фракції в сепараторі й зберігаються в ємності для зберігання біодобрива.

Переваги застосування енергії біомаси:

- висока здатність до поновлення;
- низька ціна;
- невеликий об'єм викидів (під час роботи теплоелектрогенератора);
- виключення підвищення вмісту CO₂ в атмосфері.

Недоліки:

- високий попит на біопаливо змушує сільгоспвиробників скорочувати посівні площі під продовольчими культурами й перерозподіляти їх на користь паливних;
- виснаження плідності ґрунтів за довготривалого вирощування «паливних» культур [3, 6–8].

ВИСНОВКИ

З наведеної вище інформації можна дійти висновку, що номенклатура альтернативних джерел енергії дуже широка, їх використання несе грандіозні перспективи для вирішення енергетичних проблем людства. Однак для поширення і здешевлення технологій використання АДЕ необхідні цільові державні та міжнародні програми, що підвищать рентабельність альтернативної енергетики та стимулюють її розвиток.

Прикладом таких програм можуть бути Європейські програми підтримки виробників біотоплива – пільги та знижене податкове навантаження для сільських господарств та підприємств, що вирощують та виробляють біопаливо. Крім того, у США та Європі діють так звані «зелені тарифи», покликані підвищити попит на електроенергію, що отримується з АДЕ, та пришвидшити окупність установок альтернативної енергетики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мхитарян Н. М. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. Опыт и перспективы : монография. – К. : Наукова думка, 1999. – 320с.
2. Вальехо Мальдонадо Пабло Рамон. Энергосберегающие технологии и альтернативная энергия : учеб. пособие. – М. : РУДН, 2008. – 204с.
3. Германович В. Альтернативные источники энергии. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы / В. Германович, А. Турилин. – СПб. : Наука и Техника, 2011. – 320 с.
4. Бернштейн Л. Б. Приливные электростанции. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 296 с.
5. Берман Э. Геотермальная энергия / перевод с англ.; под ред. Б. Ф. Маврицкого. – М. : Мир, 1978. – 416 с.
6. Баадер Б. Биогаз: теория и практика. – М. : Колос, 1982. – 148 с.
7. Эдер Барбара, Шульц Хайнц. Биогазовые установки : практическое пособие / перевод с нем. Zorg Biogas, 2008.
8. Baskar Ch., Baskar S., Dhillon R.S. (Eds.) Biomass Conversion: The Interface of Biotechnology, New York Dordrecht London, 2012. XXVII, 463 p.

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЙ НА ДОВКІЛЛЯ

Упровадження технічних рішень супроводжується впливом на довкілля, що визначається специфікою проектів. Розробнику на етапі планування важливо розуміти всі особливості впливу проекту на навколишнє середовище. Це дозволить мінімізувати ризиків проекту, використати його сильні сторони та за необхідності передбачити заходи щодо зниження навантаження на довкілля. Під час здійсненні пошуку рішень щодо зниження навантаження на довкілля доцільно враховувати сучасний передовий досвід із доступних інформаційних джерел.

The implementation of technical solutions is accompanied by environmental impact, what determines by project specificity. At the planning stage, the developer needs to understand the properties of the project impact on the environment. It minimizes the project risks, allows using of projects strong sides and, in case of need, ensures measures for reducing the environmental impact. It is very reasonable to take into account the modern experience, available in opened informational resources, concerning the ways of decreasing of the environmental impact.

ВСТУП

Упровадження будь-яких технічних рішень супроводжується впливом на довкілля. Такі впливи зумовлені специфікою конкретних технічних рішень і їх не завжди легко оцінити. В певних випадках фактори навантаження на довкілля є очевидними. Впровадження деяких технічних рішень позначається опосередкованим або відтермінованим у часі негативним впливом на довкілля.

На етапі розроблення технічних рішень важливо розуміти, які наслідки вони матимуть по відношенню до навколишнього середовища. Це дозволить:

- мінімізувати навантаження на довкілля;
- уникнути конфліктів із громадськістю на етапі реалізації проекту та експлуатації обладнання;
- мінімізувати ризики порушення вимог чинного екологічного законодавства.

Відповідно до національного законодавства на етапі розроблення проекту необхідно виконати оцінку впливу проектних рішень на навколишнє середовище. Якщо передбачається співпраця з міжнародними компаніями або фінансовими структурами, вони, як правило, також вимагають виконання оцінки впливу на навколишнє середовище. Багато міжнародних фінансових структур мають програми пільгового надання кредитів або грантової допомоги для проектів, що передбачають зниження навантаження на довкілля. Це дозволяє підвищити шанси успішної реалізації проекту.

Для підвищення якості оцінки впливу на навколишнє середовище можна залучати профільних фахівців у цій сфері, а результати аналізу необхідно враховувати під час обрання відповідних технічних рішень.

ОЦІНКА ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

Одним із методів оцінювання рівня навантаження на навколишнє середовище в процесі людської діяльності є метод оцінювання життєвого циклу продукції (ОЖЦ). ОЖЦ націлене на виявлення негативного впливу продукції на навколишнє середовище впродовж всього періоду її існування (рис. 1). Принципи та структура робіт із ОЖЦ продукції встановлені в міжнародних стандартах серії ISO 14040 і їх вітчизняного аналога ДСТУ ISO 14040 «Екологічне керування. Оцінювання життєвого циклу. Принципи і структура» та ряді інших ДСТУ цієї серії. ОЖЦ безпосередньо може використовуватись у сфері розроблення і вдосконалення виробництв, продукції чи інших видів діяльності.

Вилучення та первинне оброблення природних ресурсів

Процеси техногенного вилучення природної сировини (видобуток руди, вирубка лісу тощо) та первинної його підготовки, обробки або збагачення є серйозними джерелами антропогенного навантаження на довкілля, зокрема її забруднення і порушення екологічних систем. Таким чином, матеріалоємність виробництва напряму пов'язана з відповідним навантаженням на довкілля.

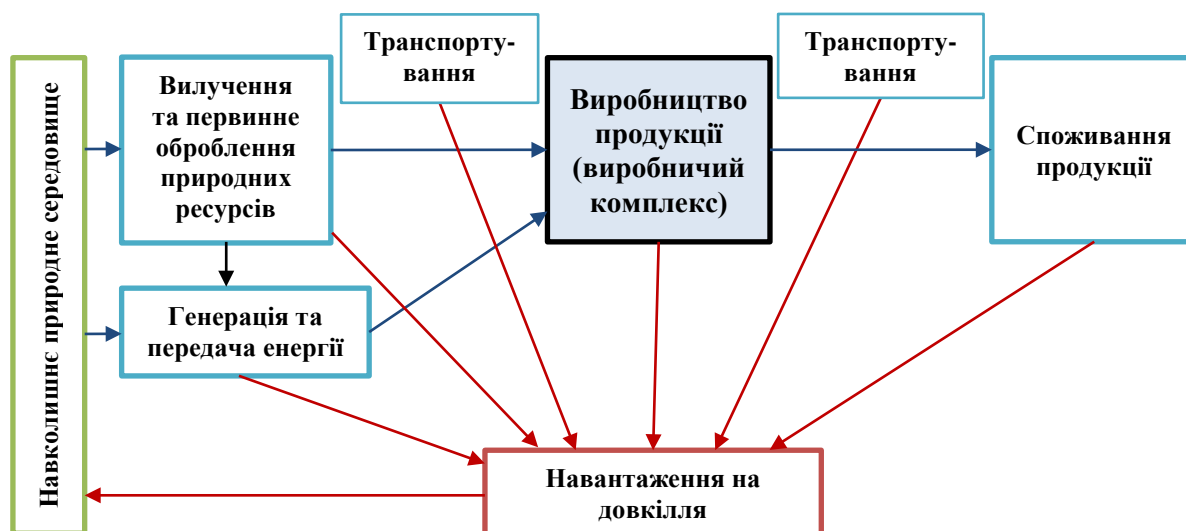


Рисунок 1 – Життєвий цикл продукції

Транспортування

З точки зору аналізу навантаження на довкілля, обумовленого транспортуванням сировини або продукції потрібно виділити викиди продуктів згоряння палива і відходи, що утворюються під час експлуатації транспортних засобів.

Генерація та передача енергії

Генерація енергії супроводжується навантаженням на довкілля: викиди забруднюючих речовин під час спалювання палива, утворення радіоактивних відходів на АЕС, затоплення територій під час створення ГЕС тощо. Таким чином, споживання енергії опосередковано призводить до навантаження на довкілля в місцях її генерації.

Виробництво продукції

Виробничі підприємства призводять навантаження на довкілля через:

- споживання природних ресурсів;
- споживання енергетичних ресурсів;
- викиди забруднюючих речовин та парникових газів в атмосферне повітря;
- скиди стічних вод у водні об'єкти;
- утворення та видалення виробничих відходів.

Також необхідно звернути увагу на те, що діяльність будь якого виробництва пов'язана зі споживанням сировини, яка виробляється на інших підприємствах. Це призводить до того, що, споживаючи таку сировину, ми спричиняємо певне

навантаження на довкілля на підприємстві, що її виробляє. Крім того, змінюючи тип сировини, ми призводимо до зміни навантаження на довкілля.

Споживання продукції

Навантаження на довкілля може бути спричинене використанням деяких видів продукції (випаровування розчинників під час висихання фарби, споживання електроенергії телевізором тощо). Через певний час будь-яка продукція перетворюється на відхід, якого необхідно позбутися. Це призводить до навантаження на довкілля.

Придбання будь-якого товару спричинює техногенне навантаження на довкілля протягом усього життєвого циклу. Подовження терміну експлуатації відповідно знижує екологічне навантаження.

ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ НА ЕТАПАХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОЕКТУ

Аналізуючи навантаження на довкілля, що може виникати під час упровадження певних інженерних рішень, необхідно виділити такі етапи проектного циклу:

- створення виробничих потужностей, включаючи виготовлення обладнання/технології, проведення будівельних та монтажних робіт тощо;
- експлуатація технології/обладнання, зокрема у разі виникнення позаштатних ситуацій;
- зупинення виробництва/демонтаж обладнання.

Створення виробничих потужностей

Якщо реалізація певного технічного рішення передбачає створення нового об'єкта (встановлення міні ГЕС, створення біогазового комплексу тощо), для таких проектів важливим є оцінювання впливу на навколишнє середовище на етапі будівництва.

На етапі створення певних об'єктів може спостерігатися значне техногенне навантаження на довкілля через порушення, геологічного середовища, гідрологічної обстановки, екосистем тощо.

Для оцінки впливу на довкілля діяльності на цьому етапі необхідно в деталях уявляти процес створення об'єкта. Також потрібно мати інформацію про фізико-географічні особливості району й майданчика розміщення об'єкта.

Така інформація містить дані про рельєф місцевості, геологічні характеристики, інформацію про наявні водні об'єкти, про наявність об'єктів природно-заповідного фонду, узагальнену характеристику флори та фауни тощо. Необхідно враховувати розташування поряд житлової забудови, зон рекреації, лікувальних об'єктів тощо.

Оцінка впливу на навколишнє середовище під час будівництва повинна виконуватися відповідно до вимог ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд» і передбачає заходи щодо:

- захисту повітряного середовища та боротьби з шумом й іншими негативними фізичними впливами;
- охорони поверхневих і підземних вод;
- охорони ґрунту;
- охорони рослинного і тваринного світу, заповідних об'єктів;
- охорони умов життєдіяльності людини;
- охорони пам'яток історії і культури;
- охорони оточуючих об'єктів техногенного середовища.

Виконується комплексний аналіз стану будівельного майданчика і встановлюються вимоги до:

- розміщення під'їзних доріг та стоянок автотранспорту;
- підйомно-транспортних механізмів, будівельного обладнання, електроприладів, інструментів тощо;
- інженерного облаштування побутових приміщень та складських об'єктів;
- вивезення або утилізації будівельних відходів та рекультивації земель після завершення будівельної діяльності;
- вибору оптимальних технологічних рішень, що знижують негативний вплив будівництва на навколишнє середовище до нормативного рівня.

Виготовлення технологічного обладнання також призводить до навантаження на довкілля. Підходи до оцінювання негативного впливу подібні тим, що застосовуються під час оцінювання впливу експлуатації об'єкта. Більш детально вони будуть розглянуті нижче.

Експлуатація технології / обладнання

Основними факторами впливу виробничої діяльності на довкілля є:

- споживання природних ресурсів;
- споживання енергетичних ресурсів;
- викиди забруднюючих речовин та парникових газів у атмосферне повітря;
- скиди стічних вод у водні об'єкти;
- утворення та видалення виробничих відходів.

Часто проектні рішення призводять до зниження навантаження та довкілля через підвищення ефективності використання сировини та/або енергоресурсів. Можливі рішення, що орієнтовані на зменшення обсягів викидів, скидів або відходів.

У ході планування виробничої діяльності потрібно враховувати необхідність дотримання вимог чинного законодавства щодо впливів на навколишнє середовище.

При цьому потрібно бути обережним: зниження навантаження за одним напрямом може підвищувати негативний вплив за іншим.

Наприклад:

1. Встановлення твердопаливного котла, що працює на пелетах із відходів деревини замість газового котла.

Позитивні екологічні наслідки:

- утилізація відходів деревини;
- зменшення використання викопного палива;
- зниження викидів парникових газів.

Негативні екологічні наслідки:

- збільшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

2. Встановлення міні ГЕС.

Позитивні екологічні наслідки:

- заміщення електричної енергії, що виробляється переважно на теплових електростанціях;
- зниження викидів парникових газів.

Можливі негативні екологічні наслідки:

- порушення гідрології річкової системи;
- підтоплення прилеглих територій;
- вплив на річкові екосистеми.

3. Установлення рідинного скрубера

Позитивні екологічні наслідки:

- зниження викидів пилу в атмосферне повітря.

Негативні екологічні наслідки:

- додаткове споживання енергії;
- додаткове споживання води;
- утворення шламу (вловлені рідиною тверді частинки).

Для інженерних об'єктів необхідно передбачати ймовірність виникнення надзвичайних/аварійних ситуацій та їх наслідків щодо впливу на довкілля.

Зупинення виробництва

Після припинення виробничої діяльності може залишатися відпрацьоване технологічне обладнання, будівельні споруди, комунікації, місця накопичення відходів тощо.

Приведення території в стан, що задовольнятиме вимоги екологічної безпеки, потребує достатньо великих витрат. Це повинно бути враховано на етапі розроблення технічних рішень, щоб правильно планувати діяльність упродовж усього проектного циклу.

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЗНИЖЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ ПРОМИСЛОВИПИ ОБ'ЄКТАМИ

Методи зниження впливу промислових об'єктів на довкілля зазнали певних еволюційних змін, які можна виділити у такі етапи (табл. 1).

Таблиця 1

Етапи еволюційних змін

Роки	Пояснення
1960-ті	Розбавлення забруднюючих речовин в навикишньому середовищі (розсіювання в атмосфері, розбавлення в водному середовищі тощо)
1970-ті	Впровадження заходів «кінця труби» (встановлення фільтрів, очисних споруд тощо)
1980-ті	Перероблення (методи утилізації)
1990-ті	Попередження утворення забруднень

Директиви ЄС

1. Директива Ради Європи 96/61/ЕС щодо Інтегрованої системи попередження забруднення та боротьби з ним (Integrated pollution prevention and control).

2. Директива № 2008/1/ЕС Європейського Парламенту і Ради про запобігання та контроль забруднень (Кодифікована версія).

3. Directive 2010/75/EU of The European Parliament And of the Council on industrial emissions (integrated pollution prevention and control).

Сьогодні в провідних країнах світу застосовується комплексне (інтегроване) запобігання і контроль забруднення (КЗКЗ).

Основні положення КЗКЗ

Різні підходи до контролю викидів у повітря, воду або ґрунт можуть заохочувати перенесення забруднення між різними частинами навколишнього природного середовища замість захисту навколишнього природного середовища в цілому.

Метою інтегрованого підходу до контролю та запобігання забруднення повітря, води, ґрунту є мінімізація емісій забруднюючих речовин для досягнення

високого ступеня захисту навколишнього природного середовища загалом.

Положення Директив про КЗКЗ поширюється на категорії промислової діяльності, наведені в Додатку I Директив про КЗКЗ (найбільші забруднювачі). На таких об'єктах повинні впроваджуватися найкращі доступні технології (НДТ).

«НДТ» означає найефективніші й найбільш розвинені види діяльності та методи керування, на підставі яких визначають граничні значення навантажень на довкілля, встановлюють вимоги щодо запобігання забрудненню та зниження рівня впливу на довкілля в цілому.

«Технологія» означає як використовувану техніку, так і методи розроблення, виготовлення, експлуатації, управління та виведення із експлуатації устаткування.

«Доступна» технологія означає технологію, рівень розвитку якої дозволяє її використання у відповідній галузі промисловості як економічно так і технічно життєздатну, враховуючи переваги й витрати, якщо вона доступна для використання оператором.

«Найкраща» означає найефективнішу технологію з точки зору досягнення високого загального рівня охорони навколишнього середовища в цілому.

Упровадження НДТ дозволяє:

- знижувати навантаження на довкілля;
- скорочувати виробничі витрати;
- підвищувати якість продукції.

Довідники з НДТ доступні на сайті Європейського бюро КЗКЗ (<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>) та включають:

7 «горизонтальних» довідників НДТ:

1. Очищення виробничих стічних вод і відхідних газів, та системи менеджменту в хімічній промисловості.

2. Управління відходами та порожніми породами гірничорудної діяльності.

3. Системи охолодження (промислові).

4. Викиди та скиди (шкідливих речовин за зберігання сипких та небезпечних матеріалів).

5. Загальні принципи моніторингу.

6. Економічні аспекти та питання впливу на різні компоненти навколишнього середовища.

7. Енергоефективність (ефективне використання енергії).

26 галузевих довідників НДТ:

1. Великі установки спалювання (теплоелектростанції).

2. Нафто- і газопереробні заводи.

3. Виробництво чавуну і сталі.

4. Оброблення чорних металів.

5. Виробництво та оброблення кольорових металів.

6. Ковальська справа та ливарне виробництво.

7. Оброблення поверхні металів і пластику (електрохімічні покриття).

8. Виробництво цементу та вапна.

9. Виробництво скла.

10. Виробництво керамічних виробів.

11. Великотоннажне виробництво органічних хімічних речовин.

12. Тонкий органічний синтез.

13. Полімери.

14. Виробництво хлору і лугів.

15. Великотоннажне виробництво аміаку, неорганічних кислот і добрив.

16. Великотоннажне виробництво твердих неорганічних речовин (солей, оксидів) та ін..

17. Спеціальні неорганічні речовини (засоби захисту рослин, фармацевтичні засоби, вибухові речовини та ін.).

18. Целюлозно-паперова промисловість.

19. Текстильна промисловість.

20. Дублення шкір і шкіри.

21. Скотобійні і побічні продукти тваринного походження.

22. Виробництво продуктів харчування, напоїв і молока.

23. Інтенсивне тваринництво.

24. Обробка поверхонь органічними розчинниками.

25. Переробка відходів (підприємства з переробки відходів).

26. Спалювання відходів.

Використання довідників НДТ дозволяє порівнювати показники емісій забруднюючих речовин подібних виробництв, порівнювати технологічні показники подібних виробництв

(споживання енергії, ресурсів тощо), виконувати аналіз альтернативних технологічних рішень. У результаті можна оцінити потенціал покращання на виробництві та знаходити рішення наявних проблем екологічного та технологічного характеру.

ВИСНОВКИ

Урахування вищенаведених факторів необхідне на етапі розроблення інженерних рішень. Це дозволить передбачити джерела та причини навантаження на довкілля та мінімізувати їх вплив. У ході здійснення пошуку рішень щодо зниження навантаження на довкілля доцільно враховувати сучасний передовий досвід із доступних інформаційних джерел.

ТЕХНІЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТА ОСНОВНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

Курс на інтеграцію до Європейського Союзу (ЄС) є одним із головних пріоритетів зовнішньої політики України на сучасному етапі її розвитку. Отже, всебічне ознайомлення з правом ЄС і, як наслідок, свідоме та послідовне застосування набутих знань у процесі формування правової сфери української держави – все це, на наш погляд, є необхідною умовою успішного подолання труднощів на шляху України до ЄС. За останні 15 років стандартизація в Європі зазнала докорінних змін. Вона стала важливим доповненням законодавства ЄС у сфері регулювання товарів та послуг на внутрішньому ринку. З розвитком із початку 1980-х рр. директив т.зв. Нового підходу стандартам приділяється все більше уваги, оскільки відповідність товару певним нормам передбачає їх відповідність і головним вимогам, що містяться у відповідних директивах. Запропонована робота базується на матеріалах: проекту «Правничі студії в Україні: Київ та окремі регіони» (Програма Tacis Європейського Союзу) та проекту «Технічна допомога українській інфраструктурі якості EuropeAid/126112/C/SER/UA/8».

At present times, the integration course of Ukraine to European Union is one of the most important priorities of external politics of Ukraine. Thereby, the detailed acquaintance with EU right and, as a consequence, conscious and successive application of the obtained knowledge during the process of formation of legal sphere of Ukrainian country – this all, to our mind, is the required condition of successful overcoming of difficulties on Ukraine's way to EU. For the last 15 years, the standardization in Europe has undergone changes. It became the important addition to EU legislation in the sphere of regulation of products and services on internal market. Since development of the directives of so-called New Approach starting from 1980, the special attention pays to the standards, because the correspondence of products to the definite norms foresees their correspondence to main requirements, indicated in appropriate directives. The proposed work is basing on materials of the project "Legal studios in Ukraine: Kyiv and separate regions" (EU Programme Tacis) and project "Technical support of Ukrainian quality infrastructure EuropeAid/126112/C/SER/UA/8."

ВСТУП

Курс на інтеграцію до Європейського Союзу (ЄС) є одним із головних пріоритетів зовнішньої політики України на сучасному етапі її розвитку. Отже, всебічне ознайомлення з правом ЄС і, як наслідок, свідоме та послідовне застосування набутих знань у процесі формування правової сфери української держави – все це, на наш погляд, є необхідною умовою успішного подолання труднощів на шляху України до ЄС.

За останні 15 років стандартизація в Європі зазнала докорінних змін. Вона стала важливим доповненням законодавства ЄС у сфері регулювання товарів та послуг на внутрішньому ринку. З розвитком із початку 1980-х рр. директив т.зв. Нового підходу стандартам приділяється все більше уваги, оскільки відповідність товару певним нормам передбачає їх відповідність і головним вимогам, що містяться у відповідних директивах. Сьогодні 90 % усіх стандартів, що приймаються у Європі, є європейськими або міжнародними [1].

ВИЗНАЧЕННЯ, ГОЛОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ЦІЛІ СТАНДАРТИЗАЦІЇ

Стандартизацію можна визначити як добровільний та заснований на принципі консенсусу процес встановлення технічних вимог за допомогою відкритих і прозорих процедур з боку незалежних і визнаних органів стандартизації.

Стандарт – це документально оформлена добровільна угода, що встановлює основоположні критерії для товарів, послуг та процесів. Таким чином, за допомогою стандартів забезпечуються відповідність товарів та послуг їх призначенню, їх порівняння та сумісність.

Міжнародна організація зі стандартизації: Міжнародна організація зі стандартизації (ISO); Міжнародна електротехнічна комісія (IEC); Європейський комітет зі стандартизації (CEN); Європейський комітет із стандартизації в електротехніці (CENELEC); Міждержавна рада зі стандартизації, метрології та сертифікації (МДР); Міжнародна організація законодавчої метрології (OIML); Організація Євроазіатського співробітництва державних метрологічних установ (COOMET); Організація національних метрологічних

установ держав Європи (EUROMET); Генеральна конференція мір та ваг (CGPM) дають таке визначення стандарту:

«Технічні вимоги чи інший вільний для громадського ознайомлення документ, вироблений спільними зусиллями та на основі принципу консенсусу або загальним схваленням усіх зацікавлених сторін, що базується на консолідованих результатах діяльності у сфері науки, технології та людського досвіду, спрямований на розвиток оптимальних суспільних вигод, і ухвалений органом, визаним на національному, регіональному та міжнародному рівнях». Це визначення прийняте більшістю національних та регіональних органів стандартизації.

Європейські стандарти – це відкриті для громадськості технічні вимоги, прийняті одним із європейських органів стандартизації з метою повторюваного і постійного використання і відповідність яким не є обов'язковою.

Гармонізовані стандарти – це європейські стандарти, прийняті європейськими органами стандартизації і підготовлені відповідно до Загальних принципів, узгоджених між Європейською Комісією та європейськими органами стандартизації, та відповідно до мандату, що видається Європейською Комісією після консультацій із країнами-членами.

Гармонізовані стандарти не є своєрідною категорією європейських стандартів, вони лише підпадають під правове визначення стандартів, що подається у директивах Нового підходу.

Щодо терміна «прийняття міжнародного стандарту (МС) через національний стандарт України (ДСТУ)» – це видання національного нормативного документа на основі відповідного МС чи підтвердження, що МС має такий саме статус, що й національний нормативний документ, із зазначенням будь-яких відхилень від МС.

ДСТУ 1.7 встановлює такі методи прийняття МС.

Метод підтвердження є процедурно найпростішим методом прийняття:

- Національний орган оголошує, що МС має статус національного стандарту;

- публікується підтверджувальне повідомлення щодо прийняття МС як національного;
- текст стандарту до підтверджувального повідомлення не додається.

Метод обкладинки:

- МС приймається як національний стандарт, включаючи будь-які дозволені зміни та технічні поправки;
- МС видається мовою оригіналу з національними обкладинкою та передмовою;
- на обкладинці зазначається національне позначення стандарту, і МС стає частиною національної системи стандартизації.

Метод перевидання передбачає три методи:

- передрук;
- переклад;
- перероблення (прийняття за новим проектом).

Для порівняння національних стандартів з відповідними МС установлюють три ступені відповідності: ідентичний, модифікований, нееквівалентний.

Позначення чи скорочення ступеня відповідності повинне бути подане після назви національного стандарту та позначення МС, включаючи його дату публікації.

Повинні вживатися такі позначення або скорочення:

- «ідентичний» або «IDT»;
- «модифікований» або «MOD»;
- «нееквівалентний» або «NEQ».

Ідентичний – це гармонізований стандарт, ідентичний за змістом і формою подання.

Модифікований стандарт – це національний стандарт, що має технічні відхилення, однак відтворює структуру міжнародного стандарту.

Нееквівалентний стандарт – це стандарт, що має технічні відхилення або зміни в структурі, які чітко не визначені і не пояснені. Такі стандарти не є гармонізованими.

Таким чином, із цих різних визначень можна виділити такі головні характеристики стандарту:

- добровільність процесу: стандартизація не може бути нав'язаною, а мотивація створення стандартів має або економічну, або регуляторну основу;
- це процес на основі консенсусу: стандарт приймається на основі методу, що потребує консенсусу всіх зацікавлених сторін (представники промислових груп, середні та малі підприємства, органи державної влади, споживачі, працівники тощо);
- відкритість та прозорість відповідних процедур: відкриті та прозорі процедури забезпечують захист стандартизації від брудної конкуренції. Стандарт ухвалюється після запиту і рішення на державному рівні, щоб органи державної влади могли спиратися на нього під час реалізації своєї політики;
- призначення для повторюваного та постійного використання;
- його використання здебільшого не є примусовим: відповідність стандартам залишається добровільною.

Розроблення стандартів відбувається за умови існування певної галузі, ринку чи суспільної потреби. Наприклад:

- галузь може потребувати певного стандарту для забезпечення універсальних експлуатаційних характеристик товару чи послуги; стандарти також можуть представляти технічне рішення певної проблеми, забезпечення передачі та поширення технологій;
- затвердження стандартів принесе користь ринку, оскільки вони сприяють чесній конкуренції; до того ж стандарти є дієвим засобом підвищення конкурентоспроможності підприємства на ринку;
- користь стандарту для суспільства проявляється у підвищенні якості та безпеки товару, його впливу на навколишнє середовище [1].

ЗНАЧЕННЯ СТАНДАРТИЗАЦІЇ У ЄВРОПЕЙСЬКОМУ СОЮЗІ

Стандарти відіграють важливу роль у розбудові спільного ринку через низку

нормативних актів під назвою «директиви Нового підходу». У цих актах ЄС визначаються головні вимоги до товарів та послуг для можливості їх подальшого продажу на території Європейського Союзу. Таким чином, розроблення стандартів на рівні ЄС допомагає виробникам привести виробничий процес та свою продукцію у відповідність до норм законодавства ЄС із метою забезпечення свободи руху товарів на спільному ринку. Директиви Нового підходу є особливими у тому розумінні, що вони не містять технічних деталей. У них передбачені загальні вимоги до безпеки, а вже виробник повинен на основі цих вимог розробити технічні рішення. Одним із найкращих шляхів такого втілення для виробника є використання спеціально розроблених європейських стандартів. Ці стандарти називають гармонізованими, і вони передбачають відповідність директиві, згідно з якою вони розроблялися.

Однак необхідно зазначити, що стандарти директив Нового підходу, становлять лише 25 % усіх європейських стандартів, усі інші стандарти були продиктовані ринком та розроблені без доручень з боку органів влади.

Примітка. Одним із елементів стандартизації в Україні є впровадження технічних регламентів – закон України або нормативно-правовий документ, прийнятий КМУ, у якому визначено характеристики продукції або пов'язані з нею процеси чи способи виробництва, а також вимоги до послуг, включаючи відповідні положення, дотримання яких є обов'язковим (див. Закон України «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності» [1]).

НОВИЙ ПІДХІД ЩОДО ГАРМОНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ НОРМ ТА СТАНДАРТІВ

Однією із найістотніших проблем під час формування внутрішнього ринку країн ЄС стало подолання бар'єрів на шляху торгівлі. Вони були створені на основі різноманітних правомірних національних норм щодо захисту безпеки і здоров'я громадян, захисту навколишнього середовища. Одним із шляхів вирішення є діяльність із гармонізації законодавства, зведена до закріплення основних вимог,

відповідність до яких надає товару право вільного руху всередині Співтовариства.

«Новий підхід у розрізі гармонізації технічних норм та стандартів», затверджений Радою ЄС 7 травня 1985 року, – це нова методика гармонізації національних законодавств і є логічним продовженням принципу взаємного визнання.

Із цього часу гармонізація має обмежуватися встановленням «необхідних умов» або основних завдань щодо безпеки, яким мають відповідати товари, що виходять на ринок і, таким чином, одержувати право вільного руху всередині Співтовариства. Формування системи технічних норм, учасники ринку якої потребують для виробництва і продажу товарів і які відповідають головним вимогам, затвердженим у директивах, є завданням європейських органів, що діють у сфері стандартизації.

Новий підхід у вигляді гармонізації технічних норм базується на чотирьох фундаментальних принципах:

- зміст директиви зводиться до перелічення основних вимог до безпеки, яким має відповідати товар з метою його допущення до вільного руху всередині Співтовариства;
- функцію створення системи технічних норм, що дозволить забезпечити відповідність товарів поставленим до них вимогам, покладено на європейські органи стандартизації, головним чином – на CEN та CENELEC;
- дотримання технічних норм є добровільним за своєю природою; тобто виробник залишає за собою право виробляти продукцію без дотримання стандартів, затверджених європейськими органами стандартизації, але в такому разі він буде змушений доводити, що його продукція відповідає необхідним умовам відповідної директиви;
- національні органи виконавчої влади повинні визнавати продукцію, вироблену відповідно до гармонізованих стандартів (це завіряється маркуванням CE), як таку,

що відповідає необхідним вимогам відповідної директиви. Національні органи виконавчої влади не можуть заборонити імпорт товару, що відповідає таким стандартам.

Новий підхід має багато переваг:

- зняття перешкод на шляху законотворчого процесу у Співтоваристві;
- підвищення ефективності й спрощення багатьох директив;
- полегшення адаптації до технічного прогресу;
- надання більшої свободи учасникам ринку.

«...Це спрощує процес прийняття директив, які внаслідок цього стають більш простими, і до того ж він надає економічним гравцям більшу свободу дій, оскільки законодавство більше не обтяжене технічними нормами. Це дозволяє повне і просте заміщення національного законодавства відповідними директивами, іншими словами, забезпечує їх уніфікованість. У майбутньому виробник матиме справу із єдиними нормами безпеки для всього Співтовариства й одержуватиме переваги від більшої свободи, що втілюватиметься у виборі технічного рішення. Також важливо зауважити, що цей новий поштовх, який призводить до зосередження більшої уваги на ризиках, аніж на самому товарі, дозволив досягти значного розширення сфери застосування відповідних директив...» [2].

Широка свобода дій, яку надає підприємствам цей метод гармонізації, означає і певний ризик для споживача. Особливої критики зазнають такі позиції:

- невідповідність або навіть відсутність стандартів щодо певних ризиків (наприклад, акустичних в іграшкових товарах) або щодо певних видів товарів (наприклад, велосипедів);
- занадто низький рівень участі організацій із захисту споживачів у процесі створення і прийняття стандартів. Стандарт повинен бути результатом консенсусу між виробниками і користувачами продукції, які мають рівне пред-

ставництво в органах стандартизації, але насправді ситуація інша;

- добровільний характер методу. Виробники можуть не довіряти певним технічним стандартам і відповідність останнім набуває обов'язкового характеру лише за умови прямої прив'язки в контракті. І хоча необхідність обов'язкової відповідності прийнятому стандарту може бути затверджена у законодавчій чи регулятивній нормі, практика надання стандарту обов'язкового характеру трапляється досить рідко;
- повільність процесу прийняття та перегляду вже прийнятих стандартів. Оскільки органи стандартизації повинні дотримуватися встановленої процедури і можуть лише гарантувати достовірність стандартів, процес розроблення і перегляду стандартів характеризується певною повільністю, що становить справжню перешкоду ефективності процесу стандартизації у секторах зі швидким технологічним розвитком;
- низький імідж маркування CE серед споживачів і ризик зловживання з боку підприємств. На додаток до можливості сплутати його з іншими маркуваннями, знак маркування CE, що довільно ставиться підприємствами на своїй продукції без жодної перевірки його відповідності третьою стороною, вводить в оману багатьох споживачів, які впевнені, що, як і знак якості, він символізує гарантію безпеки.

Однак деякі вчені вважають, що Новий підхід становить небезпеку самому розвитку політики захисту споживачів у Європейському Співтоваристві. «...Цей підхід є скоріше заходом розблокування програми гармонізації і забезпечення більшої свободи руху товарів, аніж інструментом політики захисту споживачів. По-перше, аспекти щодо безпеки споживчих товарів беруться до уваги лише за умови, що вони можуть становити перешкоду для торгівлі. По-друге, він становить небезпеку чинним стандартам безпеки у країнах-членах та обмежує можливість розвитку кращих

стандартів та норм безпеки на рівні Співтовариства. Така ситуація склалася внаслідок того, що одна із фундаментальних стратегій цього підходу (наприклад, взаємне визнання стандартів країн-членів) базується на хибній вихідній умові, що стандарти охорони здоров'я, безпеки та захисту прав споживачів є подібними у всіх країнах Співтовариства...» [3].

ГЛОБАЛЬНИЙ ПІДХІД ТА СЕРТИФІКАЦІЯ Й ВИПРОБОВУВАННЯ

Технічні бар'єри, спричинені нормами, дуже часто приховують інші бар'єри на шляху торгівлі, які подолати набагато важче. І ці бар'єри створюються системами, які мали б установлювати відповідність товарів певним стандартам і нормам. Із роками стало зрозуміло, що постала необхідність послідовного вирішення проблеми поступової гармонізації технічних стандартів.

На додаток до принципів Нового підходу необхідне також визначення умов достовірної оцінки відповідності.

У Своєму Комюніке до Ради ЄС від 15 червня 1989 «Про Глобальний підхід до сертифікації та випробовувань» (Communication to the Council of 15 June 1989 on the Global approach to certification and testing) Європейська Комісія визнала необхідність комплексної політики та системи оцінки відповідності.

Так, Комісією було запропоновано дії на трьох різних рівнях:

- рівень А – основні структури;
- рівень В – норми;
- рівень С – необхідність європейської інфраструктури сертифікації та випробовувань [1].

До цього Комюніке було прийнято Резолюцію Ради ЄС від 21 грудня 1989 року «Про Глобальний підхід до оцінки відповідності» (Resolution of 21 December 1989 on a global approach to conformity assessment) з метою «створення умов, які дозволять функціонування принципу взаємного визнання доказів відповідності і в регуляторній, і в нерегуляторній сферах».

Європейська Комісія визначила 5 керівних принципів, підкреслюючи важливість послідовного підходу до

перевірки відповідності у європейському законодавстві:

Розроблення спільних процедур оцінки відповідності, а також критеріїв використання цих процедур та оповіщення компетентних органів країн-членів. Ці процедури (розподільчі модулі) було розроблено для різних фаз проведення оцінки відповідності. Крім того, використання маркування СЕ означає відповідність товару певним законодавчим нормам та слугує європейським паспортом перевірених товарів, що дозволяє свободу їх руху всередині Європейського Співтовариства.

Розвиток європейських стандартів щодо забезпечення якості (серія ISO 9000) та вимог, що ставляться уповноваженими органами (серія ISO 17000) у всіх країнах-членах, а також розбудова акредитаційної системи і використання методів взаємного порівняння на рівні країн-членів та Співтовариства.

Створення панєвропейської організації із сертифікації та випробовувань, яка б відповідала за нерегуляторні угоди про визнання у сфері сертифікації та випробовувань. Ця організація має бути максимально гнучкою та слугувати форумом, на якому б могли укладатись угоди про визнання.

Дослідження можливих наслідків існування різних рівнів розвитку сертифікації та випробовування у різних країнах Співтовариства (системи еталонування та метрології, дослідні лабораторії, органи перевірки та сертифікації, акредитаційні органи) і подальша підготовка програми заходів на рівні Співтовариства.

Розвиток міжнародної торгівлі регламентованими товарами з третіми країнами. У світлі угод про взаємне визнання, згідно зі ст. 113 Договору, Співтовариство повинне забезпечити однакові умови товарам із третіх країн і товарам місцевих виробників.

Головною метою процедури оцінки відповідності є дати можливість органам влади забезпечити відповідність товарів, випущених на ринок, вимогам, визначених у положеннях директив, особливо тим

вимогам, що стосуються безпеки та здоров'я користувачів і споживачів.

Формування Глобального підходу було завершено Рішенням Ради ЄС 90/683/ЕЕС, яке згодом було замінено і поновлено Рішенням 93/465/ЕЕС від 22 червня 1993 року, в якому наведені керівні принципи використання порядку оцінки відповідності, визначеного у директивах із гармонізації, та основні правила єдиного маркування СЕ.

Порядок оцінки відповідності, визначений директивами Нового підходу, впорядкований на основі модулів оцінки відповідності. Модульний підхід, уведений нормативними актами Глобального підходу, поділяє процес оцінки відповідності на декілька операцій (модулів) з метою забезпечення гнучкості процесу оцінки з огляду на весь виробничий процес і його адаптування до цілей кожної окремої операції.

Модулі відрізняються залежно від різноманітних складових, таких як:

- ступінь розвитку товару (наприклад, дизайн, прототип, замкненість виробництва);
- вид оцінювання, що застосовується (наприклад, перевірка документації, затвердження типового зразка, підтвердження якості);
- сторона, що проводить оцінку (виробник чи третя сторона).

Різні модулі встановлюються для етапів розроблення та виробництва товару. Як правило, товар перед виходом на ринок проходить обидва ці етапи.

Існує 8 таких модулів, причому деякі можуть комбінуватися з іншими, даючи різні можливі комбінації (див. Додаток до Рішення Ради ЄС 768/2008/ЄС, що повторює Рішення 93/465/ЕЕС).

Модуль А: Внутрішній контроль виробництва

Цей модуль стосується як проектування, так і виробництва продукції, і передбачає розроблення виробником технічної документації. Він не вимагає залучення нотифікованого (уповноваженого) органу для видачі декларації відповідності, оскільки її має складати сам виробник. Цей документ відомий як декларація постачальника про відповідність (SDoC).

Модуль В: Проведення випробувань на відповідність вимогам стандартів ЄС

Цей модуль стосується технічного проекту виробу, і за ним повинен іти інший модуль, що стосується виробництва. Сертифікати «Відповідності вимогам стандартів ЄС» про те, що технічний проект продукції відповідає застосовному нормативному акту, видаються нотифікованими органами після того як технічний проект продукції (технічна документація, представницькі зразки, що підтверджують докази відповідності вимогам технічного проектного рішення) вивчили, перевірили та підтвердили їх відповідність нотифіковані органи.

Модуль С: Відповідність типу

Цей модуль стосується процесу виробництва та іде за модулем В. Він передбачає відповідність виготовленої продукції затвердженому типу, зазначеному в Сертифікаті відповідності вимогам стандартів ЄС (що видається нотифікованим органом відповідно до вимог модуля В), і вимогам застосовного нормативного акту. Цей модуль не вимагає залучення нотифікованого органу для видачі декларації відповідності.

Модуль D: Забезпечення якості виробництва

Цей модуль стосується процесу виробництва та іде за модулем В. Від виробника вимагається застосування системи якості для виробництва, контролю готової продукції та проведення випробувань відповідної продукції, що буде оцінюватися та підлягає регулярному нагляду з боку нотифікованого органу з метою підтвердження достатнього та постійного виконання застосовних вимог.

Модуль Е: Забезпечення якості продукції

Цей модуль стосується процесу виробництва та іде за модулем В. Від виробника вимагається застосування системи якості для виробництва, контролю готової продукції та проведення випробувань відповідної продукції, що буде оцінюватися та підлягає регулярному нагляду з боку нотифікованого органу з метою підтвердження достатнього та постійного виконання застосовних вимог.

Модуль F: Перевірка продукції

Цей модуль стосується процесу виробництва та базується на модулі В. Від нотифікованого органу вимагається здійснення відповідних перевірок і випробувань для встановлення відповідності продукції затвердженому типу, зазначеному в Сертифікаті відповідності вимогам стандартів ЄС (що видається нотифікованим органом відповідно до вимог модуля В), та відповідним вимогам нормативного акту. В разі, якщо встановлено, що вимоги виконуються, нотифікований орган видає сертифікат відповідності щодо проведених перевірок і випробувань.

Модуль G: Перевірка одиниці

Цей модуль стосується як проектування, так і виробництва. Від виготовлювача вимагається розроблення технічної документації на продукцію з метою уможливлення оцінки її відповідності істотним вимогам. Від нотифікованого органу вимагається здійснення відповідних перевірок і випробувань, зазначених у відповідних гармонізованих стандартах та/або технічних умовах, або рівнозначних випробувань, для перевірки відповідності продукції застосовним вимогам нормативного акта. У разі, якщо встановлено, що вимоги виконуються, нотифікований орган видає сертифікат відповідності щодо проведених перевірок і випробувань.

Модуль H: Повне забезпечення якості

Цей модуль стосується як проектування, так і виробництва. Від виробника вимагається застосування системи якості для виробництва, контролю готової продукції та проведення випробувань відповідної продукції, що буде оцінюватися та підлягає регулярному нагляду з боку нотифікованого органу з метою підтвердження достатнього та постійного виконання застосовних вимог.

Визначаючи коло можливих альтернатив для виробника, у директивах враховуються з-поміж інших, такі фактори:

- відповідність модулів щодо виду товару;
- природа ризиків, які несуть певні товари;

- економічна інфраструктура сектору (наприклад, існування чи відсутність третіх сторін);
- тип виробництва і його значущість та ін.

Проте виробник може зіштовхнутись із проблемами, пов'язаними з оцінюванням товару, унаслідок обмеженого вибору наявних у директиві модулів у разі, коли товар підпадає під дію кількох директив. З одного боку, всі директиви, що застосовуються для певного товару, не можуть пропонувати один спільний модуль, і, таким чином, виробник змушений застосовувати різні модулі до різних категорій ризику. А з іншого боку, навіть якщо для всіх таких директив може бути застосований один і той самий модуль, не завжди наявний єдиний уповноважений орган, призначений згідно з усіма цими директивами. Тому виробник повинен або звертатися до декількох уповноважених органів для оцінки відповідності його товару, або погодитися на те, щоб певну частину роботи виконував уповноважений орган за договором субпідряду. Оскільки кожен уповноважений орган повинен обмежувати свою оцінку товару вимогам тієї директиви, згідно з якою йому були надані такі функції, втручання декількох уповноважених органів неминує призводити до зростання витрат.

СИСТЕМИ АКРЕДИТАЦІЇ

Очевидно, що оцінка відповідності є основним видом діяльності у застосуванні Глобального підходу. Однак можливість запроваджувати у країнах регламенти або технічні вимоги, що істотно відрізняються від регламентів і технічних вимог, що існують в інших країнах, може призвести до виникнення технічних бар'єрів у торгівлі. Такі бар'єри ускладнюються за відсутності у країни-імпортера основи для приймання результатів оцінки відповідності від іноземних органів.

В ідеалі регулятивні органи будуть використовувати у своїх регламентах єдині або стандартні технічні вимоги та зможуть оцінити результати оцінки відповідності, проведеної компетентними органами в інших країнах. Це завдання спрощується, якщо органи з оцінки відповідності працюють відповідно до погоджених на міжнародному рівні стандартів. Довіра стає

міцнішою, якщо органи з оцінювання відповідності пройшли незалежну оцінку на предмет їх компетентності із застосуванням відповідного процесу. Традиційно таким процесом була експертна оцінка, тобто, оцінка від спеціалістів у тій самій галузі, що використовують однакові величини та особливості. У наш час за необхідності швидкого відкриття ринків оцінювання, було б дуже повільним і тривалим. Із цих причин в усьому світі була впроваджена та розвинена система акредитації.

Механізми скорочення технічних бар'єрів у торгівлі викладені в угоді ВТО з технічних бар'єрів у торгівлі. Якщо регулятивні органи в різних країнах вносять зміни до базових технічних стандартів, то органи, що здійснюють випробування, контроль та сертифікацію, що діють від імені експортерів на ці ринки, приступаючи до оцінки відповідності, повинні бути інформовані про всі зміни та їх значущість.

Такі додаткові зміни, внесені регулятивними органами, можуть істотно збільшити витрати експортерів та імпортерів і накласти додаткову відповідальність на органи з оцінки відповідності, які повинні бути в курсі кожної зміни базового стандарту, необхідні для задоволення потреб численних ринків [4].

ВИСНОВКИ

Технічне регулювання є одним із ключових елементів Угоди про Асоціацію між Україною та ЄС. Уряд України готується до виконання положень Угоди про Асоціацію шляхом реформування системи технічного регулювання в Україні та приведення її у відповідність із системою, що функціонує в ЄС.

У матеріалах подана інформація щодо основних особливостей та переваг законодавства ЄС у сфері технічного регулювання.

Таким чином, реформування національного законодавства у сфері технічного регулювання дає переваги виробникам та постачальникам – працювати у більш сприятливому бізнес-середовищі з чіткими та прозорими правилами, що сприятиме інноваційному розвитку та спрощеному доступу українських товарів до ринку ЄС та підвищення добробуту українців в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Маніє Ф. Технічні правила і стандарти в ЄС. Технічне регулювання в Україні: навчальний посібник / Ф. Маніє, О.О. Чувпило. – К.: ІМБ КНУ імені Тараса Шевченка, 2004. – 135 с.
2. McMillan J., «La «certification», la reconnaissance mutuelle et la marche unique» / Revue du Marche unique europeen. – 1991.
3. Argiros G. «Consumer safety and the single European market: some observations and proposals», Legal Issues on European Integration, 1990, pp. 139–155.
4. Вардакас Є. Європейська система оцінки відповідності та акредитації: навчальний посібник / Євангелос Вардакас. – К.: EUROPEAN PROFILES S.A. & AENOR, 2010. – 75 с.

ПРО ЄВРОПЕЙСЬКУ ОЦІНКУ ВІДПОВІДНОСТІ ТА АКРЕДИТАЦІЮ

- Європейський комітет зі стандартизації – CEN
<http://www.cen.eu/>
- Європейський комітет зі стандартизації у сфері електротехніки – CENELEC <http://www.cenelec.eu/>
- Європейський інститут стандартизації у сфері телекомунікації - ETSI <http://www.etsi.eu/>
- ISO: Міжнародна організація зі стандартизації
<http://www.iso.org/>
- IEC: Міжнародна електротехнічна Єврокомісія
<http://www.iec.ch/>
- ITU: Міжнародний союз із електрозв'язку
<http://www.itu.int/>
- Міжнародна кооперація з акредитації лабораторій (ILAC) <http://www.ilac.org/>
- Міжнародний форум з акредитації (IAF)
<http://www.iaf.nu/>
- Співробітництво органів з акредитації в Азійсько-Тихоокеанському регіоні (APLAC)
<http://www.aplac.org/>
- Тихоокеанське співробітництво з акредитації (PAC)
<http://www.apec-pac.org/pac.php/>
- Міжамериканське співробітництво з акредитації (IAAC) <http://www.iaac.org.mx/English/Index.php>
- Південноафриканське співтовариство з питань розвитку акредитації (SADCA)
<http://www.sadca.org/>
- Метод Нового підходу та розроблення гармонізованих стандартів <http://www.newapproach.eu/>
Інформаційна система NANDO (Нотифіковані та призначені організації Нового підходу)
<http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/index.cfm>
- Національний орган з акредитації України: НААУ
<http://www.naaau.org.ua/en/index.html>

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Якого соціально-економічного розвитку досягне суспільство найближчим часом?
2. Визначте найголовніші риси успішного інженера сучасності.
3. З ким/чим повинні узгоджуватися зміни технологій?
4. Яке основне завдання вченого?
5. Що дає студентові стажування на виробництві?
6. Оберіть синонім поняття «офлайн навчання».
7. Назвіть платформу для масових відкритих онлайн-курсів, що створена у Стенфордському університеті та містить проект із публікацій освітніх матеріалів провідних ВНЗ світу.
8. Який стандарт дистанційного інтерактивного навчання найбільш повною мірою відображає нові можливості Web-технологій?
9. Що необхідно зробити перед початком організації відеоконференції у сервісі ooVoo?
10. Які передумови створення власного курсу засобами ресурсу SeeMedia?
11. Поясніть термін «інженерне мислення».
12. Під час розв'язання яких задач «мозковий штурм» забезпечує дуже хороші результати?
13. Про що свідчить основне положення теорії розв'язання винахідницьких задач?
14. Поясніть термін «морфологічний аналіз».
15. Назвіть переваги, які забезпечує участь у проектах академічної мобільності.
16. Що є основою для планування участі в конкурсі на отримання гранту для проведення стажування в Німеччині?
17. Умови для участі в I етапі конкурсного відбору до програми Fulbright Faculty Development Program.
18. Для чого потрібен сертифікат IELTS?
19. Умовні позначення для індивідуальних проектів мобільності українських студентів, аспірантів та викладачів у рамках програми Erasmus+.
20. Із чого краще починати грантову діяльність?
21. Назвіть інструмент для фінансування індивідуальних грантів для дослідників у рамках програми Horizon 2020.
22. Яку назву має розділ заявки, до якого звертається рецензент у разі виникнення спірних чи дискусійних питань, сумнівів?
23. Яка база даних наукових видань світу є найбільш авторитетною?
24. Яка основна мета програми Horizon 2020?
25. Які ресурси є власною базою даних СумДУ?
26. Скільки наукових журналів СумДУ індексується базою даних Scopus?
27. Яким чином в університеті реалізовано доступ до передплатних електронних ресурсів?
28. Чи можна в СумДУ отримати доступ до друкованої колекції авторефератів усіх дисертацій технічної тематики, що захищалися в Україні? Якщо так, то де?
29. Що є об'єктами інтелектуальної власності?
30. Що є об'єктами комерційного трансферу технологій?
31. Що є об'єктами некомерційного трансферу технологій?
32. Чинники успішності процесу комерціалізації наукових розробок.
33. Яка основна проблема трансферу технологій в Україні?
34. Що характерне лише для наукової статті?
35. Із чим пов'язана більшість відхилень від прийняття статті до публікації?
36. Яким показником характеризується індивідуальна наукова продуктивність вченого?
37. З якої причини стаття, що була опублікована у високорейтинговому

- журналі, виявилася не врахованою у власному рейтингу науковця?
38. Найбільш значущі критерії для допуску Вашої статті для публікації.
 39. Яка характеристика випадкової величини є універсальною? Чому дорівнюватиме середнє квадратичне відхилення нормально розподіленої випадкової величини, якщо її математичне сподівання дорівнює 1, а розкид можливих значень становить 15 %?
 40. Поясніть термін «конструкторська підготовка виробництва».
 41. Поясніть термін «технологічна підготовка виробництва».
 42. Охарактеризуйте продукти компанії Delcam.
 43. Особливості продукту PowerShape порівняно з іншими графічними пакетами.
 44. Назвіть функцію, що забезпечує автоматизоване розпізнавання конструкторсько-технологічних елементів у твердотільних моделях у FeatureCam.
 45. Яким чином не можна підвищити продуктивність паралельних обчислень?
 46. Яку назву за класифікацією Фліна мають обчислювальні пристрої, які можуть одночасно обробляти різні набори даних із використанням різних інструкцій?
 47. Яка архітектура забезпечить більше прискорення обчислень за обмеженої швидкості доступу до пам'яті?
 48. Вкажіть правильну послідовність основних етапів алгоритма розпаралелювання, що базується на неприродному підході.
 49. Яке максимальне прискорення потрібно очікувати під час застосування системи паралельних обчислень, якщо алгоритм розв'язання задачі передбачає, що лише 20 % усіх обчислень виконуватиметься послідовно?
 50. Яким чином можна здійснити розв'язання задачі оптимального проектування хімічного виробництва?
 51. Які CAD/CAE-системи можна застосувати для статичного та динамічного моделювань хіміко-технологічних процесів?
 52. Які функції виконують АСУ ТП на базі SCADA-програмно-апаратних комплексів?
 53. Які основні етапи підготовки проектної документації охоплюють інтегровані CAD/CAE-системи?
 54. Який алгоритм дій при скінченно-елементному аналізі?
 55. Класифікація композиційних матеріалів за типом зміцнювальних наповнювачів.
 56. Чим характеризується аморфна структура матеріалу?
 57. Назвіть матеріал із ефектом пам'яті форми.
 58. Класифікація консолідованих наноматеріалів.
 59. Що використовують як аморфізувальні елементи в системі метал-металоїд?
 60. Показники ефективності енерговикористання.
 61. Поясніть термін «енергетичний потік».
 62. Поясніть термін «енергоефективність».
 63. Енергоефективність технологічного процесу із застосуванням електромеханічних агрегатів.
 64. Фактори підвищення енергоефективності.
 65. Які альтернативні джерела енергії ви знаєте?
 66. Який із пристроїв використовує енергію сонця для своєї роботи?
 67. Який спосіб використання енергії належить до перетворення енергії біомаси?
 68. Яка швидкість вітру є економічно виправданою для розміщення вітрогенераторів на місцевості?
 69. На основі якого процесу базується принцип дії напівпровідникового фотоелемента сонячної батареї?
 70. Як називається нерухома частина електродвигуна?
 71. До якого типу за принципом дії належать спіральні компресори?

72. До якого типу за принципом дії належать осьові компресори?
73. За рахунок чого відбувається процес стиснення у гвинтовому компресорі?
74. За рахунок чого відбувається процес стиснення у відцентрових компресорах?

Навчальне видання

**Іванов Віталій Олександрович,
Гусак Олександр Григорович,
Криворучко Дмитро Володимирович та ін.**

Основи становлення сучасного інженера

Навчальний посібник

За загальною редакцією В. О. Іванова, О. Г. Гусака

Редактори С. М. Симоненко, Н. А. Гавриленко
Художнє оформлення обкладинки А. В. Євтухова, В. О. Іванова
Комп'ютерне верстання В. О. Іванова

Підписано до друку 17.09.2015 р.
Формат 60x84/8. Ум. друк. арк. 31,97. Обл.-вид. арк. 20,13. Тираж 500 пр.

Видавництво «НТМТ».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців
ДК № 1748 від 15.04.2004 р.
просп. Леніна, б. 58, к. 106, м. Харків, 61072.
Тел. (057) 763-03-80, 763-03-87.
E-mail: ntmt@mail.ru

Спільний європейський проект

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИЩОЇ ІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ У ГРУЗІЇ, УКРАЇНІ ТА УЗБЕКИСТАНІ ВІДПОВІДНО ДО ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИКЛИКІВ

(530244-TEMPUS-1-2012-1-SE-TEMPUS-JPCR)

Коротка назва проекту: «ENGITEC»

Офіційний сайт: www.engi-tec.net

Тривалість проекту: 15 жовтня 2012 р. – 14 жовтня 2015 р.

Координатор проекту: Королівський технологічний інститут (Стокгольм, Швеція)

Консорціум проекту:

- Королівський технологічний інститут, Швеція
- Туринська політехніка, Італія
- Університет м. Лідс, Великобританія
- Державний університет ім. Акакія Церетелі, Грузія
- Грузинський технічний університет, Грузія
- Державний університет ім. Шота Руставелі, Грузія
- Сумський державний університет, Україна
- Луцький національний технічний університет, Україна
- Національна металургійна академія України, Україна
- Запорізький національний технічний університет, Україна
- Бухарський інженерно-технічний інститут високих технологій, Узбекистан
- Джизакський політехнічний інститут, Узбекистан
- Ташкентський автомобільно-дорожній інститут, Узбекистан



Мета та завдання проекту:

- Розвинути потенціал 3 грузинських, 4 українських та 3 узбецьких інженерних університетів щодо впровадження сучасних європейських методик навчання.
- Модернізувати програми навчання магістрів та аспірантів інженерних спеціальностей шляхом упровадження нових міждисциплінарних навчальних модулів.
- Розробити нову платформу для діалогу між університетами та промисловістю задля забезпечення відповідності вищої інженерної освіти сучасним технологічним викликам.

Очікувані результати:

- I. Аналіз сучасних європейських концепцій вищої інженерної освіти, порівняльний аналіз навчальних програм в університетах із ЄС та країн-партнерів, концепція реформи вищої інженерної освіти, план дій задля сталого діалогу між університетами та промисловістю.
- II. Міждисциплінарні модулі та відповідні навчальні матеріали, що втілені в магістерських та аспірантських програмах навчання за 7 інженерними напрямками, що викладаються в 3 грузинських, 4 українських та 3 узбецьких університетах.
- III. Міжкафедральні конструкторсько-технологічні лабораторії та спільні методичні комісії, засновані в 10 університетах із країн-партнерів.



Координатори проекту від Сумського державного університету:

Кириченко Костянтин Іванович,

начальник відділу міжнародного співробітництва.

Тел./ факс: +38 (0542) 33-10-81,

E-mail: info@dir.sumdu.edu.ua

Іванов Віталій Олександрович,

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів,

заступник декана факультету технічних систем та енергоефективних технологій

з міжнародного співробітництва.

Телефон: +38(0542) 33-10-24,

E-mail: ivanov@tmvi.sumdu.edu.ua

