

## СТАТТІ З ДОДАТКОВОЇ ТЕМАТИКИ

УДК 681.519(5)

Кононович В. Г., Кононович І. В., Тардаскіна Т.М.  
Kononovich V.G., Kononovich I.V., Tardaskina T.M.

### ПЕРЕДУМОВИ ПЕРЕБУДОВИ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ ВНАСЛІДОК РОЗВИТКУ НАНОТЕХНОЛОГІЙ

### PRE-CONDITIONS OF REFORM OF TRADE EDUCATION AS A RESULT OF DEVELOPMENT OF NANOTECHNOLOGY

**Анотація.** Розглянуті зміни цілей та змісту професійної освіти в умовах швидкого розвитку нанотехнологій. Виходячи з тенденцій розвитку сучасних технологій запропоновано перелік базових навчальних дисциплін. Обговорюється варіант реорганізації системи професійної освіти.

**Summary.** Changes of aims and maintenance of trade education in the conditions of mushroom growth of nanotechnology are considered. Coming progress of modern technologies trends from the list of base educational disciplines is offered. The variant of reorganization of the system of trade education comes into question.

Особливістю сучасного етапу соціально-економічного розвитку стало широке застосування інформаційних технологій, яке суттєво розширило можливості генерації та передавання знань. Перехід до економіки знань викликав серйозні зміни структури суспільного виробництва, різко збільшив потреби й можливості освіти та творчої діяльності. На фоні досягнень кібернетики та інформатики визрівають нові технології, і серед них найбільш перспективні біо- та нанотехнології.

Серед загальних проблем становлення, впровадження, ефективності та подолання можливих негативних наслідків нових технологій важливою є роль та задачі всіх рівнів освіти. Своєчасна перебудова освіти в нових соціально-технологічних умовах набуває важливого значення.

Розвитку нових технологій присвячена величезна кількість робіт. Останні публікації стосуються розвитку нанотехніки, наноелектроніки, нанокомп'ютерів та інформаційних наносистем. *Нанотехнологія* – це наука й технологія управління речовиною у масштабі нанометрів, тобто на рівні молекул і атомів та технологія виробництва, орієнтованого на дешеве отримання пристроїв та речовин із наперед заданою атомарною структурою. Бурхливий розвиток нанотехнологій забезпечується успіхами наноелектроніки та спілотроніки, наномеханіки, нановимірювань тощо [1, 2, 3]. Вже стало актуальним створення обчислювальних машин на нанорівні та молекулярних обчислювальних машин [4]. Нанотехнологія, безумовно, буде ключовою галуззю для створення надсучасного та над ефективного, як наступального, так і оборонного озброєння. Надамо декілька цитат із робіт Російської Академії наук [5, 6].

За декілька останніх років були розроблені сотні продуктів конструкційного і функціонального призначення та реалізовані десятки способів їхнього отримання й серійного виробництва. Областями їхнього застосування є високоміцні нанокристалічні та амфорні матеріали, тонкоплівочні й гетероструктурні компоненти мікроелектроніки та оптроники наступного покоління, магнітом'які й магнітотверді матеріали, нанопористі матеріали для хімічної та нафтохімічної промисловості, інтегровані мікроелектромеханічні пристрої, негорючі нанокомпозити на полімерній основі, паливні елементи, електричні акумулятори та інші перетворювачі енергії.

Наноструктурована джозефсонівська електроніка як найкраще підходить для конструювання квантових комп'ютерів. Може бути створений новий тип комп'ютерної асоціативної пам'яті, розподіленої по всій структурі, подібно нейронним мережам живих організмів. Така система буде спроможна розпізнавати образи, приймати оперативні рішення у багатофакторних ситуаціях (наприклад, в економіці, оборонних задачах, космічних дослідженнях) у реальному часі без механічного перебирання всіх можливих варіантів.

У лабораторіях вже розроблено безліч джозефсонівських елементів та блоків для пристроїв пам'яті, квантового кодування й передачі даних, генераторів й приймачів міліметрових та субміліметрових випромінювань, а також високочутливих датчиків магнітного поля, електричного заряду, напруги, струму, теплового потоку тощо. Чутливість таких датчиків лежить поблизу фундаментального квантового переходу і в десятки тисяч разів вища, ніж у класичних напівпровідникових пристроїв.

У недалекому майбутньому можливий розвиток молекулярної електроніки в зв'язку з великими успіхами в області біології, біоінженерії, рентгеноструктурного аналізу біологічних об'єктів; з'явилась перспектива створення нових приладів та систем на основі біорганічної речовини.

Природа створила за мільйони років еволюції молекули для виконання сенсорних, логічно-аналітичних, запам'ятовуючих, рухових функцій, які мають оптимальну конфігурацію, структуру й нанометрові розміри. Такі структури можуть бути будівельними «блоками» в інформаційних технологіях та мікроробототехніці. Можна навчитись вбудовувати біоорганічні молекули у різні структури як елементи для сприймання зображень, звукових й хімічних сигналів (біосенсори), перетворення сигналів для використання в інформації (біокомп'ютери) тощо. Нанаобіотехнологія може вирішувати проблеми екології, медицини, охорони здоров'я, сільського господарства, національної оборони та безпеки. Вже існують аналізатори бойових отруйних речовин, біологічної зброї, штучний ніс та штучний язик для атестації харчових продуктів.

XXI століття буде століттям нанонауки й нанотехнологій, вплив яких буде мати всеохоплюючий характер, змінить економіку, торкатиметься всіх сторін побуту, роботи, соціальних відносин. За допомогою нанотехнологій ми зможемо економити час, отримувати більше благ за меншу ціну, постійно підвищувати рівень та якість життя.

Серед прогнозів розвитку ринку нанотехнологій до 2015 року виділимо ті, які мають відношення до проблем, що обговорюються в даній роботі [7]:

- сформується нова економіка, заснована на нанотехнологіях та нанопродуктах. Електронно-інформаційний бізнес (Е-бізнес) поступиться лідируючими позиціями нанотехнологічному бізнесу (НТ-бізнесу);

- оточуючий світ речей стане «інтелектуальним» за рахунок вбудовування чипів в усі предмети побуту та виробництва;

- нові підключені до Інтернету пристрої, які об'єднують функції телефону, телевізора й комп'ютера, створять глобальну систему телекомунікацій, що об'єднає всіх, скрізь і завжди;

- швидкий розвиток нанопромисловості буде вимагати докорінну перебудову системи освіти на всіх рівнях.

*Метою роботи є* аналіз закономірностей, тенденцій, проблем циклічного розвитку сучасних технологій, науки та освіти, формулювання нових задач та змісту освіти й напрацювання методів забезпечення ефективності професійної освіти на базі інтеграції освіти, науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт, дослідних виробництв в сфері телекомунікацій. Зважаючи, що нанотехнології, як і раніше інформаційні технології, знову приходять до України здебільшого, із розвинених країн, бажано врахувати недоліки організації освітнього процесу протягом попередніх десятиліть та розробити заходи забезпечення випереджаючого розвитку освітніх, інформаційних послуг.

**1. Довгострокові структурні зміни сучасної економіки та технологій.** Сучасне економічне зростання може бути представлено як процес періодичного послідовного заміщення технологічних укладів. Життєвий цикл технологічного укладу охоплює період приблизно у сто років з двома явно вираженими сплесками у його розвитку [7, с. 6] (рис. 1).

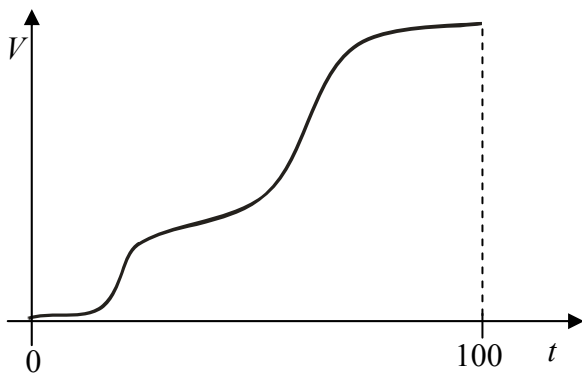


Рисунок 1 – Життєвий цикл технологічного укладу

Новий технологічний уклад по С.Ю. Глаз'єву зароджується, коли в економічній структурі ще домінує попередній (на рис. 1 зародженню відповідає перший сплеск кривої). У цій фазі його розвиток стримується несприятливим технологічним та соціально-економічним середовищем. Крім того, необхідні професійні навички освоюються у цій фазі обмеженим колом вчених, винахідників, інженерів, ентузіастів нової справи. Коли існуючий технологічний уклад досягає своїх меж зростання й починається падіння прибутковості його виробництва, започатковується другий сплеск зростання нових технологій внаслідок перерозподілу

ресурсів у технологічні ланцюги нового технологічного укладу. При цьому відбувається масове освоєння нових професій, перекваліфікація, перетік робочої сили в нові галузі і витіснення старих професій з виробництва.

Такий процес називають технологічною революцією, бо він супроводжується масовим обезцінюванням матеріального, фінансового й соціального капіталу, поглибленням зовнішньоторгових протиріч, загостренням соціальної й політичної напруженості.

Фази столітнього життєвого циклу технологічного укладу добре корелюються з 25 – 30-річними циклами зміни людських поколінь. Старі ідеї помирають разом з їх носіями. Уявимо наглядно процес послідовних змін технологічних укладів за допомогою рис. 2.

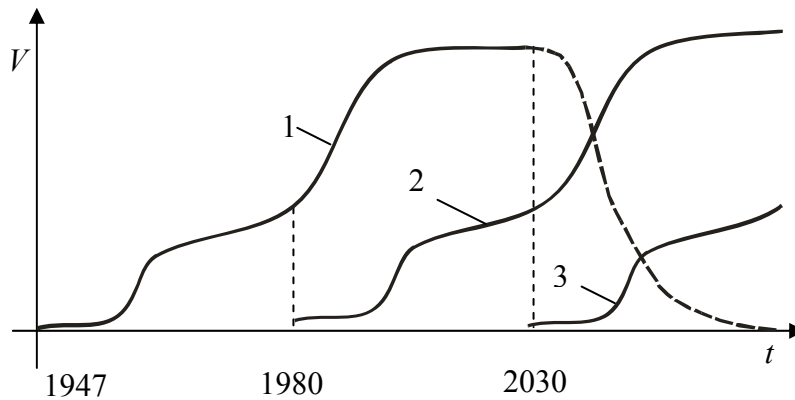


Рисунок 2 – Процес послідовних змін технологічних укладів:

- 1 – домінуючий інформаційний технологічний уклад;
- 2 – новий біо-нано-технологічний уклад, що розвивається;
- 3 – насупний технологічний уклад, що буде зароджуватись

Умовами другого сплеску життєвого циклу нової технології є відповідні зміни у соціальних, інституціональних й освітніх системах, які, знімаючи соціальну напруженість, встановлюють нові правила, принципи, норми, установки, права та сприяють масовому впровадженню технологій нового укладу, відповідному йому типу споживання та способу життя. Внаслідок цього починається фаза швидкого розширення нового технологічного укладу і він займає домінуюче становище в структурі економіки. У фазі зростання нового укладу більшість технологічних ланцюгів попереднього укладу перебудовуються у відповідності з новими потребами. І в той же час зароджується наступний, найновіший технологічний уклад, але після першого сплеску він не зростає, поки домінуючий технологічний уклад не досягне меж свого зростання, після чого починається чергова технологічна революція.

Передумови першого сплеску розвитку нових технологій створюються в ході розвитку науки, науково-дослідно-конструкторських робіт та дослідних виробництв. До часу, коли традиційні технологічні можливості досягають межі в підвищенні ефективності виробництва вказані передумови реалізуються перетворюючись із потенційного способу вкладення капіталу у реальні. Для початку другого сплеску – фази швидкого розширення технологічного укладу, крім науково-дослідно-конструкторських напрацювань, необхідні воля держави, суспільства, освітніх інституцій, а також відповідні транспортна інфраструктура й енергоносії. Кожен новий технологічний уклад у своєму розвитку спочатку використовує ту транспортну інфраструктуру й енергоносії, що склалися, чим стимулює їх подальше розширення. В міру розвитку чергового технологічного укладу створюється новий вид інфраструктури, який долає обмеження попереднього, а також здійснюється перехід на нові види енергоносії, які закладають основу для становлення нового технологічного укладу.

Скористаємось результатами дослідження, так званої, довгої хвилі економічної кон'юнктури у довгострокових структурних змінах сучасної економіки, знову наводячи в табл. 1 лише ті дані, які мають відношення до нашого дослідження [7, с. 7].

Дані табл. 1 дають можливість пояснити ряд соціальних, політичних та економічних процесів минулого й передбачити хід деяких процесів у майбутньому. Коли становлення нового укладу або спад старого технологічного укладу затягується (рис. 2), то виникає багатоукладна економіка, де одночасно існують декілька технологічних укладів.

Зазначимо надто важливу для виконання системою освіти її завдань у професійній підготовці фахівців. Новий технологічний уклад зароджується й існує (в ембріональному стані) в рамках попереднього укладу, задовго (мінімум протягом одного періоду зміни людського покоління) до завоювання ним свого домінуючого стану. Система освіти має цілком достатньо часу для глибокого оволодіння новим технологічним укладом, щоб, в потрібний порівняно короткий історичний момент, забезпечити суспільство, виробництво й політику й державні інституції необхідними знаннями, навичками й засобами швидкого переходу на новий дозрілий технологічний уклад.

Таблиця 1 – Результати конкретно-історичних досліджень змін економічних укладів

№ пп.	Роки	Ядро технологічного укладу	Ключовий фактор	Ядро нового укладу	Організація науки, освіти
1	1770-1830	Водяний двигун. Текстильна промисловість. Виплавка чавуну, заліза. Будівництво каналів	Текстильні машини	Паровий двигун, машино-будівництво	Науково-дослідні академії, товариства
2	1830-1880	Паровий двигун. Вугільна промисловість. Чорна металургія. Будівництво залізниць, пароплавів	Паровий двигун, верстати.	Сталь, хімія, електроенергетика, машинобудівництво	Науково-дослідні інститути, професійна освіта
3	1880-1930	Електродвигун. Сталепрокатна промисловість. Неорганічна хімія. Електропередачі	Електро-двигун, сталь	Автомобілебудування, органічна хімія, автошляхи	Загальна початкова освіта, національні інститути
4	1930-1980	Двигун внутрішнього згорання (ДВЗ). Автомобільна й тракторна промисловість. Органічна і нафтохімія. Виробництво товарів тривалого користування	ДВЗ, нафтохімія.	Радіо-електроніка. Переробка газу	Розвиток середньої, вищої і професійної освіти
5	1980-2030	Добування, переробка газу. Електронна промисловість. ЕОМ, телекомунікації. Програмне забезпечення. Робото будівництво. Інформаційні послуги	Мікро-електронні компоненти, ПЕОМ	Біотехнології, космічна техніка, нанотехнології	Горизонтальна інтеграція НДКР, проектування та навчання

**2. Основні особливості сучасного економічного зростання [7, с. 17 - 18].** На рис. 2 показані приблизно часові рамки фаз домінуючого зараз укладу інформаційних технологій та нового укладу, який незабаром вступає в розвинених країнах у фазу зростання. Ключовим фактором домінуючого тепер укладу є мікроелектроніка та програмне забезпечення. В ядро цього укладу входять електронні компоненти й пристрої, електронно-обчислювальна техніка, лазерне, радіо- та телекомунікаційне обладнання, послуги обслуговування обчислювальної техніки. Більшість нововведень, пов'язаних з новим технологічним укладом, впроваджуються, як правило, ще у фазі домінування попереднього. Близько 80% основних нововведень п'ятого економічного укладу були уведені до середини 80-х років. Початковою точкою життєвого циклу інформаційного технологічного укладу є 1947 рік – рік освоєння виробництва перших транзисторів. З появою першої ЕОМ (1949), операційної системи, кремнієвого транзистора (1954) сформувалось ядро нового технологічного укладу і почався перший сріблеск його становлення. На фазі початкового зростання розвивалась напівпровідникова промисловість, програмне забезпечення, з'явилась комерційно ефективна ЕОМ (IBM-360 у 1965 р.). Прорив було здійснено у 1971 році, з винайденням мікропроцесора – еволюція нового технологічного укладу увійшла у фазу другого сплеску зростання. А вже із середини 80-х років почалось масове розповсюдження виробництв нового технологічного укладу і заміщення ними традиційних технологій у багатьох галузях економіки. Цей процес супроводжувався різкою інноваційною активністю. З кінця 80-х років п'ятий технологічний уклад стає домінуючим протягом наступних двох десятиліть.

Вартість інформаційних послуг різко знизилась. Це спричинило значне розширення можливостей телекомунікацій, освіти, охорони здоров'я, культури та науки. Застосувались нові принципи організації виробництва: безперервні інноваційні процеси, технології управління науково-виробничими циклами. Гнучкі автоматизації виробництва. Змінились споживацькі переваги на користь освіти, інформаційних послуг, здорового навколишнього середовища. Соціальний капітал «суспільства споживання» заміщається орієнтирами якості життя. Глобалізація соціальних та

виробничих відносин різко підвищує різноманіття духовних та предметних потреб людей, можливих сфер застосування їхнього інтелекту та праці. Згідно з виявленими закономірностями довгострокового техніко-економічного розвитку прогнозують зростання п'ятого технологічного устрою і він буде визначати розвиток світової економіки принаймні до 2020 року.

Сучасне економічне зростання характеризується провідним значенням науково-технічного прогресу та інтелектуалізації основних факторів виробництва. На долю нових знань, які втілюються у технологіях, обладнанні, освіті кадрів, організації виробництва припадає до 70-85% приросту ВВП. Інформаційні технології розширили можливості генерування й передачі знань і науково-дослідних і конструкторських робіт (НДКР), різко збільшили потреби і можливості освіти та творчої діяльності. Проведення НДКР займає все більшу вагу в інвестиціях. Сьогодні мільйони людей використовують як засоби виробництва лише свій інтелект, підкріплений персональним комп'ютером. Відбувається різке скорочення термінів реалізації наукових відкриттів. На початку століття цей термін складав 37 років, а в кінці – для перспективних відкриттів (електроніка, лазери, атомна енергетика) склав 3-4 роки. Фази НДР, ДКР, проектування суміщаються.

**3. Контури нового технологічного укладу [7, с. 17-18].** Згідно з ритмом довгострокового техніко-економічного розвитку до 2020 року сформується відтворююча система нового, шостого технологічного укладу. Основні його риси вказані у огляді літератури до цієї статті. Ключовими напрямками розвитку нового укладу є: біотехнології, засновані на досягненнях молекулярної біології та генної інженерії; нанотехнології; системи штучного інтелекту; глобальні інформаційні мережі та інтегровані високошвидкісні транспортні системи. Будуть далі розвиватись гнучка автоматизація виробництва, космічні технології, виробництво конструкційних матеріалів із наперед заданими властивостями, атомна промисловість, авіа перевезки. Додатково буде розширяться сфера використання водню, як екологічно чистого енергоносія та використання відновлюваних джерел енергії.

Станеться ще більша інтелектуалізація виробництва, перехід до безперервного інноваційного процесу у більшості галузей та неперервній освіті у більшості професій. Завершиться перехід від «суспільства споживання» до «інтелектуального суспільства», в якому будуть найважливішими вимоги до якості життя й комфортності середовища проживання. Виробнича сфера перейде до екологічно чистих та безвідходних технологій. У структурі споживання домінуюче значення займуть інформаційні, освітні, медичні послуги.

Важливо те, що між п'ятим та шостим технологічними укладами існує спадкоємність. Їх ключовим фактором є інформаційні технології, засновані на використанні знань про елементарні структури матерії, алгоритми оброблення та передавання інформації, отриманих фундаментальною наукою. Різниця в тому, що п'ятий технологічний уклад застосовував мікроелектроніку (мікронний рівень керування фізичними процесами), а шостий заснований на застосуванні нанотехнологій (що оперують на рівні одної мільярдної метра), які здатні змінювати молекулярну структуру речовини, надаючи їй нові властивості, створювати нові структури живої та неживої матерії, вирощуючи їх на основі алгоритмів самовідтворювання. На основі системи «нанокomp'ютер – наноманіпулятор» будуть організовані програмовані комплекси для збирання будь-яких макроскопічних об'єктів за програмою розташування атомів у тривимірній сітці.

Вражаючі зміни чекають телекомунікації, які стануть невід'ємною частиною практично всіх галузей виробництва та обслуговування. Мобільний сектор телекомунікацій досяг меж свого кількісного зростання – кількість мобільних абонентів перевищила кількість жителів. Стратегічна мережа магістральних оптично-волоконних ліній теж близька до насичення і продовжує розвиватись, закладаючи потужності пропускну здатності на майбутнє. Стаціонарний зв'язок кількісно відстає, але розширює телекомунікаційні послуги, доступ до Інтернет, не знімаючи соціальні послуги бідним верствам населення. Розвиток усіх секторів телекомунікацій проходить у напрямі розширення й підвищення якості інформаційно-телекомунікаційних послуг.

В наступному технологічному укладі роль телекомунікацій ще більше посилиться. Розвинуться мультимодальні системи телебіометрики. Виникнуть сенсорні і наносенсорні мережі. Людину й виробництво скрізь будуть супроводжувати тисячі і десятки тисяч сенсорів, які самоорганізуються у мережу контролю, збирання й попереднього оброблення інформації та передавання її в централізовані інформаційно-аналітичні центри та системи охорони здоров'я і навколишнього середовища, контролю та керування транспортними та виробничими системами тощо. В майбутньому сенсори замінять нанороботи.

Телекомунікаційні системи і мережі перетворяться у глобальні нейротелекомунікаційні системи. Місцеві домени об'єднуються у молекулярні мережі, подібно нервовій системі людини [8]. Телекомунікаційні системи будуть застосовувати досягнення наноелектроніки, нейроінтелекту,

принципи самоорганізації. Кількість обслуговуючого персоналу різко знизиться. Подібно енергосистемам, в телекомунікаційних системах люди будуть присутні в засобах управління системами, в місцях, де інформація виникає та споживається, і періодично біля систем транспортування інформації для забезпечення їх поточного обслуговування чи ремонту.

Залишаючи в стороні вражаючі зміни в багатьох інших галузях, перейдемо до проблем і ролі освіти. На сьогодні шостий технологічний уклад знаходиться у фазі розвитку після першого сплеску. Його розширення стримується не відпрацьованістю відповідних технологій та неготовністю соціально-економічного середовища до їх широкого застосування. Загальна вага шостого технологічного укладу у структурі сучасної економіки залишається незначною, але з тенденцією до швидкого зростання. Криза американської та світової фінансової і продовольчої системи 2008 року є вже не першою вісткою, що старий технологічний уклад наближається до меж свого зростання і скоро має бути замінений на новий.

З 20-х років нинішнього століття шостий технологічний уклад вступить у фазу швидкого зростання. Загальною прикметою цього зростання буде розширення ділових послуг, телекомунікацій, культури та (що важливо для нашого дослідження) освіти. Настав час приймати кардинальні рішення. Ставки надзвичайно високі. По С.Ю. Глаз'єву [7, с. 21] можливі два варіанти: або наздоганяючий розвиток і «попадання у пастку нееквівалентного обміну з зарубіжним ядром і перетворення країни у сировинний придаток та резервуар дешевої робочої сили», або треба формувати нову траєкторію розвитку за допомогою концентрації інтелектуального капіталу.

**4. Завдання вищої освіти в умовах глобальних технологічних зрушень.** Роль вищої освіти у формуванні розвитку технологічного укладу вже розглянута досить докладно у попередніх розділах цієї роботи. Відставання України відбувається у фазі ембріонального розвитку нового укладу і може бути подоланим у фазі зростання. Відсталі країни мають можливість вирватись уперед в періоди заміщення домінуючих технологічних укладів та супроводжуваних їх криз економіки розвинених країн. Для цього необхідно до чергової великомасштабної структурної перебудови світової економіки освоїти ключові виробництва ядра нового технологічного укладу, подальше розширення якого дозволить «отримати інтелектуальну ренту у глобальному масштабі». Необхідний інноваційний потенціал науки, виробництва та освіти можна і треба знайти. Наука й освіта мають забезпечити відповідні механізми освоєння ключових виробництв нового технологічного укладу.

На передній план виходять такі фактори, як: розвиток науки; освіта та охорона здоров'я населення; доступність та наповнення інформаційного середовища; наявність умов для розкриття творчих можливостей кожної особистості; чистота оточуючого середовища, висока якість життя; національна та технологічна безпека.

Країни, які не здатні забезпечити *загальну вищу освіту всього населення*, розвиток науки та якості інформаційного середовища, будуть приречені на роль постачальника природної сировини та людського матеріалу для транснаціональних корпорацій із розвинених країн, які концентрують інтелектуальний потенціал.

Ідеальним рішенням було б навчитись управляти життєвим циклом технологічного укладу, прискорюючи одні його фази й стримуючи розвиток в інших фазах для досягнення рівномірного, так званого, «стійкого розвитку». Теорії стійкого розвитку з розумними темпами зростання розробляються у синергетиці [9].

Якби процеси всесвіту протікали лише еволюційним шляхом і розвиток проходив би завжди з однаковим темпом, то зникла б більшість освітніх проблем. Дійсно, кожне покоління певну частину найбільш життєво важливих знань отримує від батьків у спадщину, на рівні інтуїції, автоматичних чи інстинктивних навиків. Далі, на цьому базовому рівні молодь шляхом навчання отримує потрібну додаткову інформацію. Квінтесенцію цих додаткових знань людина далі передає у спадщину своїм нащадкам як на інтуїтивному рівні, так і за допомогою матеріальних носіїв. Таким чином, з кожним поколінням знання й уміння все більше нарощуються на всіх рівнях. Для доказу, звернемо увагу на те, як легко молодь, порівняно зі старшим поколінням, без усіяких труднощів засвоює управління комп'ютерами, мобільними телефонами, аудіо- та відеоапаратурою.

Але дійсність така, що періоди стабільного зростання періодично перериваються революційними стрибками. Реальний техніко-економічний розвиток протікає циклічно. Взагалі, найбільш розповсюдженими у природі є циклічні коливальні рухи. Складні системи знаходяться у гомеостазі, а процеси їхнього розвитку підпорядковані біфуркаціям та атракторам, а за певних умов, й дивним атракторам. І поки ідеї стійкого розвитку з розумно обґрунтованими темпами зростання не оволоділи масами, освітній процес має надавати інформаційні послуги, як для періодів стабільного розвитку, так і для періоду революційних змін. Таким чином, необхідно напрацювати методи, засоби

й заходи забезпечення освітньо-інформаційних послуг на всіх фазах розвитку технологічного зростання, а особливо перед першим та другим стрибком розвитку нової технології.

Автори пропонують деякі методи за двома напрямками:

– приведення у відповідність до нових викликів переліку необхідних знань, умінь та змісту освіти;

– реформування забезпечення й організації освітніх процесів.

Перейдемо до їх розгляду.

**5. Зміни структури знань, умінь та змісту освіти.** З часу свого становлення освіта базувалась на фундаментальних науках. Але перелік фундаментальних наук змінювався і доповнювався. Сучасна освіта орієнтована на підготовку фахівців для виробництва й експлуатації і магістрів для наукової та дослідно-конструкторської роботи. Але багатокладність економіки й виробництва мало враховувалась. Для домінуючого інформаційного технологічного укладу маємо добре опрацьовану взаємо узгоджену систему навчальних дисциплін та навчальних модулів. Значно важчою є задача передбачити, які наукові та навчальні дисципліни ляжуть в освітню базу нової технології, яка ще розвивається. Будемо вважати, що суспільство не консервативне і не допускає багатокладності економіки. Тоді маємо у кожен момент часу два уклади – стабільний домінуючий та новий, який розвивається. Для домінуючого укладу можна повністю, практично без змін застосовувати діючу систему освіти.

Що стосується нового укладу, то, як у попередні епохи, постає питання, які дисципліни можна вилучити і що нове увести. Кібернетика та мікроелектроніка зробила неактуальними розрахунок електромагнітних реле, підсилювачів, обладнання АТС. Рідко використовуються багато розділів електротехніки, теорії електричних кіл. На перший план виходить молекулярна фізика, знання молекулярної структури матерії та клітинної структури біологічних об'єктів та живих організмів. Здається достатнім такий перелік нових дисциплін:

- біологія, хімія, молекулярна фізика;
- квантова інформатика, мікро- та наноелектроніка;
- квантові та нейрокомп'ютери, інтелектуальні системи;
- нелінійна динаміка та синергетика, нелінійна електродинаміка;
- теорія систем із самоорганізацією;
- інформаційна та технологічна безпека.

Інформатика та комп'ютери не зникнуть, але їх функціонування та використання набере якісно нового типу. Мікро- та нанорозміри дозволяють вбудовувати їх практично в усі предмети побуту й виробництва, зробити їх інтелектуальними.

Математика залишається як важливий спосіб мислення та інструмент інженера/фахівця. Але подібно тому, як калькулятор зробив непотрібною значну частину арифметики (арифметичні методи обчислення квадратних та кубічних коренів), громіздкі таблиці логарифмів та інших математичних функцій, в наступну епоху інженерні нанокалькулятори зроблять не обов'язковими диференційне та інтегральне числення. Диференційний мікрокалькулятор дозволить отримувати рішення нелінійних рівнянь, досліджувати фазові портрети, атрактори, фрактальні структури й кластери.

Професія програміста теж зазнає змін. З'явиться програмування таких процедур, як конструювання матеріалів, елементів, блоків, нанопристроїв та макропристроїв і навіть будівельних конструкцій та комплексних будівель матричним способом.

Інфокомунікації залишаються невід'ємною складовою домінуючих та майбутніх технологій. Знання систем телекомунікацій необхідне, перш за все, в алгоритмах оброблення та передавання інформації.

З іншого боку, кількість навчальних модулів обмежена і перевищення деякої її межі знижує ефективність навчання. Вирішити це протиріччя можна, як за допомогою організаційних заходів, так і за допомогою нових досягнень фундаментальних наук у відкритті єдиної картини всесвіту, таємниці життя й роботи людського мозку. Відкриваються все нові єдині для багатьох явищ природи закони полів, взаємодії, організації. Зокрема, такими фундаментальними науками є теорія систем та синергетика. Вони вивчають єдині закони, властивості, принципи, однакові у хімії, фізиці, біології, економіці, психології, соціальних науках, функціонуванні мозку тощо. Знання єдиних для всесвіту (базових) законів дає можливість скоротити частину матеріалу у спеціальних дисциплінах.

Організаційні заходи полягають у тому, кожен учень-студент вивчає не увесь повний перелік дисциплін. Учні/студенти розбиваються за інтересами в групи і кожен обирає собі дисципліни з числа обов'язкових і необов'язкових. До обов'язкових належать дисципліни, в яких вивчаються фундаментальні закони та філософія природи, техніки та суспільства.



**6. Організація й забезпечення освітнього процесу.** Реформування освіти за Болонським процесом й досі сприймається неоднозначно. А от знання циклів зміни сучасних технологічних укладів допомагають осмислити цілі та задачі освіти. Центр логіки навчання треба змістити. Зміст навчання у нинішній системі диктується внутрішньою логікою дисциплін – математики, фізики, теорії систем. А можна орієнтуватись на логіку і потреби технологічного укладу. Можна констатувати, що розвиток нанотехнологій вимагає корінної перебудови системи освіти. На основі розглянутого необхідно переосмислити роль науки та самої освіти у створенні та розвитку технологій, а також у розвитку культурних процесів.

Навчання має бути: загальним, неперервним; самостійним; включати в себе елементи дослідно-експлуатаційної, дослідно-конструкторської та науково-дослідної роботи (НКДЕР); відображати практичні потреби нового технологічного укладу. Випускник навчального закладу має бути здатним працювати в ланцюзі НДР – ДКР – випробування – виробництво. Розглянемо коротко бачення авторів у перетвореннях в системі освіти.

Для включення у освітній процес елементів НКДЕР та щоб відповідати потребам нового укладу типовий вищий навчальний заклад має бути перетворено у технологічно-дослідний та конструкторсько-дослідний навчальний заклад. Фактично, давно кращі університети світу так і побудовані. В університетах перше місце приділяється науці, а потім вже освіті. Характер виробництва у нову технологічну епоху може нагадувати той, що був у космічній програмі та оборонних галузях. Там працювали академіки, техніки й робітники, одночасно вчилися, експериментували й конструювали, виготовляли, досліджували й випробовували. Це не поточне налагоджене промислове виробництво і не механічне об'єднання вузу, конструкторського буро і науково-дослідного інституту. Це безперервний процес впровадження наукових результатів, де проектування, конструювання, випробування й виробництво пересікаються й інтегруються. В такому навчально-науково-конструкторсько-дослідно-експлуатаційному закладі (ННКДЕЗ) учень, у вільний від самостійного навчання час, в рахунок плати за можливість навчатись (його не навчають – він навчається сам), може і/або повинен брати участь у дослідній експлуатації, ДКР та НДР. В структурі ННКДЕЗ передбачаються підрозділи типу навчальної частини та деканату для організації й контролю одного із видів діяльності – навчального процесу змінного контингенту навчання, підвищення кваліфікації, перекваліфікації.

Викладач виконує стратегічну й тактичну роботу в навчальному процесі. Стратегічна робота є головною, тактична робота – другорядна. При цьому навчальна, методична та наукова частини плану роботи викладача мають змінити свою значимість.

Головна стратегічна навчальна робота викладача планується й провадиться на основі його безпосередньої праці консультантами, фахівцями, конструкторами тощо в промислово-виробничому чи науково-дослідно-конструкторському секторах, підприємства приватної чи державної форми власності, в межах ННКДЕЗ чи поза ним. Досвід, набутий на виробництві, дозволяє планувати й виконувати роботу з методичного, технічного, інформаційного й інтелектуального забезпечення певного модуля навчального процесу. Результатом цієї роботи маємо навчальний комплект модуля: програми, підручники, методичні та навчальні посібники, конспекти лекцій, проекти чи макети натурних, модельних чи віртуальних лабораторних робіт, засобів самостійної навчальної роботи, інтерактивні навчальні курси, роздавальні матеріали, автоматизовані та ручні тести. Результати роботи оплачуються преміальними. Ця робота планується у навчальній (в прямому й переносному смислі) частині індивідуального плану. При виконанні цієї роботи викладач користується послугами видавничого центру, інформаційної системи, виробничого сектора навчального закладу.

Тактична частина роботи викладача поділяється між ним та лаборантом. Планується ця робота в науково-методичній частині індивідуального плану і полягає у читанні лекцій за програмою модуля, надання консультацій, планових та через інформаційну мережу, індивідуальну роботу з студентами. Нормальною практикою має бути демонстрація на лекціях експериментів, моделей, показу практичних прикладів. Обов'язковою має бути видача слухачам роздавальних навчальних матеріалів (друкованих чи електронних на носіях) до кожної лекції. Але ні екзаменів, ні тестування викладач не проводить. Екзамени та тести проводяться незалежними комісіями. Викладач 5-6 годин витрачає на роботу у виробничому секторі і 2-3 години на тактичну навчальну роботу. На стратегічну частину роботи викладач виділяє час за своїм розсудом.

Головною діючою особою в навчальному процесі є лаборант. До його обов'язків входить: допускати студентів до лабораторно-практичного заняття, контролювати хід виконання роботи, виставляти залікову оцінку за результатами виконання роботи та тестуванням. Викладач на цьому етапі не потрібний, бо є якісні посібники, інтерактивні курси, моделі тощо. Консультації він може



давати через Інтернет. Лаборант взаємодіє з викладачем у розробці й модернізації матеріально-технічної та інформаційної бази навчальної лабораторії.

Самостійна навчальна робота учнів-студентів-слухачів курсів перекваліфікації забезпечується тим, що він самостійно обирає навчальні дисципліни з обов'язкового та необов'язкового пулів, самостійно планує свій графік виконання лабораторно-практичних робіт у заданих межах і обирає цикли лекцій, які він має прослухати.

Підвищення відповідальності учнів-студентів за результати свого навчання та самостійний характер навчальної роботи безперечно приведе до відсіву при переході на кожен зі старших курсів. Для таких учнів-студентів надається можливість переформувати план навчання і завершити його у відповідності зі своїми здібностями, щоб мати можливість стати фахівцем у виробництвах більш традиційного технологічного укладу з меншими вимогами до винахідницької чи дослідної діяльності.

Навчальний заклад нового типу має надавати послуги й виробництвам домінуючого технологічного укладу, де впровадження наукових досягнень проводиться меншими темпами і навички наукової та дослідної роботи не такі актуальні. Такими послугами можуть бути коротко- та середньострокові курси професійного навчання. Зокрема звільнені в процесі навчання студенти можуть обирати відповідні професійні курси за своїми здібностями.

**Висновки.** Проаналізовано циклічний характер зміни технологічних укладів на фоні зростання темпів зміни технологій та їх наслідки. Розкриті контури нового технологічного укладу ХХІ століття та завдання освіти в забезпеченні його розвитку. Запропоновані зміни структури та змісту знань фахівців в умовах домінуючого та зростаючого технологічного укладу, також бачення авторів у реформуванні забезпечення та організації освітніх процесів.

Тематика подальшого дослідження може стосуватись шляхів упровадження синергетичних підходів до освітнього процесу та виявлення особливостей перехідного процесу становлення технологічного укладу.

### **Література**

1. *Ананян М.А.* Наноиндустрия – вектор развития. – Режим доступу: <http://spkurdyumov.narod.ru/ananyan77.htm>
2. *Кононович И.В.* Задачи энергетической и энергоинформационной безопасности общества и человека // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні: зб. наук. праць. – К. – 2007. – Вип. 2(15). – С. 39-46.
3. *Самардак А., Огнев А.* Спинтроника: от «микро» к «нано» // Компьютера. – 2006. – № 5. – С. 10. – Режим доступу: <http://offline.computerra.ru/2006/625/251473>
4. *Нанотехнология в ближайшем десятилетии.* Прогноз направления исследований; под ред. *М.К. Роко, Р.С. Уильямса и П. Аливисатоса*; пер. с англ. – М.: Мир, 2002. – 292 с.
5. *Головин Ю.И.* Нанотехнологическая революция стартовала! // Природа. – 2004. – № 1. – С. 13. – Режим доступу: [http://www.nanometer.ru/2007/07/29/nanotehnologii\\_3865.html](http://www.nanometer.ru/2007/07/29/nanotehnologii_3865.html)
6. *Ковальчук М.В.* Органические наноматериалы, наноструктуры и нанодиагностика. – Режим доступу: [http://www.nanometer.ru/2007/07/29/nanotehnologii\\_3866.html](http://www.nanometer.ru/2007/07/29/nanotehnologii_3866.html)
7. *Глазьев С.Ю.* Развитие российской экономики в условиях глобальных технологических сдвигов. – Режим доступу: <http://spkurdyumov.narod.ru/GlazjevSUR.htm>
8. *Кучерявый А.Е., Кучерявый Е.А.* Иерархические и молекулярные сети святы общего пользования // Электросвязь. – 2008. – № 2. – С. 16-18.
9. *Алексеевский В.С.* Синергетика менеджмента устойчивого развития: Монография. – Калуга: Манускрипт, 2006. – 328 с.