

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ**

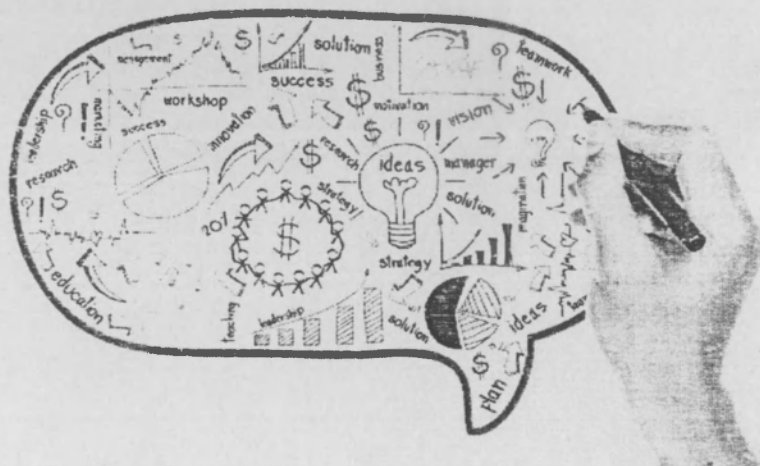
**ІНСТИТУТ РОСЛИННИЦТВА ім. В.Я. ЮР'ЄВА НААН**  
Відділ науково-методологічного забезпечення  
та інтелектуальної власності

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ім. В.Н. КАРАЗИНА**  
Кафедра міжнародних економічних відносин

**ВИКЛИКИ ТА ПОТЕНЦІАЛ КОНВЕРГЕНТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ  
АГРАРНОГО СЕКТОРУ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ**

Методичні рекомендації для оригінаторів ОПВ, управлінців та  
менеджерів, здобувачів вищої освіти третього(освітньо-наукового) рівня



Харків · 2017

Виклики та потенціал конвергентних технологій для аграрного сектору економіки України. –Методичні рекомендації для оригінаторів ОПІВ, управлінців та менеджерів, здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня. – Харків. – 2017. – 36 с.

Методичні рекомендації підготовлені спільно кафедрою міжнародних економічних відносин Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна та відділом науково-методологічного забезпечення та інтелектуальної власності (НМЗІВ) Інституту рослинництва ім. В.Я.Юр'єва НААН згідно завдань ПНД 44 (44.00.02.06 Ф і 44.00.03.12 П), «Програми інноваційно-інвестиційного розвитку Інституту рослинництва ім. В. Я.Юр'єва НААН та його експериментальної бази на період до 2016 року», «Програми діяльності Слобожанського навчально-практичного центру розвитку сільських територій», «Комплексної програми інноваційно-інвестиційного розвитку АПВ Харківської області на період до 2020 року».

Авторський колектив: Матюшенко І.Ю., Тимчук В.М., Бондаренко Є.С.

Рецензенти: Петренкова В. П., доктор с.-г. наук, професор, член-кореспондент НААН; Козаченко М.Р. доктор с.-г. наук, професор; Коломацька В.П., доктор с.-г. наук.

У методичних рекомендаціях розглянуто і обґрунтовано концепцію розвитку конвергентних технологій в Україні як ключового фактора вирішення глобальних проблем в умовах нової промислової революції. Наведено основні тенденції розвитку конвергентних технологій для аграрного сектору економіки України. Показано, що конвергенція знань і технологій в інтересах суспільства (СКІТС) є ключовою можливістю для досягнення прогресу в ХХІ столітті. Проведено оцінку умов створення, стану та реалізації інноваційного потенціалу, розглянуто сценарії науково-інноваційного розвитку України. Обґрунтовано методичний підхід до форсайт-прогнозування пріоритетних напрямів розвитку складових конвергентних технологій і визначено пріоритетні напрями розвитку та впровадження їх в економіку України на прикладі нанотехнологій. Проведено аналіз перспектив використання конвергентних технологій у галузях економіки України. Методичні рекомендації призначені для оригінаторів ОПІВ, управлінців та менеджерів, здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня.

Рекомендації розглянуто на розширених засіданнях: лабораторії НМЗІВІР ім. В. Я. Юр'єва НААН та кафедри міжнародних економічних відносин ХНУ ім. В. Н. Каразіна

Друкується за рішенням Вченої ради Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН (протокол № 5 від 27 квітня 2017 р.)

Відповідальний за впорядкування – Косенко Р.О.

Комп'ютерна верстка – Садовой О.О.

## ЗМІСТ

1	Вступ	3
2	Глобальні проблеми та технологічний устрій	4
3	Підходи та форсайт-дослідження галузей економіки України	5
4	Наукометричні підходи	11
5	Біотехнології та нанобіотехнології	12
6	Біосировина	14
7	Нанотехнології і глобальні проблеми	17
8	Конвергенція знань	21
9	Висновки	25
10	Список використаних літературних джерел	25
11	Глосарій	27
12	Додатки	28

### 1. Вступ

Характерною рисою сучасного світового простору є прогресуючий перехід провідних гравців до формування інноваційного суспільства та економіки. Сучасний етап розвитку світової системи характеризується прискоренням науково-технічного прогресу, зростаючою інтелектуалізацією основних чинників виробництва і високою динамікою процесів. У цьому плані орієнтація на старі технології та організаційні підходи вступає в протиріччя з ринковими реаліями. Інтенсивне проведення наукових досліджень, розробка на їх основі новітніх технологій, вихід з ними на світові ринки та розгортання міжнародної інтеграції в умовах глобалізації економіки чітко відбивають стратегічні моделі економічного зростання для індустріально розвинених країн. Інтелектуальні ресурси в сукупності з новітніми технологіями визначають перспективи господарювання і розвитку та все більше стають показником рівня економічної незалежності країни і перетворюються на важливий чинник конкурентоспроможності національної економіки та реалізації комплексу конкурентних переваг. Натомість в Україні частка фінансування витрат на науку по відношенню до ВВП у 2,0–2,5 разів нижче, ніж у провідних країнах; фінансування прикладних досліджень аграрної науки 2,0 разів нижчі, ніж у світовій практиці; а витрати на дослідно-конструкторські роботи для забезпечення виробництва інноваційних товарів (послуг) у аграрній сфері у 3,2 разів нижчі, ніж у світовій практиці, і в 1,6 разів – ніж у цілому по Україні. При цьому світовий досвід переконливо демонструє, що подолання технологічного відставання можливо лише за наявності в країні розвинутої системи генерації знань (потужних фундаментальних досліджень), ефективної освіти та інноваційної системи виробництва і споживання. Саме виходячи з цього конвергенція знань і технологій є ключовою можливістю для досягнення прогресу.

Сьогодні всі розвинені держави світу вбачають у конвергентних технологіях чи не головний інструмент, за допомогою якого можна буде вирішити в недалекому майбутньому глобальні проблеми людства. На теперішній час беззаперечним є той факт, що високотехнологічне виробництво є головним фактором підвищення зайнятості населення та рівня заробітної плати, що, у свою чергу, стає наслідком інтенсивного зростання світового виробництва та обсягів експорту високотехнологічної продукції.

## Надгалузевий характер нано-, біо-, інфо- і конгоNBIC-технологій:



## 2. Глобальні проблеми та технологічний устрій

Термін «глобальні проблеми» було вперше застосовано науковими розробками учених Римського клубу в 60-ті роки ХХ ст. У загальному вигляді «глобальні проблеми» мають такі суттєві ознаки:

- 1) стосуються не тільки окремих людей, а й усього людства;
- 2) не можуть бути вирішені окремими країнами, а потребують цілеспрямованих та організованих зусиль усього світового співтовариства;
- 3) тісно пов'язані одна з одною, охоплюють усі сторони життя людей, тому вимагають комплексного вирішення.

На основі сучасних досліджень українських учених основні глобальні проблеми, що відносяться, насамперед, до матеріальної сфери, доцільно поєднати у чотири групи: 1) депопуляція і старіння населення; 2) нестача продовольства і вичерпання запасів низки видів сировини та палива; 3) екологічні проблеми, нова енергетика й енергозбереження; 4) уповільнення науково-технічного прогресу й відставання від провідних країн світу в переході до нового технологічного укладу.

У загальному вигляді можна запропонувати такі визначення: *нанотехнології* – це наука й техніка створення, виготовлення, характеристики та реалізації матеріалів і функціональних структур і устроїв на атомному, молекулярному й нанометричному рівнях; *біотехнології* – це сукупність фундаментальних і прикладних досліджень, а також інженерних рішень, спрямованих на використання біологічних об'єктів, систем або процесів у промислових масштабах; *інформаційно-комунікаційні технології* – це сукупність міждисциплінарних досліджень та інженерних рішень, в яких інформація є вирішальним засобом і предметом праці, а також основним продуктом виробництва та предметом споживання; *когнітивні технології* – міждисциплінарна галузь, що поєднує дослідження закономірностей одержання, зберігання і використання знань людства, а також технологій їх практичного застосування для суспільно-економічного розвитку.

З появою всього кілька десятиліть тому інформаційних технологій, які спочатку розглядалися просто як ще одна нова технологія, сьогодні докорінно змінюються погляди на галузевий характер економіки. Саме інформаційні технології – це перші технології, що мають надгалузевий характер, без використання яких немає прогресу в жодній відомій галузі. Інформаційні технології реально не просто стали додатковою ланкою разом з існуючими дисциплінами, а об'єднали їх і стали загальною методологічною базою.

Конвергенція являє собою не тільки взаємний вплив, але й взаємне проникнення технологій, коли межі між окремими технологіями стираються, а найцікавіші й найнеочікуваніші результати з'являються саме в рамках міждисциплінарної роботи на стику наук. З розвитком конвергенції NBIC-технологій вперше в історії людства

спостерігається паралельне прискорення розвитку декількох науково-технічних напрямів, що безпосередньо впливають на суспільство. Відповідно, розвиток NBIC-технологій призведе до стрибка у можливостях виробничих сил і до злиття науково-технологічних напрямів у єдину науково-технологічну галузь знання.

Показник співвідношення обсягів експорту високотехнологічної продукції до товарного експорту свідчить про розвиненість країни та зорієнтованість на експорті готової продукції з високою доданою вартістю. Частка експорту високотехнологічної продукції України в загальному експорті товарів у 2014 р. склала 4,07 %, у той час як загальносвітовий показник складає 17,50 %. За даними Державної служби статистики України, загальний зовнішньо-торговельний товарообіг України у 2015 р. склав 74,7 млрд. дол. Порівняно з 2014 р. він скоротився майже на 30 %, або на 31,9 млрд. дол. При цьому падіння експорту найбільшою мірою відбулося в металургії та машинобудуванні. Порівняно з 2013 р. експорт продукції ПЕК знизився у 6,0 разів, машинобудування – у 2,2 разів, металургії – у 1,9 разів, хімії – у 2,0 разів.

### 3. Підходи та форсайт-дослідження галузей економіки України

У 2015 р. групою українських фахівців-експертів під керівництвом академіка М. Згуровського, до якої увійшли 25 осіб з досвідом роботи на найвищому рівні урядування або з досвідом створення системного бізнесу міжнародного та загальнонаціонального масштабу (колишні і діючі урядовці України, засновники та власники великих компаній, вчені, громадські та державні діячі) – так звана група А, а також Міжнародної ради з науки (ICSU); Комітету із системного аналізу при Президії НАН України; НТУ «Київський політехнічний інститут»; Інституту прикладного системного аналізу НАН України і МОН України; Світового центру даних з геоінформатики та сталого розвитку було підготовлено «Форсайт економіки України: середньостроковий (2015–2020 роки) і довгостроковий (2020–2030 роки)», в якому виконано узагальнення передбачень головних складових шостого технологічного укладу до 2020–2025 рр.

#### 1. Передбачення головних складових шостого технологічного укладу до 2030 року (Форсайт економіки України: середньостроковий (2015–2020 роки) і довгостроковий (2020–2030 роки) за 2015 р.)

Експертна група / технології 6-го укладу	ISCU, UNIDO, University of Oxford, NISTEP, ICTAS HLG-KET	«The Global Technology Revolution, In-Depth Analyses», «20 forecasts for 2010–2025», «Scenarios for future scientific and technological development countries 2005–2015»	Експертна робота Статистичного управління США (U.S. Bureau of the Census)	Аналіз біржової діяльності
Наука про життя	Телемедицина, нанобіологія, біологічно імітуючі імплантати, стовбурові клітини		–	Телемедицина
Біотехнології	Біотехнології, генетично		–	ГМО

	модифіковані організми (ГМО), синтетичні речовини		
Нові енергетичні технології	Енергетика, альтернативна енергетика та ресурси, ядерні енергетичні системи, системи водневої енергетики	Атомні технології	–
Нанотехнології та нові матеріали	Функціональні наноструктури, нановимірювання і аналізування, композиційні матеріали	–	–
Інформаційно-комунікаційні технології	Хмарні технології, глобальний бездротовий Інтернет, пошукові сервіси, дистанційний контроль, промисловий контроль, бізнес-додатки, кабельні технології, супутникові технології		
Радіоелектроніка	–	Кремнієва, біо-, молекулярна, органічна та фотонна радіоелектроніка, цифрова та аналогова електроніка	
Робототехніка	–	Робототехніка і технології штучного інтелекту	–
Новітні промислові технології	Цифровий будинок, текстиль з унікальними характеристиками (інженерія багатофункціональних тканин), роботизовані безпілотні транспортні засоби, енергетичне обладнання для нетрадиційних джерел енергії, харчова промисловість на основі новітніх технологій		
Аерокосмічні технології	–	Дослідження космосу, моніторинг Землі, безпілотні аерокосмічні технології	–
Транспортні та логістичні технології	–	Технологія нової транспортної системи та безпеки дорожнього руху, автоматичні (безпілотні) транспортні пристрої, логістичні термінали	
Рециркуляційні технології	Системи рециркуляції води, повторне використання відходів	–	–
Технології поширення знань	Система управління та виробництва знань, резервування масивів даних, запобігання стихійним лихам та їх попередження	–	–
Соціокультурні технології	Передові виробничі технології для розвитку соціальної інфраструктури	–	–

В умовах докорінних змін, як несе за собою асоціація України з ЄС, вкрай актуальним стає питання оцінки моделювання і потенціалу науково-технічного розвитку науки та можливостей розвитку передових виробничих технологій в Україні.

Класифікація країн за рівнем компонент інтегральних показників умов створення та рівня реалізації інноваційного потенціалу

I кластер (B)	II кластер (C)	III кластер (H)
Австрія	Угорщина	Болгарія
Бельгія	Іспанія	Греція
Великобританія	Італія	Кіпр
Німеччина	Мальта	Латвія
Данія	Португалія	Литва
Ірландія	Словенія	Польща
Нідерланди	Чехія	Румунія
Фінляндія	Естонія	Словаччина
Франція		Хорватія
Швеція		Україна

Застосування однофакторних економетричних моделей не достатньо для виявлення усієї сукупності складних взаємозв'язків у системі науково-технічного розвитку, що не дозволяє досліджувати можливості управління цим розвитком. Для таких досліджень найбільш придатним є метод імітаційного моделювання, зокрема на основі концепції системної динаміки. Для цілей дослідження науково-технічного та інноваційного розвитку цей метод використовується не дуже часто. Проте перевагою цього методу є те, що він спрямований на виявлення контурів зворотного зв'язку і забезпечує можливість здійснення імітаційних експериментів, які моделюють різні варіанти управління.

Найкращим сценарієм, який у довгостроковому періоді забезпечує значне зростання результатів науково-технічного розвитку, є сценарій збільшення рівня витрат на НДДКР до цільового рівня ЄС у 4,0 % ВВП. Але цей сценарій є малоімовірним. Оптимальним можна вважати рівень витрат у 2,5 % ВВП, який може бути реалізований у середньостроковій перспективі. Підвищення рівня витрат до 1,7–2,0 % ВВП дає певні результати, але не створює достатніх ресурсів для довгострокового розвитку. Проте ці варіанти сценаріїв є більш ймовірними.

В сучасних форсайт-дослідженнях, перш за все, слід виділити виявлення і дослідження так званих глобальних викликів (GrandChallenges). При цьому роль форсайту полягає не тільки і не стільки у виявленні «великих викликів», скільки у пошуку «великих відповідей» (GrandResponses), тобто таких заходів і інструментів політики, які будуть сприяти вирішенню цих проблем найбільш ефективним способом. Моніторинг досліджень майбутнього надає чисельні переваги і політикам, і спеціалістам, оскільки надає можливість:

- 1) виявити ключових гравців і їх компетенцію;
- 2) оцінити потенціал і обмеження застосування тих чи інших методів і їх комбінацій;
- 3) актуалізувати футурологічні дослідження та збільшити попит на них;
- 4) підвищити якість політичних рекомендацій;
- 5) розвивати культуру досліджень майбутнього;
- 6) створювати відповідні професійні мережеві спільноти.

У країнах ЄС більше десяти років також ведеться систематичний моніторинг і аналіз форсайт-досліджень за підтримки Єврокомісії. Серед інструментів європейського форсайт-прогнозу широко використовуються такі методи, як дорожні карти, вибір

пріоритетів, побудова образів майбутнього, слабкі сигнали, «джокери» (wildcards), а також поширюється інтеграція методів чисельного прогнозування та експертних методів. В країнах ЄС, крім власне форсайт-проектів (а саме з визначення трендів розвитку у науці, технологіях та інноваціях – VERA, EFP, FARHORIZON, CIVISTI, SESTI, IKNOW, INFU, SANDERA тощо), виконується ще низка проектів з елементами досліджень майбутнього, зокрема: EuropeanResearchArea (ERA-Net), спільні програмні ініціативи (JointProgrammingInitiatives, JPIs) і технологічні платформи (наприклад, у форматі технологічних дорожніх карт). При цьому зі зростанням кількості та різноманітності подібних проектів (108) у всьому світі зростають і вимоги до забезпечення більш ефективного доступу до інформації про дослідження, що виконуються, та взаємного обміну досвідом. У більшості країн світу форсайт-технологія зарекомендувала себе як достатньо ефективний інструмент вибору пріоритетів у сфері науки та технологій, що реалізуються в рамках як національних, так і великих міжнародних програм науково-технічного й інноваційного розвитку.

Історія прийняття в Україні законодавчих актів щодо визначення пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки виділяє наступні етапи:

1) у 1991 році було прийнято Закон України «Про основи державної політики у сфері науки і науково-технічної діяльності», який заклав основи державної політики в науково-технологічній сфері, визначив основні механізми її формування і реалізації;

2) у 2001 р. було прийнято Закон України «Про пріоритетні напрями науки і техніки» з новими пріоритетами, в якому було прописано механізм реалізації цих пріоритетів – через систему державних науково-технічних програм із пріоритетних напрямів розвитку науки та техніки;

3) з 2004 р. до 2006 р. виконання «Державної програми прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку на 2004–2006 рр.» дозволило сформувати ієрархію науково-технічних та інноваційних пріоритетів на довго-, середньо- та короткострокову перспективу. Але фінансування цієї програми було скорочено майже вдвічі, а її реалізацію у 2006 р. призупинено;

4) у 2007 р. була затверджена і виконувалась «Державна програма прогнозування науково-технологічного розвитку на 2008–2012 рр.», затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 11 вересня 2007 р. № 1118, виконання якої на базі УкрІНТЕІ дозволило відпрацювати 116 технологій виявлення та уточнення технологій за пріоритетними напрямками розвитку науки та техніки. Але у 2011 р. Постанова втратила чинність на підставі постанови КМУ від 22.06.2011 № 704 «Про скорочення кількості та укрупнення державних цільових програм»;

5) у червні 2010 р. Верховна Рада України прийняла нову редакцію Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки»;

6) у вересні 2011 р. було прийнято Постанову Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2015 року» від 07.09.2011 № 942;

7) у 2015 р. було прийнято Закон України, спрямований на врегулювання відносин, пов'язаних з провадженням наукової і науково-технічної діяльності, та створення умов для підвищення ефективності наукових досліджень і використання їх результатів для забезпечення розвитку всіх сфер суспільного життя. В той же час цей Закон безпосередньо не визначає пріоритети науково-технічної діяльності і потребує прийняття окремого закону України, який би законодавчо закріпив середньо- і довгострокові пріоритети у цій сфері.

3. Відповідність найважливіших напрямів наукових досліджень та розробок НАН України глобальним проблемам людства

Глобальна проблема людства	Напрямок наукових досліджень	Розробки
Депопуляція і старіння населення	1. Новітні біотехнології для охорони здоров'я, фармакології та АПК	<p>1.1. Клітинні та молекулярні технології для медицини та сільського господарства;</p> <p>1.2. Генноінженерні технології з використанням рекомбінантних білків для діагностики та лікування інфекційних та інших поширених захворювань;</p> <p>1.3. Методи молекулярної діагностики спадкових та злоскісних захворювань;</p> <p>1.4. Нове покоління лікарських препаратів для профілактики та лікування серцево-судинних, неврологічних й інфекційних захворювань;</p> <p>1.5. Створення системи виявлення та моніторингу генетично модифікованих організмів на ринку України;</p> <p>1.6. Створення ефективної системи протидії біоагрозам різноманітного походження, а саме: біобезпека, пов'язана з ліками, епідеміями, проявами біотероризму</p>
Нестача продовольства	2. Високопродуктивне сільське господарство	<p>2.1. Генетика і селекція високопродуктивних сільськогосподарських культур і тварин;</p> <p>2.2. Економіко-правові проблеми забезпечення ефективного агропромислового виробництва та розвитку сільських територій;</p> <p>2.3. Якісна і безпечна продукція рослинництва і тваринництва для продуктів харчування і промислової сировини;</p> <p>2.4. Системи дистанційного моніторингу стану ґрунтів і посівів сільськогосподарських культур</p>
Екологічні проблеми	3. Рациональне використання природно-ресурсного потенціалу	<p>3.1. Наукове забезпечення ефективних методів і технологій пошуку, суттєвого збільшення розвіданості запасів та екологічно-безпечного видобутку корисних копалин в Україні;</p> <p>3.2. Розробка, впровадження засад екологічної політики держави на принципах сталого розвитку;</p> <p>3.3. Збереження біотичного та ландшафтного різноманіття і подальша розбудова національної екологічної мережі;</p> <p>3.4. Прогнозування змін клімату на системній основі та виконання Україною зобов'язань за Кіотським протоколом до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату;</p> <p>3.5. Проблеми поводження з відходами та розробка і впровадження засад екологічно чистого виробництва</p>

Енергетика та енергозбереження; Вичерпання запасів ряду видів сировини і палива	4.1. Паливно-енергетичний комплекс та енергозбереження	4.1.1. Економіко-правове забезпечення розвитку енергетики; 4.1.2. Проблеми інтеграції об'єднаної енергетичної системи України в трансєвропейську енергетичну систему; 4.1.3. Комплексна модернізація комунальної теплоенергетики; 4.1.4. Ефективне використання та подовження ресурсу газотранспортної системи; 4.1.5. Енергоощадні твердотільні джерела світла; 4.1.6. Підвищення надійності та подовження ресурсу енергетичного обладнання та систем; 4.1.7. Нетрадиц. та відновлювані джерела енергії
	4.2. Ядерна енергетика	4.2.1. Подовження ресурсу служби, модернізація, реконструкція ядерних енергоблоків з метою підвищення їх безпеки і ефективної експлуатації; 4.2.2. Створення елементів ядерно-паливного циклу України; 4.2.3. Поводження з відпрацьованим ядерним паливом і радіоактивними відходами; 4.2.4. Нові ядерно-енергетичні джерела енергії з високою ефективністю і гарантованою керованістю
Відставання від провідних країн світу в переході до нового технологічного укладу, уповільнення науково-технічного прогресу	5.1. Наноматеріали і нанотехнології	5.1.1. Наноструктурні матеріали з заданими властивостями, технологічне обладнання; 5.1.2. Наноелектроніка; 5.1.3. Нанохімічні та нанобіологічні технології
	5.2. Інформаційні технології та ресурси	5.2.1. Впровадження грид-технологій на базі інформаційно-обчислювальної мережі для потреб медицини, фармакології, генетичної інженерії, досліджень у галузі фізики високих енергій та астрофізики; 5.2.2. Теорія, моделі, методи і технічні засоби оптимізації та системного аналізу для вирішення задач трансобчислювальної складності (екологія, функціонування ринкової економіки, демографічні процеси); 5.2.3. Розробка конкурентоспроможного програмного забезпечення для комп'ютерних технологій та систем; захист інформації у комп'ютерних системах; 5.2.4. Управління складними системами; методи та засоби підтримки інформаційно-аналітичної діяльності та прийняття рішень державними органами управління; 5.2.5. Розвиток національних інформаційних ресурсів та освоєння світових джерел наукової інформації

<p>5.3. Нові матеріали, методи їх з'єднання та обробки</p>	<p>5.3.1. Конструктивні матеріали та композиційні матеріали для важкого транспортного, літального і енергетичного машинобудування, авіаційної та космічної техніки;          5.3.2. Функціональні матеріали для електроніки, приладобудування та медицини;          5.3.3. Матеріали для породоруйнівного і ріжучого інструменту;          5.3.4. Матеріали для джерел струму і водневої енергетики;          5.3.5. Ресурсо- та енергозберігаючі технології виробництва і з'єднання матеріалів;          5.3.6. Інженерія поверхні;          5.3.7. Методи і засоби технічної діагностики матеріалів і конструкцій тривалої експлуатації (мости, газотранспортні системи, ємності для нафто- та газозбереження);          5.3.8. Сорбційні матеріали широкого призначення;          5.3.9. Речовини та матеріали для побутової хімії та харчової промисловості</p>
<p>5.4. Машинобудування та приладобудування</p>	<p>5.4.1. Виробництво сучасної ракетно-космічної та авіаційної техніки, суден і електровозів нового покоління;          5.4.2. Диспетчерські системи, системи локації в різних середовищах;          5.4.3. Побутова і комунальна електронна техніка та технологічні процеси виготовлення її елементів;          5.4.4. Лазерна техніка та обладнання, технологічні процеси їх застосування;          5.4.5. Діагностичні та лікувальні програмно-технічні комплекси;          5.4.6. Бурове нафтогазове обладнання</p>

#### 4. Наукометричні підходи

**Метод підрахунку кількості публікацій** (бібліометричний аналіз) проводиться за допомогою аналізу кількості прореферованих наукових документів з різних галузей знань. Таким чином, виділяють галузі науки й окремі розділи, які за кількістю наукових публікацій посідають провідне місце у структурі наукових знань. Потім порівнюється кількість публікацій по окремих галузях з метою виділити «провідні» галузі знань (у відсотковому відношенні до загальної кількості публікацій, які прореферовані за цей період).

**Метод частотного аналізу** наукових проблем є одним з найпоширеніших наукометричних методів дослідження і полягає в розбивці інформаційного потоку за багатьма критеріями з подальшою статистичною обробкою. При цьому проводять підрахунок кількості наукових документів за такими параметрами: види та типи наукових документів (книги, патенти й авторські свідоцтва, публікації в журналах

тощо) і носіїв; кількість авторів; рубрики УДК, ББК, реферативних журналів; тематична спрямованість публікацій або журналів; число бібліографічних посилань у публікаціях; країни й установи, що підготували і видали наукові документи; «вік» публікацій; мовна приналежність наукових документів; обсяг документів тощо. Дослідження інформаційного потоку, проведені через рівні проміжки часу, дозволяють отримати уявлення про динаміку зміни його обсягу та структури.

**Патентний аналіз** проводиться з метою отримання кількісних характеристик розвитку окремих напрямів науки та техніки використовують статистичні методи обробки масивів патентної інформації.

Процес вирішення завдання реалізації форсайт-дослідження як складової конвергентних технологій в Україні складається з таких етапів: **перший**: формування експертних панелей, при цьому визначається чисельність і склад експертної групи для участі у форсайт-проекті; **другий**: формування вихідного переліку напрямів наноіндустрії. Необхідно провести аналіз стану та перспектив розвитку наноіндустрії із застосуванням методів бібліометрії (метод підрахунку кількості публікацій), наукометрії (метод частотного аналізу) та патентного аналізу; **третій**: вибір пріоритетних напрямків розвитку. Процедура вибору пріоритетних напрямків розвитку полягає в ранжируванні цих напрямків по заданих критеріях за допомогою принципу Парето-оптимальності; **четвертий**: узгодження і затвердження пріоритетних напрямків. Відповідно до діючої методики здійснюється строго регламентована процедура узгодження і затвердження пріоритетних напрямків.

##### 5. Біотехнології та нанобіотехнології

У світовому науковому співтоваристві біотехнології відносять до «глобальних» чи конвергентних технологій, оскільки вони охоплюють широкий спектр наукових дисциплін, секторів економіки і розповсюджуються на величезні території. Біотехнологічна революція фактично розпочалася з останнього десятиліття ХХ століття і викликала потужну хвилю виробництва інноваційних продуктів і послуг у медицині, сільському господарстві, промисловості, електроніці, енергетиці, тобто практично у більшості секторів світової економіки. На початку ХХІ століття в ЄС була розроблена «Стратегія для Європи: науки про життя і біотехнологія», яка стала основою для країн ЄС при розробці їх національних політик в сфері біотехнологій. В ній було визнано, що після інформаційної революції і розвитку ІКТ другою інноваційною хвилею розвитку стали біотехнології і науки про життя. Експертами ОЕСР запропоновано перелік сучасних конвергентних біотехнологій у медицині, фармацевтичній і біотехнологічній промисловості, біоенергетиці і сільському господарстві:

1) ДНК/РНК: геноміка; фармакогеноміка; генні датчики або генні детектори; DNA/RNA-секвенування/синтез і ампліфікація (визначення первинної структури макромолекул; посилення процесу копіювання ДНК/РНК, генетично виражене профілювання і т. ін.); 2) протеїни та інші молекули: секвенування/синтез і конструювання протеїнів і пептидів, включаючи великі гормональні молекули; покращена система доставки лікарських препаратів у конкретні точки організму на основі великих молекул; протеоміка; ізолювання і очищення протеїнів, сигналізація та ідентифікація клітинних рецепторів; 3) клітинні і тканинні культури та їх конструювання: ферментація, що використовує біореактори; біопроцеси; біовилучення; пом'якшення деревини за допомогою дереворуйнуючих грибків; біодесульфатизація; біологічне очищення заражених органічними відходами ґрунтів

за допомогою гравіції; модифікація та ДНК; 4) гени і ДНК-вектори; гени тварин; вірусні вектори; 5) біоінформатика: конструювання баз даних геномів, протейомів та секвенування; моделювання складних біологічних процесів, включаючи системну біологію; 6) нанобіотехнології: інструменти і процеси, що використовують нано- і мікротехнології при створенні обладнання для вивчення біосистем, використання в системах доставки лікарських препаратів в організм, діагностиці тощо.

Під терміном «нанобіотехнологія» (вперше з'явився в базі Medliney 2000 р.) розуміють сукупність провідних вдосконалених біотехнологічних методів і продуктів.

#### 4. Основні напрями розвитку нанобіотехнології

5.

Галузь	Конкретні приклади
Медицина	доставка лікарських препаратів і генів всередину клітини; використання ферментів і мікроорганізмів при виробництві складних ліків, синтез нових антибіотиків; діагностика і мікро-/нанохірургія; розробка біосумісних поверхонь контакту і матеріалів для протезування й імплантації
Генна інженерія	секвенування і модифікація ДНК
Сільське господарство	одержання нових штамів мікроорганізмів; нові методи селекції рослин і тварин (включаючи клонування)
Харчова промисловість	створення нових методів переробки та зберігання харчових продуктів; синтез білка з одноклітинними організмами
Хімічна промисловість	нові ефективні каталізатори, мембранні технології
Контроль за навколишнім середовищем	удосконалення методів тестування й моніторингу, засобів детектування й боротьби з хімічною і біологічною зброєю; технології переробки й утилізації відходів
Енергетика	нові види і способи одержання палива, зберігання, використання
Наноелектроніка	сенсорика; біочипи; інформаційні технології
Матеріалознавство	вилуження руд; біосинтез; біорозкладання

За оцінками експертів ОЕСР, біоекономіка до 2030 р. буде спиратися на три базових елементи: 1) повне пізнання генної структури і складних клітинних процесів в організмі людини; 2) виробництво «поновлювальної біомаси» як у сільському господарстві, так і для біоенергетики в біопромисловості; 3) комплексне та інтегральне застосування біотехнологій у різних секторах економіки, зокрема у сільському господарстві та енергетиці, що буде суттєво впливати на екологію планети і глобальний клімат.

## 6. Переваги та ризики застосування біотехнологій у сільському господарстві

7.

Технології	Вигоди	Ризики
Трансгени (у цілому)	Можливість покращити всі форми сільського господарства	Зменшення біорізноманіття з можливістю більш сильного впливу нових патогенів; надходження ГМ- продуктів у харчовий раціон без інформування споживача; технологія може не працювати в нових умовах
Стійкість до гербіцидів	Збільшення с.-г. продуктивності, зменшення використання гербіцидів, що не підлягають біодеградації	Ауткросинг, що призводить до розвитку супербур'янів, стійких до гербіцидів
Стійкість до комах-шкідників	Збільшення сільськогосподарської продуктивності, зменшення використання гербіцидів, що не підлягають біодеградації	Ауткросинг, що призводить до розвитку біотехнологічно стійких комах; фермери (органічне хліборобство) не зможуть застосовувати біотехнології; несприятливий вплив на популяції метеликів
Підвищення харчової цінності	Позитивний вплив на поживну цінність продуктів у раціоні населення країн, що розвиваються	Може мати слабкий ефект, але при цьому слугує тільки рекламою для комерційних організацій
Загальна стійкість	Дозволяє вести сільське господарство в регіонах з несприятливими для цього умовами	Розвиток суперстійких рослин, які можуть принести проблеми, наприклад, трава, що активно розростається
Стійкість до заморозків	Збільшення с.-г. продуктивності	Може призвести до зміни клімату
Нові джерела продукції (лауринова к-та з ГМ-ріпаку)	Зменшення витрат на виробництво деяких рослинних продуктів	Може принести втрати і збитки в економіці, яка залежить від традиційних методів виробництва
Біоінженерні с.-г. тварини	Збільшення продуктивності виробництва харчових продуктів тваринного походження	У випадку, якщо трансгенна риба з ферми опиниться в дикій природі, вона може витиснути природну популяцію

## 6. Біосировина

Враховуючи необхідність досягнення енергетичної незалежності України, в тому числі за рахунок суттєвого розширення використання альтернативних видів палива (наприклад, за рахунок ефективного використання біопалива у енергетичному балансі України), як це передбачено Законом України «Про альтернативні види рідкого та

Постанови Президії НАН України від 12.07.2006 № 213 (v0213550-06) науковцями Секції хімічних та біологічних наук НАН України було підготовлено Концепцію цільової комплексної програми наукових досліджень «Біомаса як паливна сировина» («Біопалива»). Але існуюче виробництво біопалива в Україні базується на застарілих і відносно дорогих технологіях, які не забезпечують ані належної їх собівартості, ані кількості. Першочерговими стратегічними пріоритетами програми були такі:

- 1) визначення найбільш перспективних джерел біопалива в Україні, включаючи нетрадиційні (тополя, верба, міскант та інші нові культури);
- 2) розробка технологій вирощування та основних напрямів використання нетрадиційних біоенергетичних культур як високоефективного відновлюваного джерела енергії. Забезпечення стабільно високого виходу абсолютно сухої маси (10–20 т/га – яка придатна для використання на тверде біопаливо) та високоякісної технічної олії (900–1100 кг/га – як джерела для біодизеля);
- 3) застосування методів біотехнології і генетичної інженерії рослин з метою збільшення продукції сировини для біопалива з одиниці площі за мінімальних енерговитрат з підвищеним вмістом корисних речовин, а також створення рослин – продуцентів олій;
- 4) удосконалення технологій отримання біопалива (біодизель та біоетанол) і білкових концентратів з рослинної сировини, з пошуком та генетичним конструюванням відповідних штамів мікроорганізмів;
- 5) розробка методів одержання вуглеводнів з біомаси сухих відходів і пошук методів одержання етилену з біомаси (хімічні та ферментативні процеси);
- 6) технології використання біосировини для отримання біопалива разом із створенням технологій для отримання супутніх органічних хімікатів (полілактат, молочна кислота, гідроксимасляна кислота, глютамінова кислота, фурфурол та продукти на його основі);
- 7) пошук шляхів використання побічних продуктів і відходів виробництва біопалива.

У результаті виконання вказаної комплексної програми відбудеться:

- 1) залучення перспективних біологічних ресурсів, розробка і впровадження новітніх технологій біоенергоконверсії для отримання рідких біопалив і розширення їх використання;
- 2) запровадження використання найбільш ефективних, у т. ч. нетрадиційних та альтернативних, джерел сировини для отримання біопалив;
- 3) отримання високоякісної сировини з енергетично цінних рослин, включаючи покращення показників їх продуктивності та кінцевого виходу спирту та олій;
- 4) підвищення якісного складу та кількісного вмісту енергетично цінних речовин (крохмалю, цукру, олій тощо) в біосировині для отримання рідких біопалив;
- 5) створення нових штамів мікроорганізмів, грибів і мікроводоростей, а також розширення їх ресурсної генетичної бази для отримання рідких біопалив;
- 6) вдосконалення і розроблення новітніх хімічних технологій, а також застосування нових підходів для біоенергоконверсії;
- 7) удосконалення технологій хімічної трансформації жирних кислот в олії для одержання біодизеля;
- 8) вдосконалення існуючих та розробка альтернативних технологій отримання паливних компонентів, необхідних для виробництва біопалив;

9) використання відходів сільськогосподарського виробництва, лісової, харчової промисловості та побутових відходів як сировини для отримання біопалив;

10) практичне використання побічних продуктів та відходів виробництва біопалив;

11) порівняльний аналіз різних джерел біоенергетичної сировини з урахуванням собівартості, екологічної безпеки, а також можливості отримання при цьому додаткових корисних продуктів.

6. Аналіз та оцінка пріоритетів і перспектив для України на середньо- та довгострокову перспективу

Пріоритети досліджень світового рівня	Найбільш вагомі сфери досліджень	Найбільш значущі досягнення, конкурентні на світовому ринку	Найбільш важливі технології	Перспективні технології	Найбільш важливі напрями досліджень (на 15–20 років)
виробництво харчових продуктів домішок; низькомолекулярних біологічно активних сполук; молекулярна діагностика; імунобіотехнології; біодеградація; біосенсорика; розробки фармацевтичних препаратів; тощо	створення і використання генетично модифікованих рослин і грибів, трансгенних тварин; створення і використання традиційних і рекомбінантних мікроорганізмів; медичні біотехнології; технологія виробництва біосенсорів для аналізу змісту різних сполук; тощо	технологія одержання рекомбінантних білків у рослинах і мікроорганізмах і т. ін. розробка тест-систем для діагностики вірусних і бактеріальних захворювань; створення пробіотичних препаратів; біотехнології захисту будівель і металевих конструкцій; біотехнології захисту навколишнього середовища; технології виготовлення протиракових вакцин тощо	створення трансгенних рослин; очищення води; діагностичні тест-системи протиінфекційних агентів; виділення і використання стовбурових клітин тощо	мікробіологічні засоби захисту рослин; біотехнології виробництва грибів; генетичне перетворення мікроорганізмів; генна терапія тощо	медичні біотехнології; одержання трансгенних рослин, тварин і грибів; розробка фармацевтичних препаратів; клітинна і генна терапія тощо

## 7. Нанотехнології і глобальні проблеми

## 7. Сучасне застосування нанотехнологій і глобальні проблеми

Глобальна проблема	Застосування нанотехнології
Депопуляція й старіння людства	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цільова доставка ліків і протеїнів</li> <li>2. Біополімери і загоєння біологічних тканин</li> <li>3. Клінічна і медична діагностика.</li> <li>4. Створення штучних м'язів, кісток, імплантація живих органів</li> <li>5. Біомеханіка, геноміка, біоінформатика, біоінструментарій</li> <li>6. Фармацевтика на нанорівні</li> <li>7. Реєстрація й ідентифікація канцерогенних тканин, патогенів і біологічно шкідливих агентів</li> </ol>
Нестача продовольства	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Безпека в сільському господарстві й при виробництві їжі</li> <li>2. Розробка нових високопродуктивних сортів рослин, тварин та ін.</li> </ol>
Екологічні проблеми, захист навколишнього середовища	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пристрої контролю оточуючого середовища</li> </ol>
Нова енергетика й вичерпання природних ресурсів	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Паливні елементи й устрої для зберігання енергії</li> <li>2. Сонячні елементи</li> </ol>
Перехід до нового технологічного укладу (6 уклад)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Елементи наноелектроніки й нанофотоніки – напівпро-відникові транзистори, лазери, фотодетектори, сенсори і т. д.</li> <li>2. Пристрої надщільного запису інформації</li> <li>3. Телекомунікаційні, інформаційні й обчислювальні технології, суперкомп'ютери; пласкі екрани, відеопроєктори й монітори комп'ютерів</li> <li>4. Молекулярні електронні устрої, у тому числі перемикачі й електронні схеми на молекулярному рівні; нанолітографія й наноімпринтинг</li> <li>5. Устрій мікро- і наномеханіки, у тому числі актюатори й трансдуктори, молекулярні мотори й наномотори, нанороботи</li> <li>6. Нанохімія і каталіз, у тому числі управління горінням, нанесення покриттів, електрохімія</li> <li>7. Авіаційне, космічне й оборонне застосування</li> <li>8. Засоби забезпечення безпеки й боротьби з тероризмом</li> </ol>

Отже, сьогодні основною тенденцією розвитку ІКТ є все більш широке впровадження і зростаюча роль *біологічних принципів обробки інформації*. При цьому головна проблема, що стримує подальший прогрес ІКТ, полягає в необхідності створення інтелектуальних систем збирання і обробки інформації і систем управління, які були б масовими й ефективно вирішували б задачі штучного інтелекту.

У 2015 р. до найбільш перспективних ІКТ з погляду їх комерційного застосування до 2020 р. фахівці відносять такі:

- 1) хмарні технології;
- 2) мобільні платформи і застосування;
- 3) інтернет-речей;
- 4) дані й аналітика;
- 5) цифрові технології лікування;
- 6) штучний інтелект / когнітивні обчислення;
- 7) нанотехнології в електроніці та інші.

#### 8. Десять технотрендів в ІКТ, які змінять світ до 2020 рр.

Технотренд	Перспективні зміни
Інтернет-речей	Стрімке розповсюдження смартфонів і планшетних комп'ютерів призвело до того, що у 2010 р. на кожну людину планети приходилося більше, ніж по одному пристрою, підключеному до Інтернету (12,5 млрд гаджетів у 7 млрд населення). До 2020 р. кількість Інтернет-пристроїв досягне 50 млрд – по шість на кожного землянина. Розвиток Всесвітньої мережі значно розширює можливості збору, аналізу розподілу даних. Так, молода нідерландська компанія Spaker вживлює сенсори у вуха корів, щоб слідкувати за їхнім здоров'ям та переміщеннями
Зета-наводнення	У 2011 р., розмір унікальної інформації збільшився до 1,2 зетабайта. Потяг людей до мультимедіа, особливо до відео, призведе до того, що до 2020 р. більше 90 % даних в Інтернеті буде приходитись на відео-контент. Це потребує оптимізації архітектури безпеки і підвищення якості послуг з передачі інформації
«Мудрі хмари»	До 2020 р. третина усіх даних буде зберігатись або передаватись за допомогою хмарового обчислювального середовища. Середньорічне зростання загальносвітового доходу від хмарних серверів складе 20 %; витрати на інновації і хмарні обчислення у 2014 р. досягли вже 1 трлн дол. США. Хмарні сервіси вже спроможні перекладати з однієї мови на іншу в реальному часі, забезпечувати доступ до потужних суперкомп'ютерів і слідкувати за станом здоров'я людини

Мережі нового покоління	З 1990 р. швидкість передачі даних у домашніх мережах зростає у 170 тисяч разів. Наприклад, у будинку, де пропускна спроможність мережі складає 50 Мб/с, забезпечується одночасна робота домашньої системи телеприсутності (розповсюджена технологія для дистанційного спілкування, проведення телеконференцій), потокової передачі фільмів і онлайн-ігор. До 2020 р. швидкість домашнього з'єднання збільшиться у 3 млн. разів. Мережі майбутнього стануть у десятки разів швидше за сьогоднішні і будуть добре масштабуватись, щоб задовольнити зростаючий попит користувачів
Земля «пласка» як технології, що будуть використовуватися	Швидкість і рівень проникнення комунікацій збільшується. Наприклад, у «Твіттері» повідомлення про землетрус від жителів Японії з'явилося ще до того, як сейсмічна служба США попередила про можливе цунамі населення штатів Аляска, Вашингтон, Орегон і Каліфорнія. Збір, розповсюдження і споживання інформації про поточні події починається не у «практично реальному», а у дійсно реальному часі. Такі зміни стануть можливими завдяки трьом технічним досягненням: мобільному Інтернету, веб-телебаченню і генеруванню контенту будь-де і у будь-який час
Енергія – це життя	Зростання чисельності населення планети й урбанізація протягом наступних 20 років призведе до появи щомісячно містамільйонника. Енергетичну кризу можуть вирішити сонячні станції. Тільки сонячна енергія дає змогу задовольнити сьогоднішній попит на енергію у світі – достатньо побудувати 25 сонячних суперелектростанцій площею біля 100 км <sup>2</sup> кожна. При цьому «друкування» сонячних елементів за допомогою струменевих принтерів значно подешевшало
Усе на користь людині	До цього часу людство пристосовувалося до технологій. В майбутньому технології стануть пристосовуватись до людей. Вже сьогодні машинний зір дозволяє зняти камерою смартфон-у головоломку і миттєво вирішити її. Доповнена реальність і управління комп'ютерами за допомогою жестів дадуть змогу перетворювати сфери освіти, охорони здоров'я, комунікацій, а також поєднати віртуальний і реальний світи. Вже створено інтерфейс «людський мозок – машина», що, наприклад, дозволить людям з травмами хребта жити повноцінним життям
Нова реальність	Перехід від фізичної реальності до віртуальної продовжується. Колись люди купували книжки, CD і DVD-диски, а сьогодні є можливість завантажувати цю інформацію на персональні гаджети. Подібне буде відбуватись і з іншими предметами завдяки застосуванню 3D-друку і «адаптивного виробництва» (процесу об'єднання матеріалів для створення предметів шар за шаром на основі 3D-моделювання). Зараз так вже «друкують» машини, будівлі і людські органи
Альтернативна гілка еволюції	Анімовані персонажі вже перетворюють текст у мову, розпізнають її і засвоюють знання, одержані під час спілкування. Робототехніка розвивається швидким темпом. До 2020 р.

	роботи стануть досконалішими за людей за фізичними можливостями. До 2025 р. популяція роботів перевищить за чисельністю населення розвинених країн, до 2032 р. інтелект таких машин перевищить людський, а до 2035 р. вони повністю замінять людей в якості робочої сили
Така ж людина, але краще	Людство пододало поріг пізнання і стає власителем власної еволюції. Так, наприклад, у жовтні 2009 р. італійські і шведські вчені розробили штучну руку з передачею тактильних відчуттів; у березні 2010 р. імплантати сітківки ока дозволили відновити зір сліпим пацієнтам; у червні 2011 р. Інститут серця в Техасі (США) розробив «серце, що обертається» без пульсу, тромбів і поломок

## 9. Світові нанотехнологічні розробки для фотовольтаїки

Найменування	Основні наноматеріали	Позитивний ефект
Гнучкі органічні сонячні батареї	Фулерени (C60) і гетеро-структури C60 / p-Si	Висока поглинальна здібність у короткохвильовій області сонячного спектру
Сонячні батареї	Неорганічні й органічні матеріали з наношаровою та кластерною структурою	Накопичення й енергоперенесення
Органічні фотоелементи батарей	Полімерно-фулеренові наноструктури	Транспорт носіїв заряду здійснюється мережею нанокристалів і оргмолекул
Перспективи використання конвергентних технологій у галузях економіки України		
Сонячні батареї	Квантові точки	Поліпшення ККД до 42% (теоретично – до 86%) за рахунок генерації трьох електронів на один падаючий фотон
Багатошарові гетероструктури: InGaAs/AlGaAs; GeSi	Квантові ями; квантові точки	Промислова технологія виробництва фотоприймальних модулів ІЧ-діапазону
Мультикаскадні фотоелектричні перетворювачі	Наногетероструктури	ККД до 35% при 1000-кратному концентруванні наземного сонячного випромінювання (у 2 рази дешевше існуючих) для концентраторних енергоустановок
Сонячні батареї	Керамічні наноматеріали з шарів діоксиду титану й кремнію у 50–100 нм	На третину підвищують вироблення електроенергії без збільшення площі сонячних елементів
Сонячні батареї	Металеві наноматеріали (Ag, Cu, Co, Mn, Mg, Zn, Mo, Fe), їхні оксиди й гідроксиди	Дешевизна батарей, використання фізичних явищ у цих матеріалах

Тривимірні сонячні елементи	Вуглецеві нанотрубки	Підвищення коефіцієнту поглинання сонячної енергії кремнієвими батареями з 67,4% до 96,21%
Сонячні батареї	Решітки наноантен діаметром 2-4 мкм	Перетворення в електрику 92% світлової енергії (проти 80% існуючих). Працюють уночі за рахунок утилізації ІЧ-діапазону
Сонячні батареї	Полікристалічний кремній (с-Si), високочисті кремнійутримуючі матеріали	Пристрої для мікроелектроніки й фотоелементи
Сонячні елементи	Аморфний кремній (а-Si)	Зменшення товщини сонячних батарей при зростанні ефективності на 10%
Аерогелі	Об'єднані в кластери наночастки (до 5 нм) із порожнинами (до 100 нм) до 99% об'єму	Для сонячних колекторів, мають необхідну механічну міцність
Сонячні джерела енергії	Наноструктури, сенсibiliзовані спеціальним поглинаючим фарбником	Потенціал недорогого виробництва

## 8. Конвергенція знань

Україна, для якої проблема виживання та сталого розвитку, з огляду на агресію Росії, виявилася прямо пов'язаною з тенденціями світової енергетики та з необхідністю мінімізувати фатальну залежність від вуглеводнів, може одержати шанс стати енергонезалежною державою завдяки вдосконаленню ядерних технологій і використанню нетрадиційних джерел енергії. Українські розробки в енергетичних технологіях певною мірою відповідають сучасним тенденціям використання конвергентних технологій для створення вітчизняної економіки майбутнього.

У 2013 р. фахівцями Всесвітнього центру оцінки технологій (WTEC) та зацікавленими експертами був запропонований механізм реалізації передбачених вигід від конвергенції знань, технологій і суспільства на прикладі створення *національних КЗТС-ініціатив*, які можуть бути організовані у вигляді групи центрів в освітніх і дослідних установах, технологічних платформ, програм і організацій, а також відповідного зв'язку і координації з державними органами.

В Україні багато років обговорюються питання створення власної національної інноваційної системи, формування інноваційних кластерів, проблем трансферу технологій і функціонування наукових та індустріальних парків, можливих шляхів відтворення технопарків, спеціальних (вільних) економічних зон і спеціальних режимів інвестиційної діяльності з метою розбудови власної системи підтримки науково-інноваційної діяльності.

10. Механізми реалізації КЗТС у рамках національних КЗТС-ініціатив

Елементи механізму	Основне спрямування діяльності елементів
Центри в освітніх і дослідних установах	<p>Дослідницькі та освітні установи могли б стати базою для центрів і мереж із підтримки формування та вдосконалення КЗТС відповідно до трьох першочергових пріоритетів:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Теорія та методи виміру, оцінки та інформаційні підходи до конвергентних платформ і процесів;</li> <li>2. Децентралізована освітня мережа для впливу на горизонтальну (міждисциплінарний вплив) та вертикальну (вплив протягом всього життя людини) КЗТС-інтеграцію систем;</li> <li>3. Центри біомедицини, в яких поєднується біологія, медицина, наука й інженерія у системі охорони здоров'я</li> </ol>
Технологічні платформи	<p>Платформи будуть фокусуватись навколо сфер національних інтересів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>сталі, децентралізовані конвергентні NBIC-технології виробництва, такі як локальне виробництво з кібер-підтримкою, нанобіотехнології та психо-кібер-фізичні системи;</li> <li>когнітивне суспільство, дослідження мозку та когнітивні розрахунки;</li> <li>сталі міські спільноти;</li> <li>датчики стану навколишнього середовища;</li> <li>класифікація та інтеграція даних;</li> <li>посилення людського потенціалу</li> </ul>
Програми й організації	<p>Інтеграція необхідна для методології оцінки підтримки діяльності конвергентних екосистем, результатів досліджень та розвитку, що забезпечують передачу інформації з мозку людини до систем земного виміру, а також для розвитку нових парадигм з метою розуміння й обміну науковими знанням, для моніторингу зростаючого людського потенціалу на всіх рівнях</p>
Координація державних органів	<p>Органи влади будуть виконувати роль оцінки та підтримки можливостей для конвергенції у межах національного уряду і між національними та місцевими органами влади у таких сферах, як оздоровлення, старіння та процеси прийняття рішень. Національний орган КЗТС-конвергенції буде забезпечувати підтримку й управління національними ініціативами та поточною ситуацією</p>

11. Основні пріоритети Програми наскрізних заходів або зон фокусування (Cross-cutting activities (focus areas)) Горизонту 2020

Пріоритет	Характеристики
<p>Промисловість 2020 на основі рециркуляційної економіки (Industry 2020 in the Circular Economy)</p>	<p>Стимулювання економічного зростання й оновлення виробничих потужностей Європи в умовах обмежених ресурсів продемонструє економічну та екологічну доцільність підходу замкненої (рециркуляційної) економіки і надасть потужний імпульс реіндустріалізації ЄС; від'єднання створення добробуту, робочих місць від споживання ресурсів у рециркуляційній економіці, а також зведення відходів до мінімуму. Промислова сторона цього виклику заснована на договірних державно-приватних партнерствах (сPPPs) на «Фабриках майбутнього» (Factories of the Future, FoF) і «Виробництвах на основі усталеного розвитку» (Sustainable Process Industries, SPIRE), з сильним акцентом на промислових пілотних лініях з використанням нанотехнологій і передових матеріалів. У фабриках майбутнього сPPPs допомагає виробництву ЄС адаптуватися до глобального конкурентного тиску і задоволення зростаючого глобального споживчого попиту на більш екологічну і більш високоякісну продукцію. Так, державно-приватним партнерством в усталеному виробництві за рахунок ресурсів та енергоефективності (Sustainable Process Industries through Resource and Energy Efficiency, SPIRE PPP) розглядаються промислові сектори з високою залежністю від енергії, сировини і води</p>
<p>Інтернет-речі (Internet of Things)</p>	<p>Підтримка поєднання різних технологій, таких як Інтернет, компоненти, великі дані, хмари або сучасний комп'ютинг та їхню інтеграцію в інноваційних варіантах для вирішення основних соціальних проблем; створення великих можливостей для інновацій, що буде сприяти розвитку нових ринків і галузей і забезпечить більший вплив ЄС</p>
<p>Розумні міста, що усталено розвиваються (Smart and Sustainable Cities)</p>	<p>Об'єднання міста, промисловості і громадян, щоб продемонструвати можливості розробки і тиражування найбільш успішних рішень для розумних і стійких міст в Європі; фокусування на створенні міських просторів, що використовують безпечну, доступну та екологічно чисту енергію, за допомогою смарт-електро-мобільності та демонстрації ефективних, інноваційних, заснованих на принципах природи рішень</p>

12. Основні очікувані результати від імплементації ЄДП в Україні

Заходи з імплементації	Очікувані результати
<p>Поглиблена інтеграція України до ЄДП</p>	<p>Надасть можливість використання людського капіталу України для створення Центрів Передового Досвіду (Centres of Excellence) з використанням ресурсів європейських дослідницьких інфраструктур за допомогою електронних засобів цифрової науки. Україна має необхідну кількість висококваліфікованих кадрів ІТ-індустрії високого рівня, а входження їх до європейських дослідницьких інфраструктур дозволить вирішити проблему недостатнього фінансування наукових досліджень</p>
<p>Створення і узгодження національних Дорожніх карт з чіткими термінами впровадження</p>	<p>Стимулюватиме запровадження європейських стандартів і процедур експертної оцінки довготермінових проектів, які включають дослідницькі інфраструктури, центри передового досвіду, а також процедури оцінювання наукових інституцій.</p> <p>Узгодження з Єврокомісією та європейськими організаціями, які підтримують ЄДП, а також проведення міжнародного відбору членів Ідентифікаційного комітету та експертних комісій з оцінювання наукових інституцій дозволить цивілізовано вирішити можливий конфлікт інтересів між українськими вченими й органами державного управління.</p> <p>Експерти з оцінювання наукових інституцій повинні будуть відповісти на три групи питань:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>що відбувається сьогодні з українською науковою системою взагалі;</li> <li>наскільки ефективні чинні механізми, які потрібно вдосконалити;</li> <li>як удосконалити процес оцінювання результатів, проведення конкурсів</li> </ul>
<p>Розробка і застосування платформ Стратегії розумної спеціалізації</p>	<p>Дозволить створити Центри інноваційного розвитку у всіх регіонах України і розкрити потенціал українських учених (в тому числі в депресивних і старопромислових регіонах). Входження українських учених в ЄДП дозволить створити потенціал для реалізації конвергентних передових технологій в науці і виробництві, сприяти ефективному трансферу знань між державними та приватними структурами</p>

## 9. Висновки

1. В країнах-лідерах у відповідних регіональних угрупованнях існує тісний зв'язок між пріоритетами науково-технічних досліджень, інноваційних розробок і передовими технологіями.

2. Впровадження конвергентних технологій в Україні обумовлено потребою підвищення конкурентоспроможності вітчизняних товаровиробників на зовнішніх і внутрішніх ринках в умовах поглибленої інтеграції країни, перш за все з країнами Європейського Союзу, і реалізації Угоди про асоціацію між Україною та ЄС.

3. Аналіз структури світового та українського обсягів витрат на науково-технічний розвиток, а також експорту високотехнологічної продукції свідчить про невідповідність структури українського експорту високотехнологічної продукції світовій структурі.

4. У більшості країн, які претендують на лідерство як на регіональному рівні, так і у глобальному світі, технологія форсайт є сьогодні ефективним інструментом вибору пріоритетів у сфері науки і технологій відповідно до глобальних викликів як надзвичайно масштабних і складних проблем, з якими людство вже стикнулося і вплив яких у середньо- і довгостроковій перспективі буде посилюватися.

5. Визначення та реалізація потенціалу розвитку конвергентних технологій в Україні є одним із першочергових завдань науково-інноваційного розвитку країни в умовах нової промислової революції і асоціації з ЄС.

6. Інформаційні технології виступають локомотивом розвитку провідних країн світу, але конвергенції NBIC-технологій фантастично розширюють можливості як самих інформаційних технологій, якісно змінюючи їх спрямування і напрями застосування, так і створюють можливості для розвитку інших сфер науки і технологій.

## 10. Список використаних джерел

1. Декларация тысячелетия Организации Объединенных Наций // Организация Объединенных Наций: сайт. URL: <http://www.un.org/russian/document/declarat/summitdecl.htm>
2. Матюшенко І. Ю. Розробка і впровадження конвергентних технологій в Україні в умовах нової промислової революції: організація державної підтримки: монографія. Харків: ФОП Александрова К. М., 2016. 556 с.
3. Матюшенко І. Ю., Кизим М. О. Оцінка глобальних і специфічних національних проблем, що потребують вирішення в Україні // Актуальные вопросы развития инновационной деятельности: материалы XVI междунар. науч.-практ. конф. (Евпатория, 23–27 мая 2011 г.). Симферополь: Минэконом. АРК, 2011. С. 30–38.
4. Кизим М. О., Матюшенко І. Ю. Перспективи розвитку і комерціалізації нанотехнологій в економіках країн світу та України: монографія. Харків: ВД «ІНЖЕК», 2011. 392 с.
5. NBIC-технологии: Инновационная цивилизация XXI века: монография/под ред. А. К. Казанцева, Д. А. Рубвальтера. М.: ИНФРА-М, 2012. 384 с.

6. Митченко І. Ю. Технологічна конкурентоспроможність України в умовах нової промислової революції і розвитку конвергентних технологій. *Проблеми економіки*. 2016. № 1. С. 108–120.

7. Інноваційна та науково-технічна сфера: монографія/під заг. ред. Б. В. Гриньов.; Д. В. Чеберкус, В. С. Шовкалюк, А. В. Ямчук, Т. В. Писаренко, Т. К. Куранда. Київ: НТУУ «КПІ» ВПІ ВПК «ПОЛІТЕХНІКА», 2012. 88 с.

8. Форсайт в Україні: сайт. URL: [http://www.uintai.kiev.ua/foresight/ua/ua\\_foresight.php](http://www.uintai.kiev.ua/foresight/ua/ua_foresight.php)

9. Про інноваційну діяльність: закон України від 04.07.2002 № 40-IV (зі змін.) // База даних «Законодавство України»/Верховна Рада України. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/40-15>

10. Про Загальнодержавну комплексну програму розвитку високих наукоємних технологій: закон України від 09.04.2004 № 1676-IV // База даних «Законодавство України»/Верховна Рада України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1676-15>

11. Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні: закон України від 08.09.2011 № 3715-VI (зі змін.) // База даних «Законодавство України»/Верховна Рада України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2625-14>

12. Про виконання цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Біомаса як паливна сировина» («Біопалива») – етап 2010–2012 рр.: розпор.Президії НАНУ від 20.03.2013 № 189 // База даних «Нормативні акти НАНУ»/НАНУ. URL: [http://www1.nas.gov.ua/infrastructures/Legaltexts/nas/2013/directions/OpenDocs/130320\\_189.pdf](http://www1.nas.gov.ua/infrastructures/Legaltexts/nas/2013/directions/OpenDocs/130320_189.pdf)

13. Стратегія інноваційного розвитку України на 2010–2020 роки в умовах глобалізаційних викликів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://kno.rada.gov.ua/komosviti/control/uk/publish/article.art\\_id=47920](http://kno.rada.gov.ua/komosviti/control/uk/publish/article.art_id=47920)

14. «Ключові особливості інноваційної політики як основи для розробки заходів з посилення інновацій, що сприятимуть наближенню України до конкурентної економіки знань-порівняння ЄС та України.» Витримки з аналітичної роботи проекту ЄС «Вдосконалення стратегій, політики та регулювання інновацій в Україні» за редакцією ГудрунРумф / Джорджа Строгілопулоса / ІгораЄгорова.- К.Фенікс, 2011-99 с.

15. Тимчук В.М. Методологічне забезпечення напрямів інноваційно-інвестиційного розвитку АПВ Харківської області в галузі рослинництва Організаційно-економічні та інституціональні засади трансформації в аграрній сфері України. Матеріали зборів керівників, спеціалістів та вчених аграрників харківської області. 28 березня 2011 р. м. Харків.-Харків:ХНТУСГ, 2011С.-99-103

16. Тимчук В. М. Проблемні питання трансферу технологічних інновацій в АПВ/ В. М. Тимчук // Вісник аграрної науки. – 2013. – №2. – С.23–25.

17. Шубравська О. Інноваційний розвиток аграрного сектора економіки: теоретико-методологічний аспект // Економіка України. – 2012. – № 1. – С.27-35.

18.Тимчук В.М., Бондаренко Є.С., Гребенюк І.В., Єгорова Н.Ю. Аналіз векторів інноваційної трансформації в установі-оригінаторі ОПІВ// Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області-2015, випуск 19.-. С.214-231

## 11. Глосарій

**Конвергенція** (від лат. *convergo* — «зближую») — процес зближення, сходження (в різному розумінні), компромісів; протилежна **дивергенції**.

**Нанотехнології** — це наука й техніка створення, виготовлення, характеристики та реалізації матеріалів і функціональних структур і устроїв на атомному, молекулярному й нанометричному рівнях;

**Біотехнології** — це сукупність фундаментальних і прикладних досліджень, а також інженерних рішень, спрямованих на використання біологічних об'єктів, систем або процесів у промислових масштабах;

**Інформаційно-комунікаційні технології** — це сукупність міждисциплінарних досліджень та інженерних рішень, в яких інформація є вирішальним засобом і предметом праці, а також основним продуктом виробництва і предметом споживання;

**Когнітивні технології** — міждисциплінарна галузь, що поєднує дослідження закономірностей одержання, зберігання і використання знань людства, а також технологій їх практичного застосування для суспільно-економічного розвитку;

**Конвергенція знань і технологій для суспільства (КЗТС)** — це головний напрямок прогресу у суспільстві знань ХХІ століття.

**КЗТС** — зростаюча та схильна до трансформацій взаємодія між, здавалося б, різними категоріями: технологіями, суспільством та сферами людської діяльності для досягнення взаємних сумісності, синергізму та взаємопроникнення, створення за допомогою цих процесів доданої вартості і розширення для задоволення потреб людства та досягнення спільних цілей.

**П'ять універсальних принципів:** (1) взаємозалежність всіх компонентів природи та суспільства; (2) аналіз рішень для досліджень, розвитку та застосування, що базується на динамічній системно-логічній дедукції; (3) посилення креативності та інновацій за допомогою еволюційних процесів конвергенції; (4) вигода від міждомених мов високого рівня у створенні нових рішень та підтримці передачі нових знань; (5) цінність перспективних фундаментальних досліджень, втілених у глобальних наукових проблемах;

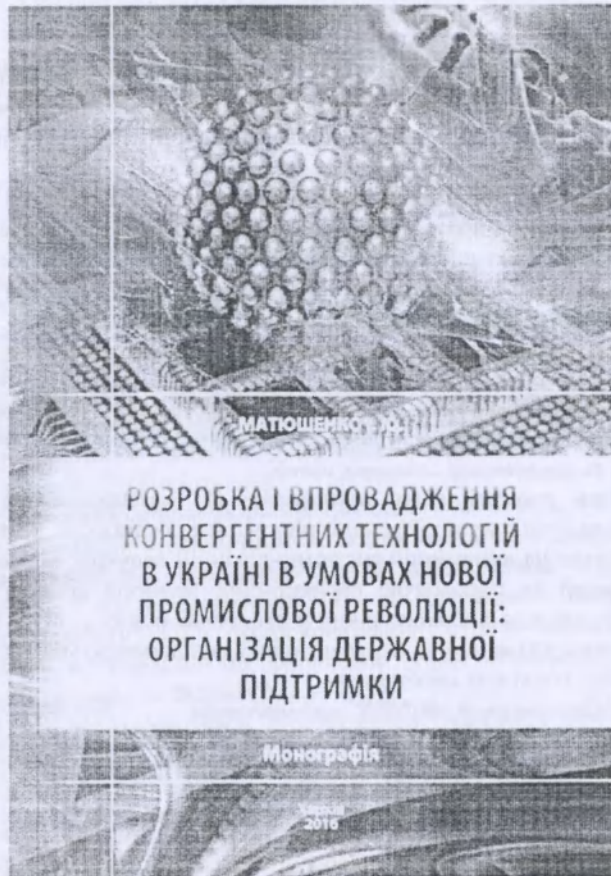
**NBIC-технологія, або NBIC-конвергенція** — акронім слів *nano, bio, info, cogno*. Тобто, взаємопроникнення, або конвергенція, чотирьох фундаментальних галузей знань, що є пов'язаними з біотехнологіями, інформаційними технологіями та когнітивною, або такою, що вивчає поведінку неживих істот. NBIC-технології знаходяться на перетині таких наук, як фізика, біологія, інформаційні, або комп'ютерні технології і медицина. Чим більш складне взаємопроникнення складових, тим більш інноваційним може виявитись кінцевий продукт.

**Форсайт** — сукупність інструментів, що дозволяє активно передбачувати проблеми майбутнього. Активний прогноз, який включає елементи впливу на майбутнє з допомогою узгоджених приватних (партикулярних) інтересів різних соціальних верств.

## 12. Додатки.

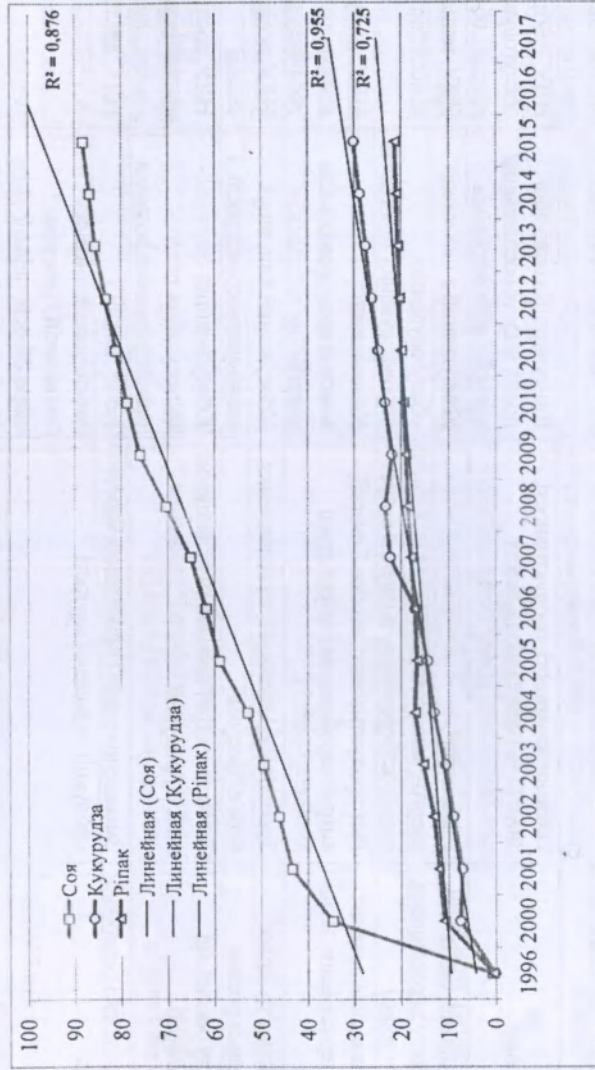
### Додаток А.

Обкладинка монографії Матюшенко І.Ю. «Розробка і впровадження конвергентних технологій в Україні в умовах нової промислової революції: організація державної підтримки», з якою варто більш детально ознайомитись.



Аналіз ближньо- та середньострокових перспектив нарощування частки ГМО провідних рослинницьких об'єктів трансферу інтегрованих в переробку, 1996-2015 рр.

(розраховано з посиланням на Мапошенко І.Ю., ActaInnovationsno. 17, 2015, р. 41-47), % ГМО до культури в світі.



Додаток В.  
Класифікація видів інноваційної продукції і послуг щодо їх освоєння в агропромисловому виробництві  
(Ломаченко Т.І., 2011 р.)

№ п/п	Види інноваційної продукції	Порівняльні переваги з існуючими аналогами	Вид і характеристика інноваційних послуг	Виробники послуг
<i>1. Техніко-технологічні</i>				
1	Технічні засоби	Показники вартості, продуктивності, енерго- та матеріалоощадності	Консультації з освоєння нових машин і обладнання	НДУ, центри сервісного обслуговування с.-г. машин і обладнання
2	Технології (способи сіви, посадки, догляду за рослинами, збору врожаю тощо)	Параметри енерго-, матеріало- та екологічного збереження, зниження витрат	Консультації з обслуговування впроваджуваних технологій	НДУ, технопарки, консалтингові центри
3	Використання відновлюваних та інших альтернативних видів енергії	Ріст продуктивності, економії енергії, витрат виробництва і затрат праці	Консультації з використання нових видів енергії	НДУ, центри з технічного обслуговування
4	Нові види добрив та інших засобів живлення рослин	Зростання врожайності та поліпшення якості продукції	Консультації з вирощування нових сортів рослин	НДУ, дослідні станції
5	Засоби захисту рослин від шкідників і хвороб	Зниження втрат врожаю та підвищення якості продукції	Консультації з застосування та навантаження на довілля	НДУ, дослідні станції, відділи із захисту рослин
6	Способи зберігання і переробки с.-г. продукції	Зменшення втрат і підвищення якості продукції та доданої вартості	Консультації з впровадження нових технологій і способів переробки продукції	НДУ, дослідні станції
7	Способи діагностики та лікування захворювань с.-г. тварин	Зростання втрат поголів'я, продуктивності тварин, поліпшення якості та зниження собівартості продукції	Консультації з вакцинацій, запобігання захворюванням тварин і птиці	НДУ, ветеринарні та науково-дослідні станції
<i>2. Селекційно-генетичні</i>				

3	Нові породи і види тварин і кроси птиці	Вищі показники генетичної стійкості, продуктивності та якості продукції	Консультації з догляду й утримання тварин та племінній роботі	НДУ, комісії з держплемсправи, дослідні господарства, селекційні комплекси
4	Нові сорти і гібриди сільськогосподарських рослин	Вища врожайність і споживчі якості	Консультації з вирощування нових сортів с.-г. культур, плодкових насаджень і винограду	НДУ, селекційні станції, дослідні ділянки багаторічних насаджень, комісія з держвипробування
<b>3. Організаційно-економічні</b>				
5	Нові форми організації та управління в АПВ	Підвищення норми прибутку, збільшення частки ринку, зниження витрат виробництва і просування продукції	Інноваційно-консультативні послуги щодо прийняття організаційно-управлінських рішень	Консалтингово-інжинірингові фірми
6	Стандарти і технічні вимоги	Прогресивні норми якості нової с.-г. продукції, послуг	Надання консультацій і проведення експертизи документів в області стандартизації	Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, Технічні комітети
<b>4. Соціально-екологічні</b>				
7	Форми організації й мотивації праці	Поліпшення умов праці, підвищення продуктивності праці, оздоровлення і поліпшення якості довілля та екологічних умов	Консультації з вивчення, аналізу і впровадження нових форм організації та мотивації праці	НДУ, консалтингові центри
8	Форми забезпечення сприятливих екологічних умов для проживання та дозвілля населення	Формування збалансованого природокористування, поліпшення якості довілля та екологічних умов через регулювання ставок за екологічними податками та надання пільг за ними, вдосконалення структури кадастру відходів та ВМР	Організаційно-методичне забезпечення реалізації податкового обов'язку із здійсненню податкового обліку, звітності та сплати екологічного податку, переходу держави на шлях сталого розвитку	Центральні й місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, громадські екологічні організації

Витрати на інноваційні процеси України, 2009 (з посиланням на Ломаченко Т.І., 2011 р.)\*

Показник	2000 р.		2005 р.		2009 р.	
	млн. грн	%	млн. грн	%	млн. грн	%
<b>I. У цілому по економіці України:</b>						
1.1.Фундамент. дослідження (ФД)	258,9	1,7	902,2	0,9	1916,6	1,2
1.2.Прикладні дослідження(НДР)	375,0	2,4	708,8	0,7	1412,0	0,9
1.3.Науково-технічні розробки та послуги (ДКР)	1002,4	6,4	3207,6	3,3	5325,1	3,3
1.4.Інвестиції в основний капітал (Ос) , усього, у т.ч.:	13955,0	89,5	93096,0	95,1	151777,0	94,6
1.4.1.Сільського господарства	496,0	3,2	4905,0	5,0	9295,0	5,8
Усього витрат на інноваційно- інвестиційні процеси	15591,3	100,0	97914,6	100,0	160430,7	100
1.5. Співвідношення ФД:НДР:ДКР:Ос	1:1,5:4:54		1:0,8:3,5:104		1:0,7:2,8:79	
<b>II. У аграрній академічній науці:</b>						
2.1. Обсяг бюджетного фінансування фундаментальних досліджень (ФД)	65,1	15,5	93,6	2,4	210,7	2,7
2.2. Обсяг бюджетного фінансування прикладних досліджень(НДР)	5,1	1,2	41,7	1,1	150,1	1,9
2.3. Отримано коштів від освоєння науково-технічної продукції, використання права інтелектуальної власності та з інших джерел (ДКР)	17,2	4,1	106,9	2,8	147,4	1,9
2.4. Науковий потенціал аграрної академічної науки (у % до витрат часу нагалузеві дослідження)	5073: 7531 =67%	-	5667: 7742 =73%	-	5564: 7092 =78%	-
2.5. Частка інвестицій в основний капітал (Ос) галузі сільського господарства, що співвідноситься з науковим потенціалом аграрної академічної науки (с.1.4.1*2.4)	332,3	79,2	3580,0	93,7	7318,0	93,5
2.6. Усього витрат на інноваційно- інвестиційні процеси(с.2.1+2.2+2.3+2.5)	419,7	100,0	3822,2	100,0	7826,2	100,0
2.7. Співвідношення ФД:НДР:ДКР:Ос у галузі	1:0,1:0,2:5		1:0,4:1,1:38		1:0,7:0,7:34	

Рейтинг секторів світового ринку нанопродуктів за галузями  
у 2009 – 2014 рр.

№ рп	Сектор ринку нанопродуктів	Обсяг продажів у 2014 р., млн. дол. США	Середньорічне зростання у 2009 – 2014 рр., %
1.	<i>Напівпровідники</i>	16 102,9	10,6 (3)
2.	<i>Обробка прамисловість та інші застосування</i>	6 396,4	10,1 (4)
3.	<i>Енергетика</i>	6 028,6	9,2 (5)
4.	Медицина і Біотехнології	4 642,3	12,1 (2)
5.	Електроніка і ІКТ	1 750,8	26,2 (1)



Plant Production Institute  
Publisher Center® 2015  
[www.visnyk-cnz-apv.com.ua](http://www.visnyk-cnz-apv.com.ua)