

СЦЕНАРІЇ РОЗВИТКУ НАУКОВО-ІННОВАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ УКРАЇНИ В УМОВАХ НОВОЇ ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ ТА АСОЦІАЦІЇ З ЄС

© 2016 МАТЮШЕНКО І. Ю.

УДК 338.45+330.34

Матюшенко І. Ю.

Сценарії розвитку науково-інноваційного потенціалу України в умовах нової промислової революції та асоціації з ЄС

У статті наведено результати сценарного моделювання науково-інноваційного розвитку України для визначення доцільних методів його управління в умовах нової промислової революції та асоціації з ЄС. Показано, що 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 % ВВП. Але цей сценарій є малоймовірним. Встановлено, що оптимальним можна вважати рівень витрат у 2,5 % ВВП, який може бути реалізований у середньостроковій перспективі; при цьому підвищення рівня витрат до 1,7–2 % ВВП дає певні результати, але не створює достатніх ресурсів для довгострокового розвитку. Доведено, що аби досягти значних результатів науково-технічного розвитку, збільшення витрат на дослідження та розробки має супроводжуватися розвитком кластерів, підвищенням рівня захисту інвесторів, забезпеченням розвитку високотехнологічних виробництв та зайнятості на таких виробництвах, а також полегшенням доступу до ІКТ. Встановлено, що необхідною умовою ефективного науково-технічного розвитку є стимулювання зацікавленості населення в отриманні якісної професійної освіти, у тому числі через заохочення з боку роботодавців.

Ключові слова: сценарне моделювання, науково-інноваційний розвиток, показники науково-технічної діяльності, рівень ВВП на душу населення, імітаційні експерименти з управління.

Рис.: 9. **Табл.:** 3. **Бібл.:** 17.

Матюшенко Ігор Юрійович – кандидат технічних наук, професор, професор кафедри міжнародних економічних відносин, Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна (пл. Свободи, 4, Харків, 61022, Україна)

E-mail: igormatyushenko@mail.ru

УДК 338.45+330.34

UDC 338.45+330.34

Матюшенко И. Ю. Сценарии развития научно-инновационного потенциала Украины в условиях новой промышленной революции и ассоциации с ЕС

В статье приведены результаты сценарного моделирования научно-инновационного развития Украины для определения целесообразных методов его управления в условиях новой промышленной революции и ассоциации с ЕС. Показано, что наилучшим сценарием, который в долгосрочном периоде обеспечивает значительный рост результатов научно-технического развития, является сценарий увеличения уровня расходов на НИОКР до целевого уровня ЕС в 4 % ВВП. Но этот сценарий является маловероятным. Установлено, что оптимальным можно считать уровень расходов в 2,5 % ВВП, который может быть реализован в среднесрочной перспективе; при этом повышение уровня расходов до 1,7–2 % ВВП дает определенные результаты, но не создает достаточных ресурсов для долгосрочного развития. Доказано, что для того, чтобы достичь значительных результатов научно-технического развития, увеличение расходов на исследования и разработки должно сопровождаться развитием кластеров, повышением уровня защиты инвесторов, обеспечением развития высокотехнологических производств и занятости на таких производствах, а также облегчением доступа к ИКТ. Установлено, что необходимым условием эффективного научно-технического развития является стимулирование заинтересованности населения в получении качественного профессионального образования, в том числе через поощрение со стороны работодателей.

Ключевые слова: сценарное моделирование, научно-инновационное развитие, показатели научно-технической деятельности, уровень ВВП на душу населения, имитационные эксперименты по управлению.

Рис.: 9. **Табл.:** 3. **Библ.:** 17.

Матюшенко Игорь Юрьевич – кандидат технических наук, профессор, профессор кафедры международных экономических отношений, Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина (пл. Свободы, 4, Харьков, 61022, Украина)

E-mail: igormatyushenko@mail.ru

Matyushenko I. Yu. Scenarios for Development of Scientific and Innovative Potential of Ukraine under Conditions of a New Industrial Revolution and Association with the EU

The article presents the results of the scenario simulation of scientific and innovative development of Ukraine to determine the appropriate method of its management under conditions of a new industrial revolution and association with the EU. It is shown that the best scenario that in the long run provides a significant improvement in the results of scientific and technological development is a scenario of increasing the level of R&D expenditures to the EU target figure amounting to 4% of GDP. But this scenario is unlikely. It is found that the optimal level of expenditures can be considered as 2.5% of GDP, which can be achieved in the medium term; in this case raising the level of expenditures to 1.7-2% of GDP gives certain results but does not produce sufficient resources for a long-term development. It is proved that in order to achieve significant results in scientific and technological development, the increase in expenditures on R&D should be accompanied by forming clusters, increasing the level of protection of investors, providing development of high-tech industries and employment in this sphere, as well as facilitating the access to ICTs. It is found that a prerequisite for an effective scientific and technological development is stimulation of the population interest in obtaining high-quality professional education, including through the promotion by employers.

Keywords: scenario simulation, scientific and innovative development, indicators of scientific and technological activities, level of GDP per capita, simulation experiments in management.

Fig.: 9. **Tabl.:** 3. **Bibl.:** 17.

Matyushenko Igor Yu. – Candidate of Sciences (Engineering), Professor, Professor of the Department of International Economic Relations, V. N. Karazin Kharkiv National University (4 Svobody Square, Kharkiv, 61022, Ukraine)

E-mail: igormatyushenko@mail.ru

Сьогодні в умовах розгортання нової промислової революції науково-інноваційний розвиток будь-якої країни стає головним чинником її конкурентоспроможності на світовій арені [1–12]. Проблема сценарного моделювання науково-технічного розвитку і визначення доцільних методів його управління є особливо актуальною для країн, які трансформують свою економіку до ринкових умов і намагаються вибороти своє місце з урахуванням сучасних інтеграційних процесів.

Вказаною проблемою займається багато сучасних іноземних учених, таких як V. Smil, Дж. Хулл, Дж. Рифкін, С. Джобс, Т. Курфус, С. Глаз'єв, В. Іноземцев, А. Акаєв, Ю. Полтерович, В. Княгинін, И. Дежина, А. Пономарьов, а серед українських учених слід виділити роботи В. Геїця, В. Семіноженка, Б. Кваснюка, М. Кизима, В. Хаустової та багатьох інших. В той же час побудова можливих сценаріїв науково-інноваційного розвитку економіки України з урахуванням нової промислової революції і введення в дію з 2016 р. Угоди про асоціацію з ЄС є актуальною задачею.

Метою дослідження є сценарне моделювання науково-інноваційного розвитку України для визначення доцільних методів його управління в умовах нової промислової революції та асоціації з ЄС.

У цьому дослідженні сценарне моделювання здійснювалося на основі плану імітаційних експериментів зі зміною параметрів по одному, що дозволяє виявити чутливість системи до кожного з параметрів та визначити ті параметри, збільшення (зменшення) яких дозволяє досягти найбільшого бажаного ефекту [13]. При цьому

дослідження взаємозв'язку між окремими показниками науково-технічної діяльності, а також між ними і рівнем ВВП на душу населення (або національного доходу) є предметом аналізу і відповідає підходам, які використовують світові організації при визначенні рівнів розвитку країн [14–16].

Автором було запропоновано імітаційну модель, що дозволяє дослідити вплив окремих напрямків розвитку освітнього, наукового, інституційного потенціалів і окремих заходів щодо активізації науково-технічної та інноваційної діяльності на результати для економіки у цілому та визначити найбільш доцільні та ефективні з цих заходів [17].

На рис. 1 показано діаграму причинно-наслідкових зв'язків імітаційної моделі.

Імітаційні експерименти (сценарії) охоплювали період 2013–2025 рр.

При побудові сценаріїв передбачалося, що зміни не можуть відбуватися миттєво, тому досягнення параметрами цільових значень було запрограмоване протягом 4 років – з 2017 по 2020 р. однаковими приростами.

Цільові значення параметрів обиралися на рівні середнього значення по країнах ЄС, якщо рівень України за цим параметром був нижчий або на рівні найбільш передових країн. Параметрами, які не змінювалися у сценаріях, є кількість населення з повною середньою освітою, оскільки за цим показником Україна випереджає усі країни ЄС, та випускники у галузі науки і техніки, оскільки за цим показником Україна є одним з лідерів. Параметри сценаріїв показано у табл. 1.

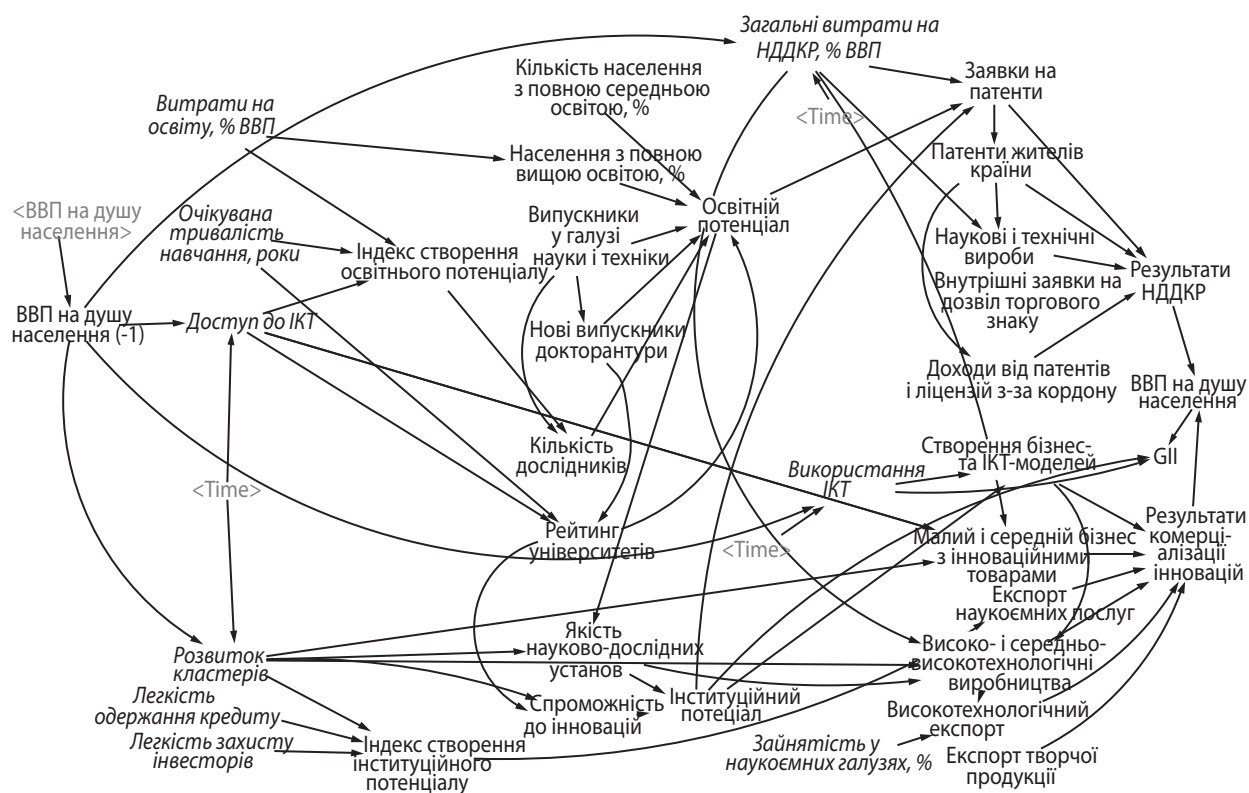


Рис. 1. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків імітаційної моделі рівня науково-технічного розвитку України [17]

Параметри сценаріїв науково-технічного розвитку України

№	Сценарії	Параметр	Цільове значення	Примітка
1	Базовий	Підвищення освітнього потенціалу		
2	Освіта 1	Витрати на освіту, % ВВП	7,0	Швеція
3	Освіта 2	Тривалість навчання, років	16,9-17	Данія, Фінляндія
4	Освіта 3	Населення віком 30–35 років із повною вищою освітою, % населення відповідного віку	48,3	Швеція
		Підвищення рівня інформаційно-комунікаційних технологій		
5	ІКТ 1	Доступ до ІКТ, балів	7,2	середнє по ЄС
6	ІКТ 2	Використання ІКТ, балів	5,5	середнє по ЄС
		Підвищення інституційного потенціалу		
7	Бізнес 1	Розвиток кластерів, бали	4,1	середнє по ЄС
8	Бізнес 2	Захист інвесторів, бали	80	Великобританія
9	Бізнес 3	Легкість одержання кредитів, бали	93,8	Польща
		Активізація науково-технічної діяльності		
10	НДР 1	Витрати на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, % ВВП	1,7	законодавство України
11	НДР 2		2,0	середнє по ЄС (за винятком Кіпру, Румунії та Болгарії)
12	НДР 3		4,0	цільове значення ЄС (Горизонт 2020)
		Розвиток наукоємних виробництв		
13	Зайнятість 1	Зайнятість у наукоємних галузях, % загальної кількості робочої сили	38,2	середнє по ЄС
14	Зайнятість 2		61,4	краще по Україні у попередні роки (2011 р)

Базовий сценарій передбачає збереження усіх тенденцій та фіксацію усіх параметрів на рівні 2013 р. Виняток становить лише зменшення у 2014–2015 рр. рівня ВВП відносно прогнозованого моделлю до значення, що відповідає звітним даним щодо індексу реального ВВП України. На рис. 2 показано динаміку ВВП на 1 особу за паритетом купівельної спроможності у базовому сценарії.

Аналіз динаміки основних показників науково-технічного розвитку України, зокрема, освітнього та інституційного потенціалів, результатів науково-дослідних робіт та комерціалізації інновацій, а також результатів для економіки у цілому дозволяє зробити висновок про подовження негативних тенденцій за умов збереження незмінними основних керуючих параметрів. Так, як виходить

ВВП на 1 особу за ПКС, дол.

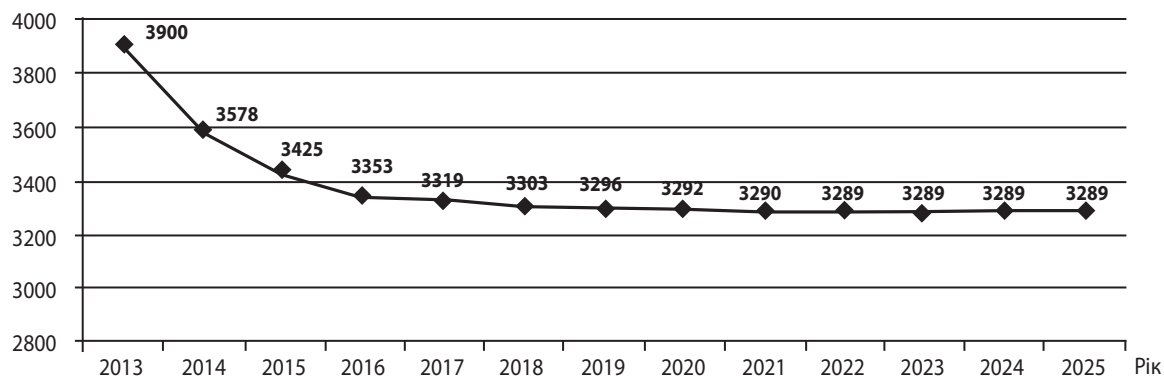


Рис. 2. Динаміка ВВП у базовому сценарії науково-технічного розвитку України

з рис. 3, величина ВВП зменшується протягом усього розгляданого періоду, після стрімкого падіння у 2014–2016 рр. зниження продовжується, хоча і з меншими тем-

пами. Ситуація стабілізується починаючи з 2022 р., але ресурсів для розвитку у економіки немає, а отже, існуючі рішення дозволяють отримати лише просте відтворення.

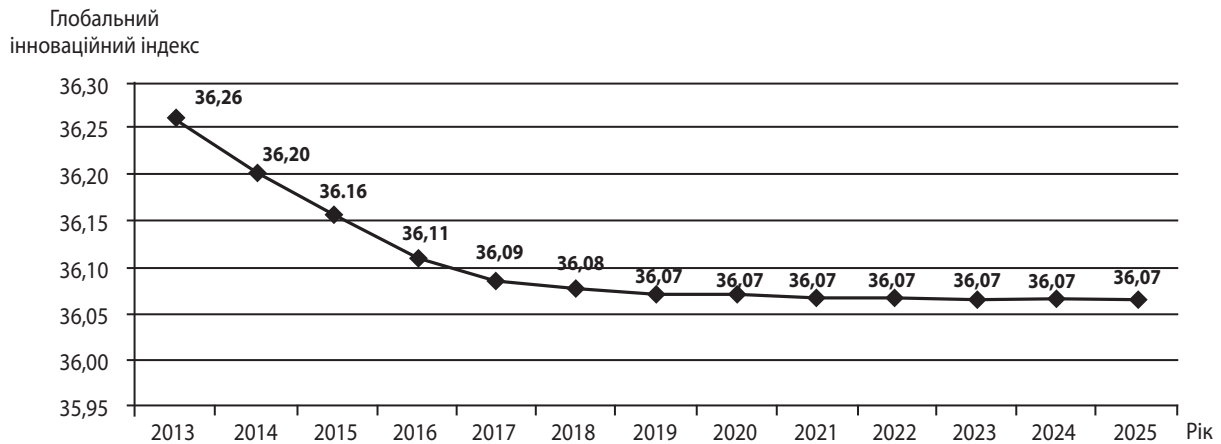


Рис. 3. Динаміка глобального інноваційного індексу у базовому сценарії науково-технічного розвитку України

Через зниження ВВП решта показників науково-технічного розвитку також знижуються або зростають вкрай повільно. Зростання в основному пояснюється тим, що динаміка показників визначається рівнем ВВП попереднього року, тому у перший прогностичний період, який відповідає 2014 р., значення майже усіх складових потенціалу та результатів зростає, оскільки базується на відносно більшому рівні ВВП 2013 р. Далі усі значення спадають, але залишаються трохи більше від початкового рівня. Так, інтегральна оцінка рівня освітнього потенціалу зростає у базовому сценарії на 4 %, так само, як і інтегральна оцінка створення освітнього потенціалу. Оцінка інституційного потенціалу зростає у базовому сценарії на 6 %, причому індекс створення інституційного потенціалу зростає лише на 2 %. Головним чинником зростання потенціалів є зростання оцінки розвитку кластерів (на 8 %) та кількості дослідників (до 2,04 % зайнятого населення) завдяки більшому рівню ВВП у перший період. Це дозволило у базовому сценарії досягти підвищення оцінки якості науково-дослідних установ на 6 %. За той самий період оцінка спроможності до інновацій збільшується на 8 %, що дозволило отримати доходи від ліцензій з-за кордону на 15 % більше. Але у цілому наявні позитивні зміни в окремих показниках не призвели до покращення ситуації.

Значення глобального інноваційного індексу, як показано на рис. 3, також знижується, через зниження рейтингу університетів на 1,8 %, загальних витрат на НДДКР на 1,6 %, рівня патентування на 2,1 % та суттєвого зниження питомої ваги малого та середнього бізнесу в інноваційних товарах до 0,94 %.

У цілому базовий сценарій науково-технічного розвитку України можна вважати песимістичним, оскільки ключові показники розвитку знижуються. Вичерпання освітніх резервів зростання та дуже низький рівень фінансування розробок призводить до стагнації розвитку. Більш того, на початкових часових проміжках відбувається стрімке падіння, що може призвести до втрати освітнього і наукового потенціалів. Зважаючи на довгий період моделювання, слід

зазначити, що збереження існуючих тенденцій на усьому проміжку є сильним обмеженням, тому цей сценарій має велику ймовірність здійснення у короткостроковій перспективі та нижче середньої – у довгостроковій.

Для оцінки змін, які відбуваються при реалізації окремих сценаріїв, використовувалися дані останнього року моделювання (2025 р.), на основі яких розраховувалися відношення результатів обраного сценарію до результатів базового сценарію, а також відношення значень останнього року до значень на початку періоду (у 2013 р.).

Головні результати імітаційних експериментів, які реалізують виділені сценарії науково-технічного розвитку України, показані у табл. 2.

Порівняння результатів сценаріїв за рівнем ВВП на 1 особу та значення глобального інноваційного індексу у базовому сценарії та інших сценаріях розвитку дозволяє зробити висновок, що будь-які зрушення у керуючих параметрах, які відповідають удосконаленню освітньої, науково-технічної, інноваційної політики або інституційним змінам, приводять до позитивних наслідків. Як видно з даних табл. 2, в усіх сценаріях відбувається поліпшення показників порівняно з базовим сценарієм. Проте у більшості сценаріїв також спостерігається стабілізація рівня ВВП та глобального інноваційного індексу, хоча й на багатому вищому рівні, ніж у базовому сценарії.

Для виявлення найбільш доцільного й ефективного сценарію реалізації науково-технічного розвитку України було проведено дослідження за окремими групами сценаріїв за усіма показниками розвитку.

Група сценаріїв підвищення освітнього потенціалу включає три сценарії, з яких один пов'язаний із фінансуванням освіти, а два передбачають підвищення зацікавленості населення в отриманні якісної освіти. Сценарій збільшення витрат на освіту до 7,0 % ВВП відповідає переходу до одного з найвищих серед країн ЄС рівня витрат на освіту, який здійснюється у Швеції. Цей сценарій єдиний, у якому передбачається не поступове, а разове збільшення витрат. Можливість цього сценарію визначається за-

Результати імітації сценаріїв науково-технічного розвитку України

Показники, сценарії	Роки				Відношення до базового сценарію	Відношення 2025 р. до 2013 р.
	2013	2016	2020	2025		
ВВП на 1 особу за ПКС, дол.						
оптимум НДР	3900	3353	13699	27071	8,23	6,94
Зайнятість 2	3900	3353	8389	9440	2,87	2,42
Зайнятість 1	3900	3353	6741	7506	2,28	1,92
НДР 3	3900	3353	18650	48211	14,66	12,36
НДР 2	3900	3353	17436	20067	6,10	5,14
НДР 1	3900	3353	14392	16319	4,96	4,18
Бізнес 3	3900	3353	3769	3889	1,18	1,00
Бізнес 2	3900	3353	6410	7112	2,16	1,82
Бізнес 1	3900	3353	11208	12881	3,92	3,30
ІКТ 2	3900	3353	3403	3429	1,04	0,88
ІКТ 1	3900	3353	4642	4971	1,51	1,27
освіта 3	3900	3353	3839	3983	1,21	1,02
освіта 2	3900	3353	3923	4092	1,24	1,05
освіта 1	3900	3353	3614	3627	1,10	0,93
базовий	3900	3353	3292	3289		0,84
Глобальний інноваційний індекс, бали						
оптимум НДР	36,26	36,11	38,78	43,20	1,20	1,19
Зайнятість 2	36,26	36,11	37,36	38,14	1,06	1,05
Зайнятість 1	36,26	36,11	36,94	37,48	1,04	1,03
НДР 3	36,26	36,11	40,06	48,51	1,35	1,34
НДР 2	36,26	36,11	39,76	41,71	1,16	1,15
НДР 1	36,26	36,11	38,97	40,45	1,12	1,12
Бізнес 3	36,26	36,11	36,19	36,27	1,01	1,00
Бізнес 2	36,26	36,11	36,85	37,35	1,04	1,03
Бізнес 1	36,26	36,11	40,68	41,90	1,16	1,16
ІКТ 2	36,26	36,11	40,63	40,64	1,13	1,12
ІКТ 1	36,26	36,11	36,78	37,01	1,03	1,02
освіта 3	36,26	36,11	36,47	36,56	1,01	1,01
освіта 2	36,26	36,11	36,81	36,92	1,02	1,02
освіта 1	36,26	36,11	36,30	36,31	1,01	1,00
базовий	36,26	36,11	36,07	36,07		0,99

гальною тенденцією до збільшення витрат на освіту. Так, у 2009 р. за даними Всесвітньої організації інтелектуальної власності витрати на освіту в Україні склали 5,86 % ВВП, а у 2013 р. – 6,15 %. У цілому у світі панує тенденція до підвищення рівня витрат на освіту, не тільки у країнах з економікою, що розвивається, але й у розвинутих країнах. Тому цей сценарій було включено у дослідження.

Аналіз діаграми причинно-наслідкових зв'язків (рис. 2) показав, що збільшення витрат на освіту має позитивний вплив на кількість населення з повною вищою освітою, рівень освітнього потенціалу, рівень патентної активності та, як наслідок, результати НДДКР і обсяг ВВП.

Кількість населення з повною вищою освітою у сценарії підвищення фінансування освіти збільшується на 13,2 % порівняно з базовим сценарієм і з початком періоду. Відповідне зростання індексу створення освітнього потенціалу на 4,3 % та самого освітнього потенціалу на 3,5 % дозволяє у сценарії збільшення витрат на освіту отримати невелике підвищення оцінки результатів НДДКР на 0,4 % та результатів комерціалізації інновацій – на 0,7 %.

Вихідні показники у такому сценарії збільшуються сильніше. Динаміка ВВП на 1 особу стає позитивною починаючи з 2017 р. і дозволяє досягти на 10,3 % більшого значення наприкінці періоду моделювання порівняно з базо-

вим сценарієм (3627 дол. за ПКС). Проте швидке зростання на початку потім змінюється значно більш уповільненим, через що показник ВВП не досягає рівня докризового 2013 р. на 7 %.

Значення глобального інноваційного індексу збільшується незначно за весь період – на 0,7 % відносно базового сценарію та на 0,1 % відносно початку періоду. У цілому результати першого сценарію, хоча і є позитивними, є слабкими. Але слід зазначити, що у сценарії не розрізняються (як і у статистичних даних усіх країн) витрати окремо на середню, вищу та професійну освіту. Тому ефект від збільшення витрат на освіту є апіорі віддаленим у часі і неоднорідним. Отже, цей сценарій не може розглядатися як єдиний засіб активізації науково-технічного розвитку України.

Другий сценарій підвищення освітнього потенціалу передбачає збільшення протягом 2017–2020 рр. очікуваної тривалості навчання. При цьому мається на увазі весь цикл згідно з Національною рамкою кваліфікації до 8 рівня включно (початкова, середня, бакалаврат, магістратура, аспірантура / докторантура, перекваліфікація). Запровадження цього сценарію відповідає намаганням провідних країн світу зменшити питому вагу (переважно) молоді, яка покидає освітній заклад до закінчення повного курсу навчання та розвитку у світі тенденції до безперервної освіти, зокрема, у процесі практичної роботи. Крім того, позитивним вважається опанування споріднених або інших професій,

що розширює коло компетенцій робітника та підвищує його конкурентоздатність на ринку праці. Україна за очікуваною тривалістю навчання посідала у 2014 р. 40 місце (15,31 року). Зважаючи на 11-річний цикл повної середньої освіти, 3–4-річний цикл підготовки бакалавра та 2-річний цикл підготовки магістрів, слід зазначити, що передчасне припинення освіти є поширеним явищем серед молоді України, не говорячи вже про вищий освітньо-науковий рівень підготовки кандидатів наук (докторів філософії), перепідготовку та ін. У той же час у розвинутих країнах ЄС очікувана тривалість навчання подекуди значно більша: 19,6 року у Бельгії, 18,12 року у Нідерландах. Такий значно триваліший час на освіту пов'язаний також і з 12-річним циклом повної середньої освіти у цих країнах, але свідчить і про більшу зацікавленість в отриманні вищої освіти населенням.

Отже, у другому сценарії передбачалося поступове збільшення очікуваної тривалості навчання до рівня Данії згідно з даними Глобального інноваційного індексу 2013 р. (16,9–17 років). Згідно з діаграмою причинно-наслідкових зв'язків таке підвищення сприятиме збільшенню освітнього потенціалу та, через підвищення рейтингу університетів і спроможності до інновацій, збільшенню інституційного потенціалу. Останній безпосередньо впливає на динаміку глобального інноваційного індексу. Динаміку ВВП на 1 особу як головний результат реалізації сценарію показано на рис. 4.

ВВП на 1 особу за ПКС, дол.

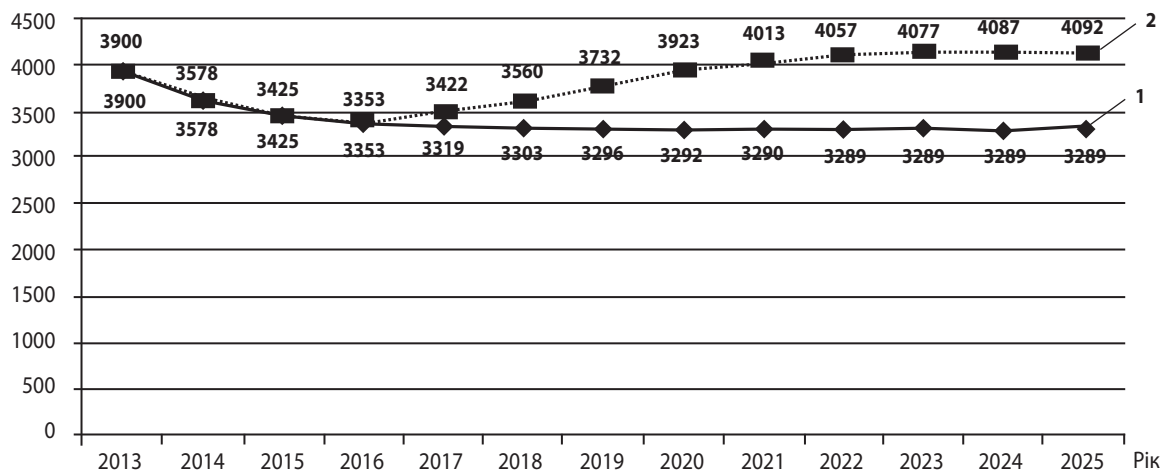


Рис. 4. Порівняння динаміки ВВП у (1) базовому сценарії та (2) сценарії подовження тривалості навчання

Як видно на рис. 4, загальна динаміка ВВП на 1 особу повторює динаміку попереднього сценарію, але на вищому рівні. Уповільнення зростання відбувається починаючи з 2022 р. При цьому збільшення рівня ВВП порівняно з базовим сценарієм складає 24,4 %, а порівняно з початком періоду моделювання – 4,9 % у 2015 р. (до 4092 дол. за ПКС).

Головним чином це підвищення забезпечується підвищенням результатів комерціалізації інновацій на 12,2 % відносно 2013 р та 1,5 % відносно базового сценарію, а також результатів НДДКР на 2 %. Освітній потенціал збільшується при цьому на 8,1 % відносно 2013 р., але

це збільшення має мультиплікативний ефект і розповсюджується на інституційний потенціал, який підвищується на 4,3 % відносно базового сценарію та на 10,9 % відносно 2013 р.

Можливість реалізації цього сценарію обмежена тим, що він може призвести до необхідності збільшення загальних витрат на освіту через подовження терміну навчання у середній школі та у вишах. Але й без додаткових витрат подовження навчання можливе, якщо вища освіта розглядатиметься населенням не як «необхідне зло» у вигляді диплому, а як засіб набуття професійних компетенцій, по-

трібних у економіці знань. Тому реалізація цього сценарію тісно пов'язана із підвищення якості освіти, у тому числі і завдяки підвищенню вимогливості вишів до студентів і викладачів.

Третій сценарій спирається на ті самі причини, що й попередній, і передбачає заохочення населення до отримання повної вищої освіти. Збільшення питомої ваги населення молодого віку (30–35 років), яке закінчило повний курс навчання у ВНЗ, сприяє підвищенню освітнього потенціалу, а отже, і результатів науково-технічної діяльності та ВВП. Реалізація цього сценарію дозволяє досягти зростання ВВП на 1 особу на 21,1 % відносно базового сценарію та на 2,1 % відносно 2013 р. Вплив на глобальний інноваційний індекс значно слабший. Цей сценарій забезпечує зростання на 1,4 % відносно базового сценарію та лише на 0,8 % – відносно початку періоду.

У цілому з трьох сценаріїв першої групи найкращі результати дозволяє отримати сценарій збільшення тривалості навчання. Найменші результати приносить сценарій збільшення витрат на освіту. Це пов'язане з тим, що збільшення витрат має більш віддалений ефект, який поступово нівелюється із розповсюдженням по усій системі освітньо-науково-технічного розвитку. Таким чином, як найбільш доцільний з цієї групи сценаріїв можна вважати сценарій заохочення молоді до отримання повної якісної освіти, у тому числі з боку роботодавців. У той же час збільшення витрат на освіту має більш віддалені наслідки, оскільки охоплює весь цикл навчання. Тому ці два сценарії варто використовувати одночасно.

Друга група сценаріїв спрямована на розвиток інформаційно-комунікаційної інфраструктури, що забезпечує кращі умови для освіти, здійснення досліджень, підвищує рівень доступності інформації для розробників та бізнесу, сприяє дифузії знань та інновацій. створює нові можливості для стартап-проектів. У цій групі розглядалися два сценарії: підвищення рівня доступу до інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) та підвищення рівня використання цих технологій у бізнесі. Таким чином, сценарії

охоплюють і процес створення потенціалу, і процес його реалізації (використання).

Перший сценарій передбачає підвищення рівня доступу до ІКТ на 12,8 % до середнього рівня у країнах ЄС – 7,2 бали. Цей показник визначається світовими організаціями на основі експертних опитувань, у ході яких береться до уваги щільність покриття, питома вага користувачів Інтернет, швидкість широкопasmового Інтернету та вартість послуг. Отже, цей показник є частково суб'єктивним, але має базуватися на певній об'єктивній інформації. Тому його можна розглядати як керований. Можливості України на шляху підвищення цього показника достатньо широкі, оскільки останнім часом доступ до ІКТ поліпшується. Однією з переваг країни є низька порівняно з іншими країнами Європи ціна на послуги Інтернет. Проте низькими залишаються показники якості наданих послуг, як відзначається у дослідженні Всесвітнього економічного форуму індексу мережевої готовності [16]. Таким чином, для реалізації цього сценарію необхідно зосередитися на удосконаленні технологічної складової ІКТ. Водночас цей сценарій не вимагає від держави безпосередніх капітальних вкладень, але удосконалення регулювання діяльності провайдерів та спонукання їх до надання кращих послуг.

Згідно з деревом наслідків, що відповідає діаграмі причинно-наслідкових зв'язків імітаційної моделі, підвищення рівня доступу до ІКТ має позитивний вплив на формування освітнього й інституційного потенціалів та безпосередній вплив на діяльність малих і середніх інноваційних підприємств. Динаміку обсягу ВВП на 1 особу у цьому сценарії показано на рис. 5.

Як видно з рис. 5, динаміка ВВП повторює динаміку у попередній групі сценаріїв, але ефект від поступового підвищення рівня доступу до ІКТ зберігається до 2023 р., після чого значення стабілізується. Це дозволяє досягти значного приросту порівняно з базовим сценарієм – 51,1 % та порівняно з початком періоду моделювання – 27,4 %. Отже, має місце мультиплікативний ефект на усіх кроках розповсюдження впливу.

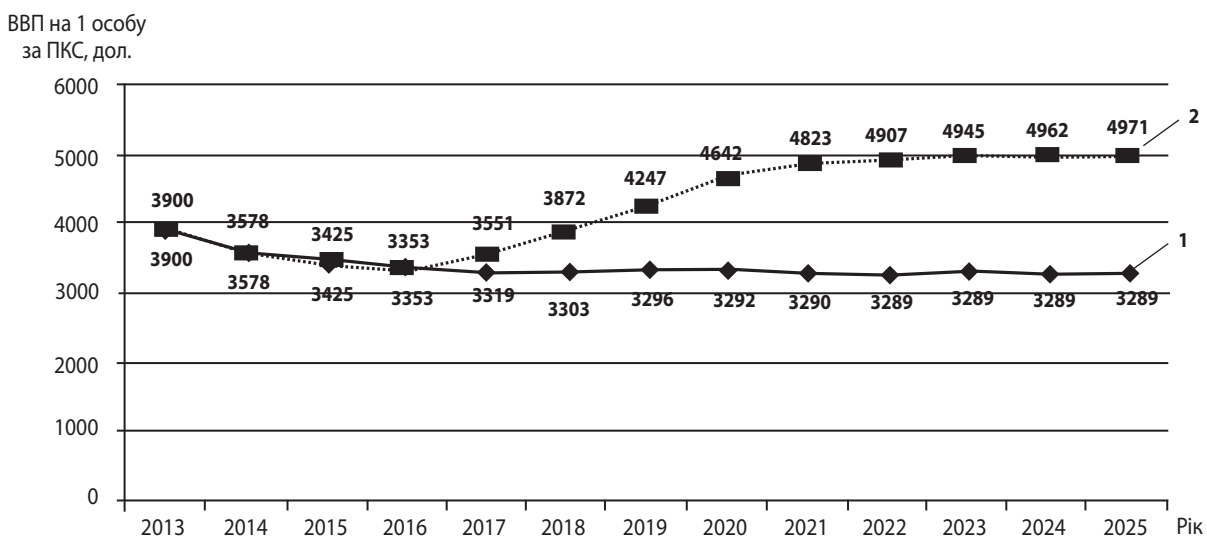


Рис. 5. Порівняння динаміки ВВП у (1) базовому сценарії та (2) сценарії підвищення рівня доступу до ІКТ

Лева частка цього збільшення забезпечується за рахунок підвищення рейтингу університетів (на 45 %) та кількості дослідників (на 22,5 % порівняно з базовим сценарієм). Підвищення освітнього й інституційного потенціалів на 3,2 % та 3,6 % відповідно у сукупності має суттєвий вплив на збільшення кількості заявок на отримання патентів (на 28,4 % порівняно з базовим сценарієм та 23,5 % від рівня початку періоду). Найбільш суттєвий вплив зміна доступу до ІКТ має для малого та середнього бізнесу з інноваційними товарами, обсяг якого збільшується у 5,2 разу до 4,95 %.

Через збільшення результатів НДДКР на 1,2 % та результатів комерціалізації на 5,6 % відбувається збільшення обсягу ВВП, що призводить до збільшення витрат на дослідження та розробки і також має позитивний ефект.

Вплив на оцінку глобального інноваційного індексу значно слабше, вона збільшується протягом періоду моделювання лише на 2,6 % порівняно з базовим сценарієм та на 2,1 % порівняно з початком періоду. Це відбувається через більш довгий ланцюг розповсюдження впливу параметра сценарію на вихідний інноваційний показник.

Другий сценарій передбачає підвищення рівня використання ІКТ до 5,5 балів, середнього значення по ЄС. Дії державних органів у цьому сценарії мають бути спрямовані, перш за все, на підвищення ролі ІКТ у державному управлінні та запровадженні електронного уряду: зокрема, підвищення рівня інформативності офіційних веб-сайтів, розширення кількості та якості електронних послуг та залучення громадян до прийняття державних рішень.

Сценарій підвищення рівня використання ІКТ має значно менший вплив на обсяг ВВП, оскільки не має суттєвого впливу на формування освітнього й інституційного потенціалів науково-технічного розвитку, але значно більший вплив на глобальний інноваційний індекс. Рівень ГП зростає у сценарії № 6 на 12,7 % відносно базового сценарію та на 12,1 % відносно початку періоду. Це є наслідком підвищення кількості створених бізнес- та ІКТ-моделей у рамках комерціалізації інновацій та кількості дослідників на 31,8 % відносно базового сценарію. Проте це зростання

має окремі негативні наслідки, а саме на 9,7 % знижується питома вага високо- і середньотехнологічних підприємств через перерозподіл використання освітнього й інституційного потенціалів. Таким чином, не варто зосереджуватися лише на підвищенні рівня використання ІКТ, оскільки підвищення освітнього й інституційного потенціалів завдяки забезпеченню кращого доступу до ІКТ забезпечує кращі результати реалізації потенціалів і не призводить до зменшення жодного з вихідних критеріїв.

Третя група сценаріїв (№ 7–8 у табл. 1) спрямована на підвищення інституційного потенціалу, а отже, потребує змін нормативно-правової бази ведення бізнесу, у тому числі інноваційного та у сфері досліджень і розробок.

Перший сценарій цієї групи (№ 7) передбачає сприяння розвитку кластерів, які мають стати одним із головних інструментів поєднання наукових розробок із їх комерціалізацією. Суттєве підвищення рівня розвитку кластерів протягом найближчих 4 років у 1,5 разу порівняно з базовим сценарієм має на меті значне підвищення інституційного потенціалу. Результати моделювання цього сценарію дозволяють говорити про нього як про один із найбільш ефективних сценаріїв.

Результати моделювання сценаріїв розвитку інституційного потенціалу показані на рис. 6.

Зростання ВВП на 1 особу відбувається порівняно з базовим сценарієм у 3,9 разу, а глобального інноваційного індексу – на 16,2 %. Таке суттєве збільшення пояснюється тим, що розвиток кластерів має безпосередній вплив на формування результатів комерціалізації інновацій, а саме: підвищення питомої ваги високо- та середньотехнологічних виробництв до 27,9 % (на 35,8 % більше ніж у базовому сценарії), підвищення обсягів високотехнологічного експорту до 3,19 % (на 19,1 % відносно базового сценарію та на 15,8 % відносно початку моделювання).

З третьої групи сценаріїв найменший ефект має поліпшення умов кредитування, що дозволяє отримати збільшення ВВП на 1 особу на 18,3 % відносно базового сценарію.

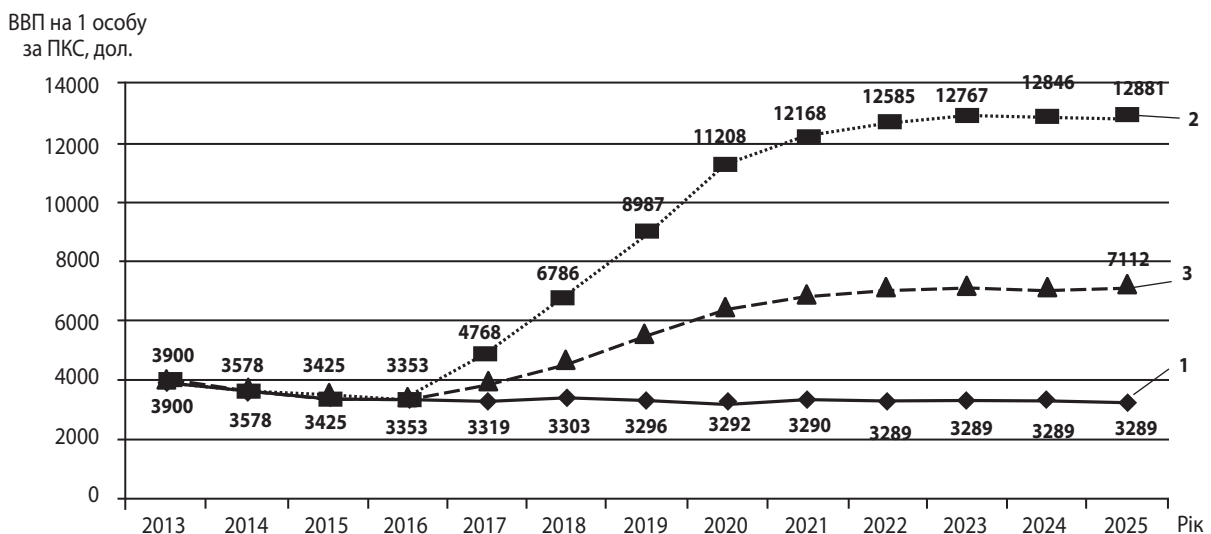


Рис. 6. Порівняння динаміки ВВП у базовому сценарії та сценаріях підвищення інституційного потенціалу:

1 – базовий сценарій; 2 – сценарій розвитку кластерів; 3 – покращення захисту інвесторів

Таким чином, найбільш доцільним є забезпечення науково-технічного й інноваційного розвитку за рахунок розвитку інфраструктури цієї діяльності, а саме розвитку кластерів.

Четверта група сценаріїв передбачає здійснення прямого впливу на результативність науково-технічної та інноваційної діяльності шляхом підвищення витрат на дослідження та розробки (витрат на НДДКР). Саме цей управляючий параметр вважається найбільш впливовим. У цій групі сценаріїв розглядаються три варіанти збільшення витрат на розробки протягом 2017–2020 рр. – до 1,7 %, 2 % та 4 % ВВП, які відповідають цільовим орієнтирам Стратегії 2020 та Європа-2020.

Сценарії підвищення витрат на НДДКР на 1,7 % та 2 % забезпечують стрімке зростання обсягу ВВП протя-

гом періоду нарощування витрат та уповільнене зростання у наступні роки (рис. 7). Порівняно з базовим сценарієм зростання ВВП на 1 особу відбувається у 4,9 та 6,1 разу протягом періоду моделювання. Водночас стрімке зростання результатів комерціалізації інновацій на 28,7 % та 37,3 % забезпечує і підвищення глобального інноваційного індексу на 12,2 % та 15,7 % відповідно відносно базового сценарію та на 11,6 % і 15,0 % відносно рівня 2013 р.

Водночас таке стрімке зростання ВВП забезпечує через зворотній зв'язок зростання освітнього й інституційного потенціалів на 2,7–3,5 % та 9,3–12,0 % відповідно.

Таким чином, обидва сценарії забезпечують високі результати науково-технічної та інноваційної діяльності для економіки у цілому.

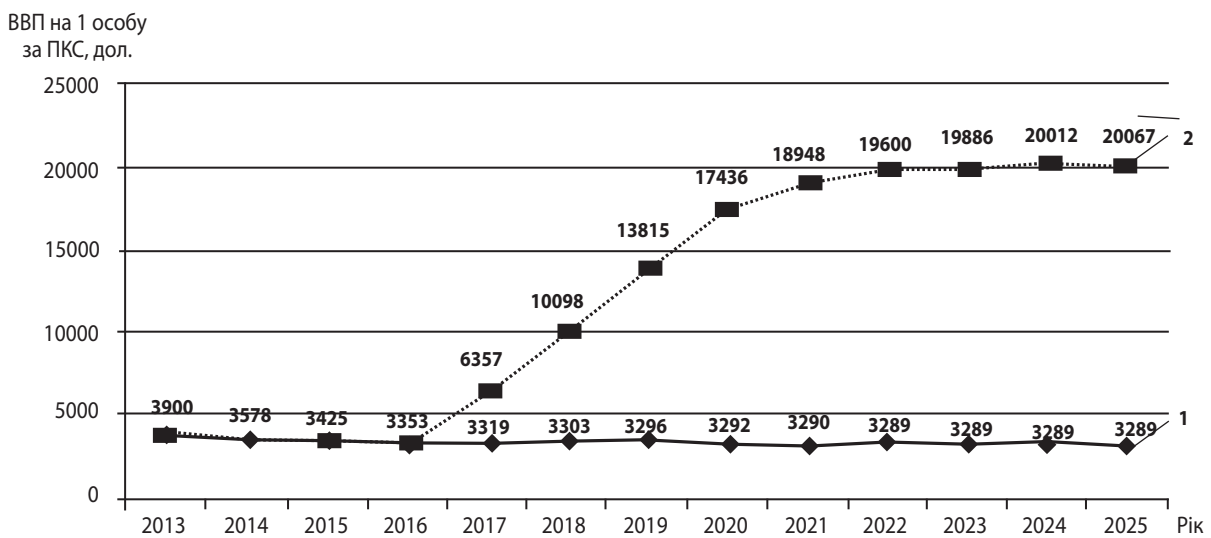


Рис. 7. Порівняння динаміки ВВП у (1) базовому сценарії та (2) сценарії НДР 2 активізації науково-технічної діяльності (збільшення витрат на НДДКР до 2 % ВВП)

Єдиним із розглянутих сценаріїв, який забезпечує економічне зростання без обмежень, є той, у якому рівень витрат на дослідження та розробки збільшується до цільового значення ЄС у 4 % ВВП. За цих умов зростання ВВП має відбуватися у 14,7 разу відносно базового сценарію, а підвищення глобального інноваційного індексу – на 34,5 %.

Сценарій підвищення рівня витрат на науково-технічні розробки до 4 % ВВП наразі можна вважати надзвичайно малоімовірним. Але, як показав аналіз результатів моделювання, збільшення витрат до законодавчо встановленого рівня має значний позитивний ефект.

Два інші сценарії цієї групи також забезпечують значне зростання ВВП у перших періодах. Але наприкінці періоду моделювання значення ВВП також стабілізується. Тому було досліджено критичне значення рівня витрат на дослідження та розробки, який забезпечить постійне зростання усіх складових науково-технічного розвитку та рівня ВВП. Експериментальним шляхом встановлено, що оптимальним рівнем витрат на НДДКР є 2,5 % ВВП щорічно. Це забезпечує постійний лінійний приріст обсягу ВВП на

1 особу (рис. 8) і також лінійний приріст індексу глобальної конкурентоспроможності.

У сценарії оптимального зростання витрат на інновації рівень ВВП збільшується у 2025 р. у 8,2 разу відносно базового сценарію, а глобальний інноваційний індекс підвищується до 43,2 балів (на 19,8 %).

Остання група сценаріїв передбачала розвиток високотехнологічних виробництв, який пов'язаний із збільшенням рівня зайнятості у цих виробництвах. Перший сценарій цієї групи передбачає підвищення рівня зайнятості до 38,2 % від усього зайнятого населення, що є середнім рівнем по країнах ЄС. Другий сценарій є оптимістичний у цій групі і передбачає підвищення питомої ваги зайнятості у високотехнологічних виробництвах до 61,4 %, такий рівень спостерігався в Україні у 2011 р. згідно з оцінкою Всесвітнього економічного форуму.

Як видно з рис. 9, загальна динаміка рівня ВВП повторює динаміку у попередніх сценаріях. Досить стрімке зростання при поступовому розширенні високотехнологічних виробництв у 2017–2020 рр. змінюється уповільненим зростанням. Наприкінці періоду моделювання загаль-

ВВП на 1 особу
за ПКС, дол.

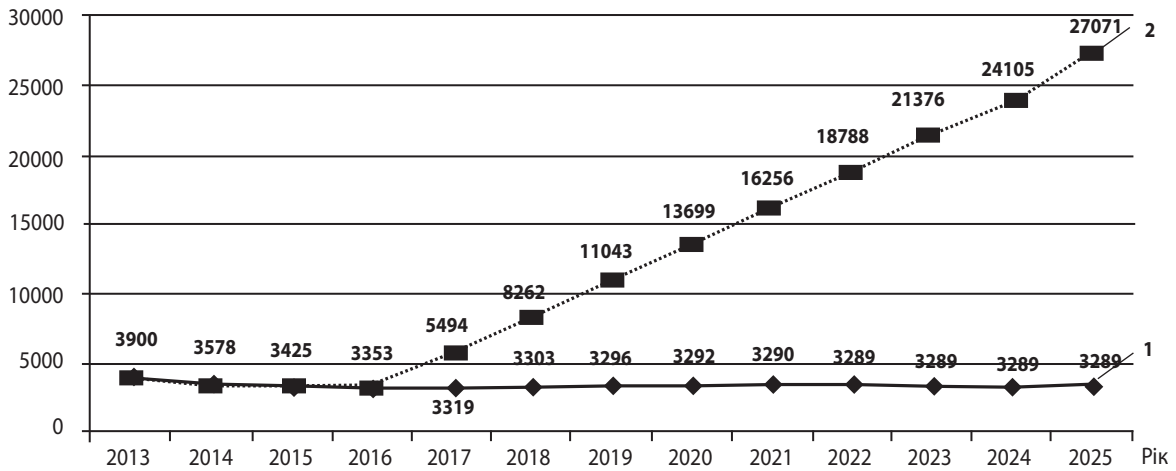


Рис. 8. Порівняння динаміки ВВП у (1) базовому сценарії та (2) оптимальному сценарії витрат на НДДКР

ВВП на 1 особу
за ПКС, дол.

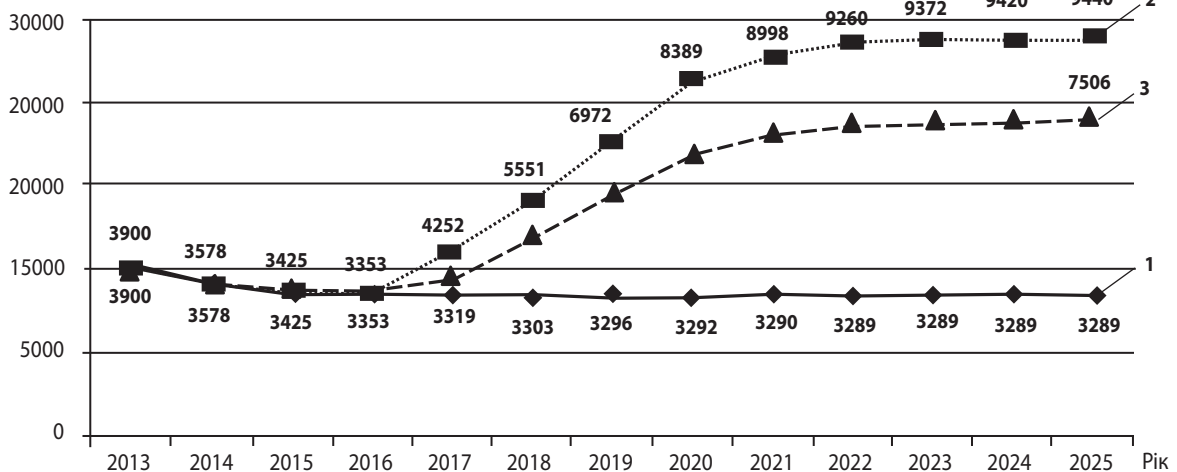


Рис. 9. Порівняння динаміки ВВП у базовому сценарії та сценаріях розвитку наукоємних виробництв:

1 – базовий сценарій, 2 – підвищення рівня зайнятості у високотехнологічних виробництвах до 38,2 %;
3 – підвищення рівня зайнятості у високотехнологічних виробництвах до 61,4 %

не зростання рівня ВВП на 1 особу складає 1,35 і 2,8 рази відносно базового сценарію. Приріст відносно 2013 р. складає 13,9 % та 142 %. Глобальний інноваційний індекс збільшується у першому сценарії на 1,1 % відносно базового сценарію, а у другому сценарії – на 5,7 %. Головний вплив, природно, збільшення зайнятості здійснює на результати комерціалізації інновацій, а саме на розвиток інноваційної діяльності малого та середнього бізнесу, питома вага якого зростає у цьому випадку до 3,66 % та 4,89 % усього малого та середнього бізнесу. Опосередковано зростає також рівень використання ІКТ (на 17,6 % та 26,1 % відносно базового сценарію). Також значно зростає обсяг високотехнологічного експорту – до 7,34–9,8 % усього експорту, що відповідає рівням Австрії, Швеції, Бельгії.

Таким чином, заохочення бізнесу до розвитку високотехнологічних виробництв та спонукання до підвищення

зайнятості саме у цьому напрямку має суттєві позитивні результати, переважно для інноваційного розвитку країни.

Результати аналізу сценаріїв узагальнені у табл. 3 за допомогою ранжування. Як виходить за результатами ранжування, сценарії, спрямовані на розвиток освітнього потенціалу, не є найбільш ефективними. Але час, витрачений на освіту, здійснює позитивний вплив на економічний розвиток суспільства та забезпечує більший приріст валового продукту, ніж за рахунок простого збільшення факторів.

Таким чином, можна зробити висновки, що:

1. 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 % ВВП. Але цей сценарій є малоімовірним.

Таблиця 3

Ранжування сценаріїв за результатами для економіки у цілому

Сценарії	Ранги сценаріїв		
	за рівнем ВВП на 1 особу	за значенням глобального інноваційного індексу	результуючий
НДР 3	1	1	1
Оптимум НДР	2	2	2
НДР 2	3	4	3
Бізнес 1	5	3	4
НДР 1	4	6	5
Зайнятість 2	6	7	6
Зайнятість 1	7	8	7
Бізнес 2	8	9	8
ІКТ 1	9	10	9
ІКТ 2	14	5	9
Освіта 2	10	11	11
Освіта 3	11	12	12
Бізнес 3	12	14	13
Освіта 1	13	13	13
Базовий	15	15	15

- Оптимальним можна вважати рівень витрат у 2,5 % ВВП, який може бути реалізований у середньостроковій перспективі. Підвищення рівня витрат до 1,7–2 % ВВП дає певні результати, але не створює достатніх ресурсів для довгострокового розвитку. Проте ці варіанти сценаріїв є більш ймовірними.
- Аби досягти значних результатів науково-технічного розвитку збільшення витрат на дослідження та розробки має супроводжуватися розвитком кластерів, підвищенням рівня захисту інвесторів, розвитком високотехнологічних виробництв та зайнятості на таких виробництвах, а також, полегшенням доступу до ІКТ.
- Крім того, необхідною умовою ефективного науково-технічного розвитку є стимулювання зацікавленості населення в отриманні якісної професійної освіти, у тому числі через заохочення з боку роботодавців.

ЛІТЕРАТУРА

- Матюшенко І. Ю. Технологічна конкурентоспроможність України в умовах нової промислової революції і розвитку конвергентних технологій. *Проблеми економіки*. 2016. № 1. С. 108–120.
- Матюшенко І. Ю. Передові (конвергентні) технології як фактор розвитку нової промислової революції // Міжнародний бізнес як фактор розвитку. Матеріали Всеукраїнської науково-

практичної конференції (м. Харків, 21 квітня 2016 р.). Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна. 2016. С. 29–39.

3. Матюшенко І. Ю., Костенко Д. М. Передові виробничі технології – ключ до якісної трансформації і зростання високотехнологічного експорту України до 2030 року. *Бізнес Інформ*. 2016. № 3. С. 32–43.

4. Каліта П. Україна і четверта промислова революція: загрози та можливості. *Дзеркало тижня*. 2016. № 43–44. С. 6.

5. The next production revolution // OECD. 2015. 24 p. URL: <https://www.evm.dk/.../15-05-18-the-next-production-revolution>

6. Emerging trends in global manufacturing industries // UNIDO. 2013. 81 p. URL: https://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/PSD/Emerging_Trends_UNIDO_2013.PDF

7. The Future of Manufacturing: Driving Capabilities, Enabling Investments/Global Agenda Council on the Future of Manufacturing // UNIDO. 2014. 38 p. URL: http://www3.weforum.org/docs/Media/GAC14/Future_of_Manufacturing_Driving_Capabilities.pdf

8. Report to the President: Accelerated U.S. advanced manufacturing // Executive Office of the President President's Council of Advisors on Science and Technology. 2014. 94 p. URL: https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/PCAST/amp20_report_final.pdf

9. Manufacturing the Future: The next era of global growth and innovation // The McKinsey Global Institute. 2012. 172 p. URL: <http://www.nist.gov/mep/data/upload/Manufacturing-the-Future.pdf>

10. Global Manufacturing Outlook. Preparing for battle: Manufacturers get ready for transformation // KPMG. 2015. 34 p. URL: <https://www.kpmg.com/CN/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/Global-Manufacturing-Outlook-O-201506.pdf>

11. Bainbridge W. S., Roco M. C. Handbook of Science and Technology Convergence. Dordrecht: SpringerNature, 2016. URL: <http://www.springer.com/us/book/9783319070513>

12. Публичный аналитический доклад по развитию новых производственных технологий/Сколковский ин-т науки и технологий. 22.10.2014 г. 203 с. <http://isicad.ru/ru/pdf/ReportSkolkovo2014.pdf>

13. Шликова В. О. Сценарний підхід до оцінки впливу науково-інноваційної діяльності на економіку України. *Моделювання регіональної економіки*. 2014. № 1 (23). С. 358–365.

14. The Innovation Union Scoreboard report – 2013, 2014, 2015. URL: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/facts-figures-analysis/innovation-scoreboard/index_en.htm

15. The Global Innovation Index 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 // Cornell University, INSEAD, WIPO, 2012-2016: Ithaca, Fontainebleau, and Geneva.

16. The Global Information Technology Report // World Economic Forum. 2016 URL: www.weforum.org/gitr

17. Матюшенко І. Ю. Імітаційна модель науково-інноваційного розвитку економіки України в умовах четвертої промислової революції та асоціації з ЄС. *Бізнес Інформ*. 2016. № 11. С. 70–76.

REFERENCES

- Bainbridge, W. S., and Roco, M. C. «Handbook of Science and Technology Convergence. Dordrecht: SpringerNature, 2016» <http://www.springer.com/us/book/9783319070513>
- «Emerging trends in global manufacturing industries» UNIDO. https://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/PSD/Emerging_Trends_UNIDO_2013.PDF

«Global Manufacturing Outlook. Preparing for battle: Manufacturers get ready for transformation» KPMG. <https://www.kpmg.com/CN/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/Global-Manufacturing-Outlook-O-201506.pdf>

Kalita, P. «Ukraina i chetverta promyslova revoliutsiia: zahrozy ta mozhlyvosti» [Ukraine and the fourth industrial revolution: threats and opportunities]. *Dzerkalo tyzhnia*, no. 43-44 (2016): 6-.

Matiushenko, I. Yu. «Peredovi (konverhentni) tekhnolohii yak faktor rozvytku novoi promyslovoi revoliutsii» [Advanced (converged) technologies as a factor in the development of a new industrial revolution]. *Mizhnarodnyi biznes yak faktor rozvytku. Materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (m. Kharkiv, 21 kvitnia 2016 r.)*. Kharkiv: KhNU im. V.N. Karazina, 2016. 29-39.

«Manufacturing the Future: The next era of global growth and innovation» The McKinsey Global Institute. <http://www.nist.gov/mep/data/upload/Manufacturing-the-Future.pdf>

Matiushenko, I. Yu., and Kostenko, D. M. «Peredovi vyrobnychi tekhnolohii - kliuch do yakisnoi transformatsii i zrostantia vysokotekhnolohichnoho eksportu Ukrainy do 2030 roku» [Advanced manufacturing technology the key to quality transformation and high growth of export of Ukraine to 2030]. *Biznes Inform*, no. 3 (2016): 32-43.

Matiushenko, I. Yu. «Tekhnolohichna konkurentospromozhnist Ukrainy v umovakh novoi promyslovoi revoliutsii i rozvytku konverhentnykh tekhnolohii» [Technological competitiveness of Ukraine in the conditions of the new industrial revolution and the development of convergent technologies]. *Problemy ekonomiky*, no. 1 (2016): 108-120.

Matiushenko, I. Yu. «Imitatsiina model naukovo-innovatsiinoho rozvytku ekonomiky Ukrainy v umovakh chetvertoi promyslovoi revoliutsii ta asotsiatsii z YeS» [Simulation model of scientific

and innovative development of economy of Ukraine in the conditions of the fourth industrial revolution and Association with the EU]. *Biznes Inform*, no. 11 (2016): 70-76.

«Publichnyy analiticheskyy doklad po razvitiyu novykh proizvodstvennykh tekhnologiy» [Public analytical report on the development of new production technologies]. Skolkovskiy in-t nauki i tekhnologiy. <http://isicad.ru/ru/pdf/ReportSkolkovo2014.pdf>

«Report to the President: Accelerated U.S. advanced manufacturing» Executive Office of the President President's Council of Advisors on Science and Technology. https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/PCAST/amp20_report_final.pdf

Shlykova, V. O. «Stsenarnyi pidkhid do otsinky vplyvu naukovo-innovatsiinoi diialnosti na ekonomiku Ukrainy» [The scenario approach to assessing the impact of scientific and innovative activity on economy of Ukraine]. *Modeliuvannia rehionalnoi ekonomiky*, no. 1(23) (2014): 358-365.

«The Future of Manufacturing: Driving Capabilities, Enabling Investments» Global Agenda Council on the Future of Manufacturing» UNIDO. http://www3.weforum.org/docs/Media/GAC14/Future_of_Manufacturing_Driving_Capabilities.pdf

«The Innovation Union Scoreboard report - 2013, 2014, 2015» http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/facts-figures-analysis/innovation-scoreboard/index_en.htm

The Global Innovation Index 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 Ithaca, Fontainebleau, and Geneva: Cornell University, INSEAD, WIPO, 2012-2016.

«The Global Information Technology Report» World Economic Forum. www.weforum.org/gitr

«The next production revolution» OECD. <https://www.evm.dk/.../15-05-18-the-next-production-revolution>