

Александр Витальевич Лях,

канд. экон. наук, с.н.с.,

Институт экономики промышленности НАН Украины
03057, Украина, г. Киев, ул. Марии Капнист, 2

e-mail: lav_4204@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0001-5135-0762>;

Адам Свэйн,

канд. экон. наук,

Великобритания, Ноттингем

e-mail: adam.swain.home@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0441-6359>

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ КЛЮЧЕВЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: ОБЗОР ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА

В статье проанализированы научные публикации и официальные документы, освещающих тенденции, подходы и практический опыт зарубежных стран-лидеров инновационного развития, прежде всего Европейского Союза, в сфере продвижения ключевых перспективных технологий для модернизации промышленного комплекса и экономики этих стран в целом. В результате анализа установлено следующее:

ведущие страны, являющиеся лидерами в инновационном развитии, определяют приоритетность развертывания революционных технологий в их инновационной, промышленной и региональной политике. Комплекс таких технологий получил в ЕС название «ключевых перспективных технологий», которые включают: методы производства передовых материалов; нанотехнологии; микро- и нанoeлектронику; передовые промышленные (аддитивные) технологии; искусственный интеллект, цифровую безопасность и связь; промышленные биотехнологии; фотонику; технологии, связанные с науками о жизни;

отличительной чертой подхода ЕС к поддержке развития и продвижения ключевых перспективных технологий (КПТ), является то, что его политика четко сформулирована в институциональном плане. Принята Европейская стратегия по КПТ, которая согласуется с другими стратегиями и ведущими инициативами ЕС. Созданы новые и усилены существующие институты по трансферу технологий и предоставлению информационно-консультационных услуг, разработаны механизмы финансовой поддержки развития КПТ;

политика национальных правительств различных стран по развитию КПТ имеет следующие характеристики: активная роль государства на рынках знаний и высоких технологий; создание специальных институтов информационной, консультационной и финансовой поддержки фирм, осваивающих КПТ; предоставление существенного значения активизации участия МСП в освоении новейших технологий;

практически все правительства для активизации внедрения КПТ прибегают к сочетанию в единых стратегических и тактических решениях инструментов инновационной, региональной, отраслевой и образовательной политики.

Полученные выводы могут быть использованы для обоснования рекомендаций по политике поддержки и стимулирования развития промышленности Украины на основе развертывания широкого спектра революционных технологий.

Ключевые слова: ключевые перспективные технологии, модернизация промышленности, зарубежный опыт, страны-лидеры инновационного развития, Европейский Союз, институциональное обеспечение.

JEL: O31; O38; O57

© А. В. Лях, А. Свэйн, 2019

Перед странами, независимо от того, относятся ли они к развитым или развивающимся, либо к экономикам, возникшим после распада СССР, в условиях вызовов новой технологической революции стоит острая необходимость разработки и реализации национальных моделей модернизации промышленности и активизации процесса новой индустриализации. Это способно обеспечить такие структурные изменения, которые реализуют переход от преимущественно трудо-, энерго-, материало- емких и экологически разорительных производственных комплексов к наукоемким, высокотехнологичным экосистемам, в основе которых лежат развитие человеческого капитала, ресурсосбережение и дружеское отношение к природе, то есть к такой промышленности, которая получила название «разумная», или смарт-промышленность [1; 2].

Для Украины особое значение поиска путей выхода отечественной промышленности из затяжного кризиса и ее модернизации на новой технологической основе определяется прежде всего превалированием производства низкотехнологичной продукции (89% от общего объема промышленной продукции страны [3]) и низкой долей высокотехнологичной продукции в ее экспорте. Это обуславливает уязвимость промышленного сектора к колебаниям конъюнктуры на международных рынках, а также его недостаточную конкурентоспособность на национальном рынке.

Согласно исследованиям, в том числе выполненным в Институте экономики промышленности НАН Украины [4-11], ситуация, в которой оказалась Украина, такова, что доставшийся ей в наследство от бывшего СССР традиционный промышленный комплекс физически и морально изношен, а в целом индустрия страны находится в кризисном состоянии. Это объясняется многими, в том числе независимыми от самой Украины, причинами [12-14]. Среди них не последнее место занимает отсутствие внятного артикулированного стратегического подхода к формированию меха-

низмов и разработке инструментов политики реиндустриализации и создания нового технологического базиса промышленности со стороны органов государственной власти, особенно за последние 5 лет.

Доказательств этому множество, но достаточно привести хотя бы два факта:

1) проект Стратегии развития промышленного комплекса Украины на период до 2025 года, вынесенный Министерством экономического развития и торговли (МЭРТ) на обсуждение в марте 2018 г. [3], до сих пор не принят, а был рассмотрен Правительственным комитетом по вопросам экономической, финансовой и правовой политики, развития топливно-энергетического комплекса, инфраструктуры, оборонной и правоохранительной деятельности только 25 июля 2019 г.¹;

2) проект Стратегии развития высокотехнологичных отраслей до 2025 года [15], который был подан в качестве законодательной инициативы Департаментом развития инноваций и интеллектуальной собственности МЭРТ 4 июля 2016 г., даже не размещен на сайте Кабинета Министров Украины для обсуждения, не говоря уже о принятии этого документа².

Ввиду долгосрочного сокращения не только количества научно-исследовательских учреждений, но и их финансирования Украина не является привлекательной для прямых иностранных инвестиций, которые могли бы принести в страну высокие технологии или создать условия для их разработки [13, с. 42]. При этом даже те технологии, которые разрабатываются отечественными научно-исследовательскими организациями, имеют очень низкий уровень внедрения в реальном секторе экономики

¹ URL: <https://www.kmu.gov.ua/ua/meetings/zasidannya-uryadovogo-komitetu-z-pitan-ekonomich-noyi-finansovoyi-ta-pravovoyi-politiki-rozvitku-palivno-energetichnogo-kompleksu-infrastrukturi-oboronnoyi-ta-pravoohoronnoyi-diyalnosti-24-07-2019>

² URL: <http://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=c9b6f0b0-1ed5-4aba-a25e-f824405ccc64&>

Украины. Так, по данным, полученным на основе годовых отчетов научно-исследовательских учреждений НАН Украины, степень практического внедрения результатов исследований в сфере нанотехнологий за 2008-2012 гг. составила: по новым изделиям – 136 из 710 (19%); по новым технологиям – 151 из 631 (24%); по новым видам материалов – 165 из 1117 (15%) [14, с. 76]

Органы власти Украины утратили координирующую роль в определении и обеспечении приоритетов в сфере активизации изобретательской деятельности по направлениям развития отраслей промышленности пятого и шестого технологических укладов [16; 17]. Как констатируется в национальном докладе «Инновационная Украина – 2020», подготовленном учеными НАН Украины, «...определение в соот-

ветствующих законах приоритетных высокотехнологичных сфер положительно не повлияло на повышение конкурентоспособности отечественного наукоёмкого производства» [14, с. 192]. Слабая связь законодательно установленных приоритетов с реальными потребностями и возможностями бизнеса, а также отсутствие действенных механизмов их реализации привели к тому, что фактически эти приоритеты не оказывают влияния на рост доли конкурентоспособной высокотехнологичной продукции в структуре экспорта отечественной обрабатывающей промышленности. Это подтверждается данными о доли высокотехнологичной продукции в экспорте обрабатывающей промышленности Украины, которые приведены в сравнении по группам стран и странам, соседствующим с Украиной (табл. 1).

Таблица 1 – **Высокотехнологический экспорт стран, % от экспорта продукции обрабатывающей промышленности**¹

Страны	2013 г.	2015 г.	2017 г.
Все страны	17	18	16
Страны с высоким доходом	17	19	16
Страны с низким доходом	н.д.	н.д.	5 (2016 г.)
Страны-соседи Украины			
Беларусь	4	4	4
Болгария	8	8	8
Венгрия	16	14 (2014 г.)	14
Молдова	2	4	5
Польша	8	9	8
Россия	10	14	12
Румыния	6	8	9
Словакия	10	10	11
Украина	6	7	5

¹ Источник: данные Мирового банка. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.MF.ZS?end=2018&start=1988>.

Только в Беларуси и Молдове, а также в странах с низким доходом на душу населения доля высокотехнологического экспорта ниже или равна значениям данного показателя в Украине. Более высокая величина соответствующего показателя у РФ объясняется существенной долей в экспорте поставок военной техники и продук-

ции гражданского авиастроения, которые относятся к высокотехнологичному экспорту.

В нынешних условиях обострения конкурентной борьбы на глобальных рынках, особенно в высокотехнологичных секторах, стране необходимо восстанавливать и развивать собственную промышленность

на основе передовых технологий, способных обеспечить прорыв в создании конкурентных преимуществ на внутреннем и внешних рынках продукции с высокой добавленной стоимостью, существенное снижение зависимости от импорта энергоресурсов и избавление от сырьевой структуры экспорта, кардинальное продвижение к устойчивому развитию национальной экономики. Этим путём уже идет ряд передовых экономик, опыт которых позволяет определить открывающиеся новые возможности и возникающие проблемы в данной сфере.

Целью статьи является анализ научных публикаций и официальных документов, освещающих тенденции, подходы и практический опыт зарубежных стран-лидеров инновационного развития, прежде всего Европейского Союза, в сфере продвижения ключевых перспективных технологий для модернизации промышленного комплекса и экономики в целом, который может быть использован, в том числе, для решения проблем развития промышленности Украины.

Понятие, содержание, сфера и эффективность применения ключевых перспективных технологий

В докладе «Готовность к будущему производству – 2018», опубликованном в рамках Системной инициативы по формированию будущего производства Всемирного экономического форума (the World Economic Forum's System Initiative on Shaping the Future of Production), отмечается, что и скорость, и масштаб изменений, которые приносят в социально-технологические системы новые технологии, увеличивают сложность и без того трудной задачи по разработке и внедрению стратегий развития промышленности, способных обеспечить повышение производительности и инклюзивный рост. При этом подчеркивается, что в современном динамичном и меняющемся мире для того, чтобы создать устойчивое будущее производство, необходимы такие стратегии технологичес-

кой модернизации, которые бы обеспечивали:

возможность решения при помощи новых технологий задач, которые ранее были практически непреодолимыми;

ориентированность на человека (технологии могут усилить человеческий потенциал, раскрывая по-новому творческие способности, новаторство и производительность);

устойчивое развитие (технологии способствуют созданию надёжных производственных процессов, которые существенно облегчают и делают безопасными условия труда, сводят к минимуму негативное воздействие на окружающую среду, экономят энергию и ресурсы, нейтрализуют эмиссию CO₂);

инклюзивность (работники, компании и страны, находящиеся на разных этапах развития, получают выгоду от новых технологий и трансформации производственных систем) [18, с.V].

Одним из центральных аспектов европейской инновационной политики, а именно усилий по укреплению потенциала Европы в контексте формирования «умной» промышленности на основе инноваций и разработки новых продуктов и услуг, является внедрение так называемых ключевых перспективных технологий (КПТ)¹.

Первым официальным документом на эту тему, принятым в 2009 г. Европейской Комиссией и направленным Европейскому парламенту, Европейскому совету, Европейскому экономическому и социальному комитету и Комитету регионов, было коммюнике «Подготовка к нашему будущему: разработка общей стратегии по ключевым перспективным технологиям в ЕС» [19]. Эти технологии были определены как «наукоемкие и связанные с высокой интенсивностью НИОКР, быстрыми циклами инноваций, высокими капитальными затратами и высококвалифицированной занятостью. Они позволяют внедрять ин-

¹ Выражение «Key Enabling Technologies (KETs)» дословно переводится как «ключевые технологии, предоставляющие возможности».

новации в [технологический] процесс, товары и услуги по всей экономике и имеют системное значение. Они являются междисциплинарными и охватывают многие технологические области с тенденцией к конвергенции и интеграции. КПП могут помочь технологическим лидерам в других областях капитализировать свои исследовательские усилия»¹. В коммюнике Европейской Комиссии 2009 г. в состав КПП было включено шесть видовых категорий [19]:

1) микро- и нанoeлектроника (технологии, связанные с использованием малых по размеру и «умных» электронных компонентов и систем, которые взаимодействуют друг с другом, например, полупроводниковые компоненты, усовершенствованные датчики, силовые элементы, пьезоэлектрики и электронные чипы);

2) нанотехнологии (методы создания структур на молекулярном или атомном уровне);

3) промышленные биотехнологии (в том числе производство и применение ферментов, микроорганизмов, аминокислот и процессы ферментации, за исключением биотехнологий для здравоохранения и сельского хозяйства, которые относят к технологиям наук о жизни);

4) современные материалы (широкая область инноваций в создании материалов, таких как низкоуглеродистые способы использования энергии в производстве материалов, сверхлегкие материалы, и другие, в том числе полимеры, макромолекулярные соединения, синтетический каучук, металлы, стекло, керамика, другие неметаллические материалы и волокна с новыми свойствами, а также весь спектр наноматери-

¹ «KETs are defined as knowledge intensive and associated with high R&D intensity, rapid innovation cycles, high capital expenditure and high-skilled employment. They enable innovation in process, goods and service throughout the economy and are of systemic relevance. They are multidisciplinary, cutting across many technology areas with a trend towards convergence and integration. KETs can assist technology leaders in other fields to capitalise on their research effort» [19].

лов и специальные материалы для применения в электрических или магнитных сферах);

5) фотоника (процессы, связанные с применением оптических технологий в области производства лазеров, оптических волокон, литографии, оптических систем измерения, микроскопов, линз, оптической связи, цифровой фотографии, основанные на светодиодах и органических светодиодах системы освещения, камеры в телефонах, дисплеи и солнечные батареи);

6) передовые (аддитивные) технологии производства, которые нацелены на совершенствование продукции или процессов за счет повышения эффективности использования материалов и энергии (включают такие инновационные технологии, как 3D-принтер, робототехника, автоматизация на базе современного оборудования, измерительные / контрольные / тестирующие устройства для оборудования, автоматизированное производство).

На основании рекомендаций вышеуказанного коммюнике Европейской Комиссией в 2010 г. была образована Группа советников высокого уровня по КПП (ГВУ КПП)², которой был придан статус независимого совещательного органа по вопросам разработки и развертывания применения ключевых перспективных технологий. Мандат этой группы заключается в том, чтобы: оценить ситуацию с конкурентными позициями ЕС относительно соответствующих технологий с особым акцентом на промышленное развертывание этих технологий и их вклад в решение основных социальных проблем; детально проанализировать имеющийся в ЕС потенциал государственных и частных НИОКР в области КПП; предложить конкретные рекомендации относительно политики для более эффективного промышленного развертывания КПП в ЕС. Эта группа также отвечает

² High-level Expert Group on Key Enabling Technologies. В 2017 г. была переименована в Независимую группу высокого уровня по промышленным технологиям – Independent High Level Group on Industrial Technologies [20].

за координацию деятельности аналогичных национальных групп высокого уровня, которые по предложению Европейской Комиссии создавались в каждой стране ЕС.

В 2018 г. Независимая группа высокого уровня по промышленным технологиям рекомендовала: не умаляя значимости каждой из существующих шести видовых категорий КПП, тем не менее преобразовать их в четыре, объединив категории «материалы» и «нанотехнологии», а также «фотоника» и «микро- / наноэлектроника»; расширить категорию КПП «биотехнологии», включив в нее биотехнологии для здравоохранения и сельского хозяйства, и переименовать в «технологии в области наук о жизни»; добавить два новых вида технологий, а именно: искусственный интеллект, а также цифровую безопасность и связь, объединив их в одну категорию [20, с. 22]. Таким образом, на данный момент видовая структура КПП, принятая в ЕС, включает 5 категорий и выглядит следующим образом:

- 1) современные материалы и нанотехнологии;
- 2) фотоника, микро- и наноэлектроника;
- 3) технологии в области наук о жизни;
- 4) передовые технологии производства;
- 5) искусственный интеллект, цифровая безопасность и связь.

Согласно прогнозам Европейской Комиссии КПП имеют огромный потенциал для роста добавленной стоимости и занятости: в зависимости от вида КПП ожидаются приросты этих показателей от 10 до 20% в год на протяжении ближайших лет, а для конкретных секторальных рынков потенциал роста ожидается еще большим. Ожидается, что данные рынки достигнут значительных размеров и обеспечат высокую занятость в странах ЕС. При этом малые и средние предприятия, базирующиеся на внедрении и широком использовании таких технологий, будут основными генераторами новых рабочих мест [21].

КПП применяются во многих отраслях и помогают решать социальные проблемы. Они обеспечивают основу для инноваций в ряде продуктов во всех отраслях промышленности, тем самым предлагая большой потенциал для экономического роста и занятости. Их важность делает их ключевым элементом европейской промышленной политики, и страны и регионы, которые в полной мере используют КПП, имеют все возможности для того, чтобы быть на переднем крае создания развитой и устойчивой экономики. Экономическое влияние КПП является значительным: объем продуктов, сильно зависящих от КПП, составил 953 млрд евро, или 19% от общего объема производства в ЕС. В целом КПП обеспечивают 3,3 млн рабочих мест в Европе [21]. Проведенный в 2015 г. Объединенным исследовательским центром Европейской Комиссии анализ показал, что КПП непосредственно стимулируют экономический рост во всех регионах ЕС, особенно в тех, которые являются отсталыми с позиций инновационного развития [22]. Результаты этого анализа, а также выводы, содержащиеся в отчете Инновационного табло ЕС за 2016 г. [23, с. 28], и данные, приведенные на веб-сайте Обсерватории по КПП, созданной Европейской Комиссией,¹ подтверждают и усиливают мнение о том, что КПП могут играть важную роль в ускорении роста и создании новых рабочих мест в странах-членах ЕС и их регионах. Именно поэтому развертывание КПП рассматривается Европейской Комиссией в качестве стержневого направления в стратегии реиндустриализации Европы, т.е. восстановления ведущей роли обрабатывающей промышленности на принципах ресурсоэффективной циклической экономики, которая, в дополнение к усиливающимся экологическим преимуществам, расширит возможности для создания высококвалифицированных рабочих мест и экономического роста [24].

¹ The KETs Observatory (<https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/kets-tools/about>)

В Европейском сообществе разработка и распространение ключевых перспективных технологий рассматривается также как важный шаг к обеспечению экологически дружного (устойчивого) роста, формированию циркулярной экономики, а также как существенный вклад в борьбу с болезнями за продление жизни. Так, на основе нанотехнологий и промышленных биотехнологий созданы системы мембранной фильтрации для очистки коммунальных и промышленных сточных вод, системы сортировки, сепарации и очистки отходов производств как ресурса для дальнейшего использования. Фотоника становится технологической основой для альтернативной энергетики, повышения энергоэффективности и уменьшения выбросов так называемых парниковых газов. Микро- и наноэлектроника широко и эффективно используется для создания комплексных систем управления водными ресурсами, направленного на минимизацию использования воды, повторное использование или переработку в промышленности; управления теплоснабжением (в том числе путем утилизации тепла) в промышленности; управления газовыми потоками, направленного на контроль выбросов, соединений и восстановления энергии. Технологии этого вида КПТ, соединенные с биотехнологиями, широко используются в прикладных технологических разработках, которые обеспечивают пищевую безопасность общества, а также в здравоохранении (например, для производства глотательных микро-приспособлений, доставляющих лекарство «точно по адресу»).

В целом практически все виды КПТ имеют отношение к так называемым технологиям в области наук о жизни (life science technologies), которые помогают повысить качество и уровень жизни людей и имеют применение в здравоохранении, производстве медицинских приборов, фармацевтике, сельском хозяйстве, пищевой промышленности [25]. Группа ученых Массачусетского технологического института считает, что в ближайшем будущем

эволюция ключевых перспективных технологий, в частности, биоинформатики, синтетической биологии, нано-биологии, клеточной инженерии, биоматериалов, киберфизических систем и системной биологии, проявится в их конвергенции, т.е. возникнет «новая парадигма, которая может привести к критическим достижениям в широком спектре секторов от здравоохранения до энергетики, продуктов питания, климата и воды» [26, с. 8-14].

Прогресс цифровых технологий в интеграции с другими ключевыми перспективными технологиями меняет способ, которым проектируется, производится, коммерциализируется и в целом генерируется ценность продуктов и сопутствующих услуг для потребителя. Достижения в таких технологиях, как Интернет вещей, 5G, облачные вычисления, аналитика данных и робототехника, трансформируют продукты, процессы и бизнес-модели во всех секторах экономики, в конечном итоге изменяя глобальные производственно-сбытовые цепочки и модели промышленной специализации. Это изменение парадигмы всего цикла «разработка-производство-потребление», которое требует новой политики в области инфраструктуры, исследований и разработок, промышленных цепочек создания стоимости, образования и обучения, регулирования и стандартов, защиты данных и совместной креативной деятельности [20, с. 20].

Политика и инструменты, используемые Европейской Комиссией для развития и применения ключевых перспективных технологий

Европейская стратегия по КПТ, принятая Европейской Комиссией в 2012 г., имеет существенную поддержку со стороны практически всех стран, входящих в ЕС, их регионов, промышленных корпораций и различных организаций, участвующих в промышленных инновациях. Эта стратегия определяет направления совместных усилий различных Генеральных директоратов Европейской Комиссии, которые занимаются политикой ЕС в следу-

ющих областях: исследования и инновации; коммуникационные сети и технологии; региональная политика; торговля и конкуренция; внутренний рынок, промышленность, предпринимательство и малый бизнес (последний определен ответственным за политическое руководство реализацией данной стратегии) [27].

Европейская Комиссия определила КППТ как ключевой приоритет в стратегии «Европа 2020», а также как существенный фактор для реализации ведущих инициатив «Инновационный союз» и «Цифровой единый рынок». Их важность для будущего развития промышленности в Европе также подчеркивается в нескольких коммюнике Европейской Комиссии по вопросам промышленной политики. Так, в принятом в 2017 г. коммюнике «Инвестирование в разумную, инновационную и устойчивую промышленность. Новая стратегия промышленной политики ЕС» подчеркивается необходимость налаживания прочного диалога между промышленностью, профсоюзами и другими заинтересованными сторонами в приспособлении к предстоящим изменениям, связанным с будущим развертыванием применения ключевых перспективных технологий [28, с. 17].

Основными инструментами активизации исследований в области КППТ и их применения во всех сферах экономической деятельности Европейской Комиссией признаны создание и поддержка развития ориентированных на инновационные технологии кластеров, формирование механизмов, которые сочетают в себе финансирование инновационных проектов в области КППТ из разных источников (как фондов ЕС, так и государственных, частных) и информационно-консультативное обеспечение распространения результатов их деятельности [29, с. 154-189; 30, с. 8-10]. Европейская Комиссия объявила, что рассматривает поддержку проектов, связанных с ключевыми перспективными технологиями, в качестве приоритета для основных инструментов финансирования ЕС (Программы Horizon 2020, Европейских структур-

ных и инвестиционных фондов, Европейского фонда стратегических инвестиций и Европейского инвестиционного банка). Реформирование правил государственной помощи исследовательским организациям и бизнесу в сторону смягчения финансовых ограничений в случаях инвестирования в проекты, связанные с ключевыми перспективными технологиями, также является частью стратегии Европейской Комиссии по увеличению использования КППТ в промышленности и созданию конкурентоспособного на глобальных рынках производственного сектора¹.

С запуском новой веб-платформы Европейская Комиссия сделала более легким для малого и среднего бизнеса (МСБ) доступ к современным технологическим услугам на территории всей объединенной Европы². Этот инструмент поддержки позволяет найти технологические сервисные центры, активно работающие в области КППТ. К середине мая 2018 г. во всех 28 странах ЕС насчитывалось 1358 технологических центров, предоставляющих услуги МСП для внедрения инноваций, основанных на ключевых перспективных технологиях. Три четверти количества этих технологических центров расположено в 15 странах, входивших в ЕС до 2014 г., из них 47% находятся в 5 государствах (Германия, Франция, Испания, Австрия, Италия) и 24% – в 13 странах, получивших статус члена ЕС с 2004 г. Такие центры помогают МСБ ускорить коммерциализацию своих инновационных идей. Веб-платформа содержит подробную информацию по каждой технологической инфраструктуре в рамках сервисных технологических центров, действующих в области КППТ [31, с. 11].

Европейская Комиссия запустила также Платформу смарт-специализации

¹ URL: https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/key-enabling-technologies/eu-actions/investment-support_en

² URL: https://ec.europa.eu/growth/tools-data-bases/kets-tools/kets-tc/map#criteria_inclusion_mapping

для модернизации промышленности¹. Эта инициатива предлагает практическую поддержку регионам для развития межрегионального сотрудничества при разработке стратегий смарт-специализации на основе соответствия таким приоритетам модернизации промышленности, как ключевые перспективные технологии, инновации в сфере услуг и эффективность использования ресурсов. Целью данной инициативы является создание инвестиционного конвейера зрелых проектов в новых областях роста по всему ЕС с предоставлением специализированных консультаций и помощи регионам в установлении связи с бизнесом и исследовательскими сообществами.

Концепция смарт-специализации как политического инструмента для активизации инновационной деятельности на региональном (и национальном в небольших странах) уровне возникла десять лет назад благодаря воплощению идей Группы экспертов «Знание для роста», созданной Европейской Комиссией для поиска путей преодоления отставания Европы от США в инновационном и технологическом развитии [32]. В ходе исследований, выполненных данной группой, выявлены две основные слабости инновационного развития в Европе: во-первых, фрагментация государственных исследовательских систем на национальном уровне; во-вторых, дублирование баз знаний на региональном уровне (каждый регион был сосредоточен на продвижении одних и тех же высокотехнологичных отраслей) [33, с. 10, 11]. Смысл смарт-специализации состоит в том, чтобы, опираясь на существующий в регионе бизнес и инновационную инфраструктуру, преобразовывать последнюю с помощью специально разработанных и связанных стратегически мероприятий [33, с. 11]. Последние должны иметь потенциал для трансформации существующих региональных экономических структур на основе активизации инновационной деятельно-

¹ URL: <https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/industrial-modernisation>

сти и технологической модернизации. Методология и методика смарт-специализации получила широкое практическое применение не только в Европейском Союзе, но и в других европейских странах [34-37].

Развёртывание ключевых перспективных технологий является одним из стержневых направлений региональных стратегий смарт-специализации, разработанных и реализуемых в ЕС [37, с. 21], а также кластерных инициатив как на национальном, так и на региональном уровнях. Проведенный Европейской обсерваторией по кластерам и промышленным изменениям в 2018 г. онлайн-опрос 30 европейских национальных кластерных программ показал, что большинство из этих программ имеют в качестве целевого приоритета поддержку инициатив по формированию кластеров на основе развивающихся отраслей (23, или 77%) и передовых технологий (20, или 67%) [38, с. 16].

В коммюнике «Европейская стратегия для ключевых перспективных технологий – мост к росту и рабочим местам» (2012 г.) Европейская Комиссия вменяет себе в обязанности оказание поддержки учебным мероприятиям, направленным на совершенствование навыков (не только технических, но и предпринимательских и деловых), в демонстрационных проектах относительно продуктов КИТ в рамках программы «Горизонт 2020». При этом отмечается, что созданный в 2009 г. Европейский институт инноваций и технологий (EIT) и его региональные сообщества знаний и инноваций (Knowledge and Innovation Communities – KICs) играют очень важную роль, не в последнюю очередь в переформировании образовательного ландшафта в соответствующих приоритетных сферах деятельности². Центральное место в

² Европейский институт инноваций и технологий (EIT), имеющий 40 центров инноваций по всему ЕС, объединяет «треугольник знаний» в областях образования, исследований и бизнеса. Им создано несколько сообществ знаний и инноваций (KIC), и их сеть расширяется. Эти сообщества решают основные проблемы ЕС, связанные с целями устойчивого развития, развитием цифро-

деятельности ЕІТ занимает интеграция участников «треугольника знаний», т.е. пула партнеров с разным опытом, например, отраслевых бизнес-ассоциаций, МСП, высших учебных заведений, научно-исследовательские учреждения, НПО и государственных органов, которые работают в областях исследований, образования и бизнеса в инновационном процессе.

Интеграция «треугольника знаний» – это скоординированный процесс, посредством которого ЕІТ и его сообщества знаний и инноваций стимулируют тесные и эффективные связи между исследованиями, образованием и инновациями, облегчают и расширяют возможности людей с разнообразными предпринимательскими навыками и компетенциями, предлагая новые технологические решения, консалтинговые услуги и разработку бизнес-моделей. В этот процесс включается также обучение начинающих предпринимателей навыкам ведения бизнеса, создания стартапов и способам расширения предприятий. Каждое КІС организовано вокруг небольшого количества центров совместного размещения (co-location centres – CLC), которые предназначены для того, чтобы выступать в качестве географических узлов для практической интеграции «треугольника знаний». CLC обладают значительной автономией и объединяют партнеров из сферы исследований, образования, бизнеса, а в некоторых случаях и представителей местных органов власти. Они организованы и структурированы в соответствии с их национальным и региональным инновационным контекстом, т.к. основаны на существующих лабораториях, офисах или кампусах ключевых партнеров КІС. Эти центры иницируют на местном и/или региональном уровнях образовательные, исследовательские и отраслевые партнерства КІС, обеспечивая непосредственный контакт участников партнерства в условиях их географической близости [40, с. 6-7]. При

вой связи, городской мобильности и внедрением передовых технологий. Более 1200 партнеров из разных сфер бизнеса, исследований и образования участвуют в их деятельности [39, с. 23].

этом сотрудничество между соответствующими местными и региональными учебными заведениями и фирмами в разработке учебных программ рассматривается как одно из перспективных решений для содействия развитию необходимых технологических навыков [27, с. 15].

С целью активизации продвижения по данному направлению развертывания КПТ в начале 2014 г. Европейская Комиссия анонсировала специальную инициативу, направленную на удовлетворение потребностей экономики ЕС в рабочей силе, имеющей навыки для применения КПТ. Эта инициатива основана на результатах исследования и рекомендаций Независимой группы высокого уровня по промышленным технологиям (ГВУ КПТ) [41] и соответствует текущим и прогнозным потребностям работодателей в специалистах, имеющих знания и навыки работы в условиях применения КПТ, а также предлагает способы удовлетворения таких потребностей наилучшим образом. По прогнозам ГВУ КПТ, в странах ЕС за период между 2013 и 2025 гг. ежегодный дополнительный спрос на работников в области КПТ составит в среднем 79 тыс. чел. Основная часть дополнительного спроса связана с необходимостью замены работников, выходящих на пенсию или перемещающихся в другие секторы (в целом ожидается, что размер этой части спроса за весь указанный период составит 772 тыс. чел.). Спрос, связанный с новыми рабочими местами, по прогнозным оценкам, имеет относительно небольшую долю от общего дополнительного кумулятивного спроса на соответствующих специалистов – 181 тыс. чел. до 2025 г. [42].

Опыт усилий по развитию и активизации ключевых перспективных технологий на национальном уровне

Многие страны-члены Организации экономического сотрудничества и развития, особенно, США, Китай, Япония, Южная Корея, уже значительный период времени предпринимают меры по развитию и широкому распространению КПТ, выделяют значительные средства из государ-

ственных фондов для инвестирования в это направление с целью достижения и укрепления лидирующих позиций в международной конкуренции на рынках знаний и высокотехнологичных продукции и услуг [43; 44, с. 109; 45].

США являются глобальным лидером в развертывании ключевых перспективных технологий. Этому способствовала сформированная и развивающаяся за счет федерального бюджета Национальная сеть промышленных инноваций [46, с. 252]. В США ключевые перспективные технологии называются передовыми или прорывными (advanced, disruptive) [47], а с «подачи» консалтинговой фирмы Бостон Консалтинг Груп (БКГ) они еще получили название «глубокие» технологии (deep tech), и в их состав включено семь катего-

рий: современные материалы и нанотехнологии; искусственный интеллект; биотехнологии; блокчейн; дроны и робототехника; фотоника и микроэлектроника; квантовые вычисления. По определению БКГ, эти технологии в бизнес-контексте характеризуются тремя атрибутами: способны оказать обширное влияние на рынки, имеют продолжительный период времени для достижения «зрелости» на рынке и потребовать значительного количества капитала для развертывания [48, с. 7]. Лидерство США в развертывании практического применения этих технологий подтверждается данными за 2015-2018 гг. о превалировании количества североамериканских высокотехнологичных фирм на рынках соответствующих категорий технологий (табл. 2).

Таблица 2 – Количество высокотехнологичных фирм разных стран на рынках, связанных с технологическими категориями (2015-2018 гг.)¹

Технологическая категория	Всего	США	Китай*	Япония	Германия	Корея**	Великобритания	Другие страны
Современные материалы и нанотехнологии	725	387	166	61	56	55	-	-
Искусственный интеллект	974	737	59	-	-	-	70	108
Биотехнологии	1546	1189	68	-	81	-	130	78
Блокчейн	87	59	7	-	-	1	9	11
Дроны и робототехника	914	521	166	87	74	66	-	-
Фотоника и микроэлектроника	2091	1302	280	155	213	141	-	-
Квантовые вычисления	8	3	-	-	-	-	2	3

¹ Составлено по источнику [48, с. 13].

* Включая материковый Китай, Гонконг, Макао и Тайвань.

** Южная Корея.

По всем семи категориям перспективных технологий высокотехнологические фирмы США занимают лидирующие позиции на соответствующих рынках. В течение 2015-2018 гг. инвестиции частных фирм США в «глубокие» технологии прирастали в среднем за год на 10%. Однако в целом в мировой экономике подобные ин-

вестиции росли быстрее (22% прироста за год), в том числе по странам: Китай – 81%, Германия – 73, Великобритания – 47, Израиль – 32% [48, с. 13].

Значительные инвестиции в ключевые перспективные технологии финансируются из национальных бюджетов стран – инновационных лидеров. Так, в США фе-

деральным бюджетом ежегодно выделяется только для финансирования программы «Национальная инициатива по нанотехнологиям» (The United States National Nanotechnology Initiative) более 1 млрд долл., а также 2,6 млрд для программ по стимулированию технологических инноваций в малом бизнесе (Small Business Innovation Research, Small Business Technology Transfer) [49]. В 2018 г. правительство Франции объявило, что соберёт на основе публично-частного партнерства 35 млрд евро для государственного финансирования стратегических инвестиций, с особым акцентом на био- и нанотехнологиях. При этом предполагается, что такие инвестиции будут стимулировать сопутствующие инвестиции со стороны частных компаний [43].

В Великобритании, помимо описанных политических инструментов поддержки инновационной активности и развертывания ключевых перспективных технологий, принятых Европейской Комиссией, в 2008 г. была введена в действие программа по созданию региональной сети из более 50 бизнес-ориентированных центров технологий и инноваций (Technology and Innovation Centres – TICs) с целью обеспечения эффективной передачи знаний и технологий от университетов и других исследовательских организаций различным секторам экономики. Государственные инвестиции в такие TICs осуществляются децентрализованно (преимущественно агентствами регионального развития на территории Англии и автономными администрациями на других территориях Великобритании). Целью таких инвестиций является поддержка TICs в качестве стратегических драйверов экономического развития на субнациональном уровне. При этом целевыми стейкхолдерами сети TICs выступают не только предприятия МСБ, требующие инкубационной поддержки, в основном стартапы, но и фирмы, которые уже закрепились на рынке и стремятся инвестировать в увеличение своей доли, т.е. так называемые скэйлапы (scale-ups). Первона-

чально для финансирования деятельности TICs из национального бюджета ежегодно выделялось около 150 млн фунтов стерлингов, но постепенно эти суммы возросли до 900 млн фунтов стерлингов в год [50, с. 18]. С 2019 г. в связи с выходом страны из ЕС эти инвестиции планируется еще больше наращивать с целью усиления позиций Великобритании на глобальных рынках высоких технологий [51].

Инвестиции в TICs также осуществлялись и непосредственно через фонды на национальном уровне в рамках стратегических технологических инициатив (к примеру, в ответ на парламентские слушания относительно инвестиций в нанотехнологии в 2002 г.). Государственные инвестиции часто используются для стимулирования софинансирования TICs со стороны бизнеса и других заинтересованных сторон. Недавним примером этого являются инвестиции в создание Кампуса биотехнологий в Стивенедже, который задуман для поддержки сектора технологий наук о жизни и развития биотехнологических компаний на ранних этапах их становления. Финансирование для этого было предоставлено совместно Фондом стратегических инвестиций, Советом по технологической стратегии и Агентством развития Восточной Англии [50, с. 17-18].

Китай в 2006 г. принял 15-летний план по развитию науки и технологии, в рамках которого осуществляется 16 мега-проектов с инвестициями до 10 млрд евро на проект [52]. Однако еще в 2000 г. был создан Национальный руководящий комитет по нанонауке и нанотехнологиям (NSCNN) для координации всей национальной исследовательской деятельности в этой области. NSCNN подчинен Министерству науки и технологий и включает 21 представителя университетов и научно-исследовательских учреждений и 7 должностных лиц из государственных учреждений. Утверждение исследовательских грантов NSCNN зависит прежде всего от демонстрации коммерческой полезности проектов, поскольку этот комитет ориен-

тирован преимущественно на цели коммерциализации технологических разработок [53].

Российская Федерация также стремится стать центром нанотехнологий, рассматривая в качестве такового АО «Роснано», созданное в 2011 г. путём реорганизации государственной корпорации «Российская корпорация нанотехнологий». АО «Роснано» является инструментом реализации государственной политики по развитию nanoиндустрии, инвестируя напрямую и через инвестиционные фонды в высокотехнологичные проекты, связанные с нанотехнологиями и обеспечивающие развитие новых производств на территории РФ (в целом, по данным АО «Роснано», в эту деятельность вовлечено более 500 российских компаний). Задачи по созданию нанотехнологической инфраструктуры и реализации образовательных программ выполняются Фондом инфраструктурных и образовательных программ, также созданным в результате реорганизации «Российской корпорации нанотехнологий»¹.

В Японии пошли путём интеграции усилий по развертыванию перспективных технологий со стремлением решить проблемы экономического и технологического отставания ряда регионов страны, избрав для этого в качестве инструмента кластерные инициативы [54]. В 2009 г. был начат комплексный государственный проект по промышленным кластерам с ежегодным финансированием, эквивалентным 150 млн евро².

В Южной Коре правительство постоянно совершенствует инфраструктуру, поддерживающую экосистему инновационных стартапов. В бюджете страны на 2019 г. правительство выделило более 1 млрд долл. на поддержку сектора технологий по сбору и обработке данных. Официально заявлено, что правительство планирует активно помогать высокотехнологичным стартапам переходить в стадию

наращивания, т.е. становиться скэйлапами, а в итоге к 2020 г. увеличить количество южнокорейских стартапов-«единорогов»³ до 20 (по состоянию на 24 января 2019 г. компаний-«единорогов» в Южной Корее насчитывалось шесть⁴). Для этого предлагается инвестировать 12 млрд дол. в течение последующих четырех лет [55]. Правительство страны также использует кластерный подход в качестве инструмента политики развития высокотехнологичных производств и услуг. Одним из наиболее успешных в этом аспекте является проект по созданию высокотехнологичного кластера, получившего название «Технодолина Панье» (Pangyo Techno Valley). Основной целью создания этого кластера является поддержка стартапов в области информационных технологий, биотехнологий, а также бизнеса, осуществляющего слияние культуры и технологий. На его создание правительство Южной Кореи инвестировало около 4,2 млрд дол. Строительством первой очереди проекта, которая заняла площадь около 1320 тыс. км², было завершено в 2015 г. Здесь расположены такие объекты инфраструктуры поддержки высокотехнологичных стартапов, как Глобальный центр исследований и разработок, Центр государственной поддержки и Центр исследований и разработок Академии промышленности [55]. На данный момент в Pangyo Techno Valley функционирует около тысячи корейских и иностранных стартапов. По заявлению представителей иностранных фирм, расположенных в этом кластере, Pangyo Techno Valley является идеальным местом для начала производственного бизнеса, поскольку предлагает различные регуляторные послабления⁵.

³ «Единорогом» (Unicorn), т.е. сказочным существом, в статистических исследованиях развития бизнеса называют частную стартап-компанию, капитализация которой превысила 1 млрд за первые пять лет существования.

⁴ URL: <http://www.theinvestor.co.kr/view.php?ud=20190124000663>

⁵ URL: Pangyo valley near Seoul growing fast as the epicenter of startups and innovation. URL:

¹ URL: <https://www.rusnano.com/about>

² URL: <https://www.eu-japan.eu/japanese-clusters>; [26].

Для дальнейшей поддержки роста стартапов правительство Кореи начало строительство объектов, расширяющих существующий комплекс Pango Techno Valley, которое планируется завершить в 2019 г. [55]. Расширение будет способствовать созданию новой экосистемы для стартапов и высокотехнологичных фирм-скэйлапов. Дополнительный комплекс будет состоять из площадок для частных компаний, включая венчурные стартапы, площадки венчурных кампусов для стартапов, «инновационные города» для компаний и исследовательских институтов, правительственных учреждений, которые оказывают поддержку стартапам, а также развитию инновационных технологий, искусства и других креативных видов бизнеса.

Выводы

1. Достижения в цифровых технологиях, которые ассоциируются с Индустрией 4.0, а также прогресс в разработке других революционных технологий, их интеграция меняют не только способ, которым проектируется, производится, коммерциализируется и в целом генерируется ценность продуктов и сопутствующих услуг для потребителя. Изменяется парадигма всего цикла «разработка-производство-потребление», формируются новые бизнес-модели и целые экосистемы современного бизнеса, в первую очередь связанного с обрабатывающей промышленностью. Все это требует новой политики в сфере инфраструктуры поддержки исследований и разработок, связанных с инновациями и передовыми технологиями, их коммерциализации и воплощения в промышленных цепочках создания стоимости, образования и производственного обучения, регулирования и стандартов, защиты данных и совместной креативной деятельности.

2. Страны, которые пытаются быть «на гребне волны» новой промышленной революции, ставят в качестве приоритета своей инновационной, промышленной и региональной политики поддержку разра-

ботки и развертывания широкого применения революционных технологий, которые получили различное название в разных странах (ключевые, перспективные, глубокие, передовые или прорывные технологии). Официальные органы разных стран по-разному компонуют состав этих технологий, но обычно весь их спектр содержит следующие элементы: способы производства современных материалов; нанотехнологии; микро- и наноэлектроника; дроны и робототехника; передовые промышленные (аддитивные) технологии; искусственный интеллект, цифровая безопасность и связь; квантовые вычисления; промышленные биотехнологии; фотоника; технологии, относящиеся к наукам о жизни.

3. Отличительной особенностью подхода Европейского Союза к поддержке разработки и продвижению ключевых перспективных технологий является то, что эта политика институционально четко артикулирована.

Во-первых, ещё в 2009 г. Европейской Комиссией была определена роль этих технологий в будущем экономическом, социальном и экологическом развитии в Европе и объявлено о намерении разработать соответствующую стратегию при участии широкого круга заинтересованных сторон, а в 2012 г. была принята Европейская стратегия по ключевым перспективным технологиям. Этот документ корреспондируется с другими стратегическими документами Европейской Комиссии, в частности, со стратегиями «Европа 2020» и обновления промышленной политики ЕС, в которых развертывание КПТ названо ключевым приоритетом. Разработка и применение КПТ определены как существенный фактор для реализации ведущих инициатив ЕС «Инновационный союз» и «Цифровой единый рынок», «Региональные стратегии smart-специализации», а также научно-исследовательской программы «Горизонт 2020».

Во-вторых, разработаны новые или упрощены действующие механизмы инвестирования в проекты, связанные с разработкой и применением КПТ (в действующую

<https://pulsenews.co.kr/view.php?year=2019&no=97910>

ших фирмах или путем создания стартапов) в разных секторах экономики ЕС и его членов. Эти механизмы предполагают как прямое финансирование из структурных фондов ЕС, Европейского фонда стратегических инвестиций и Европейского инвестиционного банка, так и смешанное за счет привлечения средств национальных фондов и частных инвесторов.

В-третьих, созданы новые или усилены прежние институты, оказывающие услуги бизнесу и другим стейкхолдерам в форме информационно-консультационной поддержки, трансфера технологий и сопровождения их внедрения (технологические центры, Европейский институт инноваций и технологий и его региональные сообщества знаний и инноваций). Создана новая веб-платформа по КППТ с целью информационно-консультационной поддержки внедрения КППТ на предприятиях малого и среднего бизнеса, а также дополнены соответствующими информационно-консультационными блоками существующие веб-платформы (Объединенного исследовательского центра по региональным стратегиям смарт-специализации и Кластерной обсерватории ЕС).

В-четвертых, разработана инициатива и создан специальный институт – Группа высокого уровня по КППТ, задачами которой являются исследование перспектив развертывания этих технологий в Европейском Союзе и мониторинг этого процесса, а также изучение потребностей общего рынка Европы в специалистах, обладающих необходимыми знаниями и навыками для работы в условиях применения КППТ, и разработка рекомендаций по удовлетворению этого спроса в рабочей силе.

4. Политика национальных правительств различных стран относительно развития перспективных технологий и их широкого применения представляют собой в институциональном контексте более «размытую» картину по сравнению с политикой Европейской Комиссии. Практически во всех странах (кроме членов ЕС) отсутствует единый стратегический документ, который комплексно поднимает про-

блему развертывания КППТ по всем категориям технологий. Вместе с тем четко прослеживается стремление правительств стран, находящихся в когорте инновационных лидеров, интенсифицировать процессы разработки и применения определяющих будущее технологий с целью сохранить и усилить свои лидирующие позиции в глобальной конкуренции на рынках высокотехнологичной продукции.

Органы государственной власти играют активную роль на рынках знаний и высоких технологий, включая прямую финансовую поддержку и государственные инвестиции, вкладываемые как в проекты по исследованию, проектной разработке и пионерной апробации новых перспективных технологий, так и в проекты по созданию необходимой инфраструктуры трансфера этих технологий для применения непосредственно субъектами экономической деятельности.

Создаются специальные институты, целью которых является информационная, консультационная и финансовая поддержка действующих фирм и стартапов, предпринимателей попытки освоить КППТ.

Существенное значение придается мерам по активизации участия малого и среднего бизнеса в освоении перспективных технологий, с особым акцентом на инкубационную поддержку высокотехнологичных стартапов. В то же время ряд стран (Великобритания, Южная Корея), кроме стартапов, отдают приоритет высокотехнологичным скэйлапам, т.е. фирмам, которые предпринимать попытки расширить свою долю на рынке.

Практически все правительства, стремящиеся поддержать и активизировать развертывание ключевых перспективных технологий в стране, по сути сочетают в единых стратегических и тактических решениях различную политику: научно-технологическую или инновационную, региональную, секторальную поддержку (промышленную политику) и образовательную политику. В рамках интегрированной политики используются такие инструменты, как кластерные инициативы, разработка стратегий смарт-специализаций, научные и ин-

дустриальні парки, інноваційні кластери, територіальні об'єднання дослідницьких, освітніх установ, бізнесу та державних органів підтримки інновацій в так звані «трикутники знань» та ін.

ЕС в цілому, його країни-члени та інші країни, прагнуть забезпечити конкурентоспроможність їх економік в умовах посилюючої глобальної конкуренції, використовують для цього різні інструменти, однак слідують єдиному концептуальному підходу, суть якого – проактивна політика держави на ринку високіх технологій та стимулювання широкого застосування цих технологій в реальному секторі, зокрема в промисловості, тобто реалізують політику, по визначенню Дж. Сакса, «управляемого технологічного змінення» (directed technological change) [56, с. 89].

Розглянутий досвід інших країн в сфері технологічних змін в тому чи іншому вигляді цілеспрямовано використовувати для модернізації промисловості України. Однак визначення того, які елементи цього досвіду можна використовувати напряму, а які – з урахуванням інституційних особливостей та поточної економічної ситуації в Україні, потребує подальших досліджень.

Література

1. Вишневецький В.П., Князев С.І. Смарт-промисловість: перспективи і проблеми. *Економіка України*. 2017. № 7. С. 22-37.
2. Вишневецький В.П., Вісцька О.В., Гаркушенко О.М., Князев С.І., Лях О.В., Чекіна В.Д., Череватський Д.Ю. Смарт-промисловість в епоху цифрової економіки: перспективи, напрями і механізми розвитку: монографія / В.П. Вишневецький (заг. ред.). Київ: НАН України, Ін-т економіки пром-сті, 2018. 192 с.
3. Кабінет Міністрів України. Проект розпорядження «Про схвалення Стратегії розвитку промислового комплексу України на період до 2025 року». URL: <http://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=10ef5b65-0209-4aa1-a724-49fd>

0877d8d6&title=ProektRozporiadzhenniaKabinetuMinistrivUkrainiproSkhvalenniaStrategiiRozvitkuPromislovogoKompleksuUkrainiNaPeriodDo2025-Roku. (дата звернення: 30.07.2019).

4. Геєць В.М. Інституційна обумовленість інноваційних процесів у промисловому розвитку України. *Економіка України*. 2014. № 12 (637). С. 4-19.

5. Шовкун І. Асоціація з ЄС диктує необхідність відродження промисловості. *Зеркало тижня*. 2015. № 1063. 9 жовтня. URL: <https://zn.ua/promyshlennost/associaciya-s-es-diktuet-neobhodimost-vozrozhdeniya-promyshlennosti-.html> (дата звернення: 10.06.2019).

6. Мазур В.Л. Проблеми промислової політики в Україні. *Економіка України*. 2016. № 12. С. 47-60.

7. Розвиток промисловості для забезпечення зростання та оновлення української економіки: науково-аналітична доповідь / Л.В. Дейнеко (заг. ред.). Київ: НАН України, ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАН України», 2018. 158 с.

8. Вишневецький В.П., Амоша А.І., Збаразська Л.А., Охтеня А.А., Череватський Д.Ю. Промислова політика та управління розвитком промисловості в умовах системних дисбалансів: концептуальні основи: монографія / В.П. Вишневецький, Л.А. Збаразська (заг. ред.). Донецьк: ІЕП НАН України, 2013. 180 с.

9. Промисловість і промислова політика України 2013: актуальні тренди, виклики, можливості: наук.-аналіт. доповідь / В.П. Вишневецький (заг. ред.). Донецьк: ІЕП НАН України, 2014. 200 с. URL: https://iie.org.ua/wp-content/uploads/monografiyi/2014/2014_mono_Dopovid_prom.pdf (дата звернення: 21.06.2019).

10. Залознова Ю.С. Економічні та соціальні проблеми розвитку промисловості: монографія. Київ: НАН України, Ін-т економіки пром-сті, 2017. 288 с.

11. Промисловість України – 2016: стан та перспективи розвитку: наук.-аналіт. доп. [О.І. Амоша, І.П. Буляєв, А.І. Землянін та ін.]. Київ: НАН України, Ін-т економіки пром-сті, 2017. 120 с.

12. Vishnevsky V.P., Knjazev S.I. How to Increase the Readiness of Ukraine's Industry to Smart Transformations. *Наука та інновації*. 2018. № 14 (4). P. 55-69. doi: <http://doi.org/10.15407/scin14.04.055>. WOS:000456680500005
13. World Bank. Innovation and Entrepreneurship Ecosystem Diagnostic. Ukraine. Washington: The World Bank Group, 2017. 60 p.
14. Інноваційна Україна 2020: національна доповідь / за заг. ред. В.М. Гейця, А.І. Даниленка, Е.М. Лібанової, А.А. Гриценка, О.В. Макарової, М.О. Кизима, І.Ю. Єгорова, І.В. Одотюка. Київ: НАН України, 2015. 336 с.
15. Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. Стратегія розвитку високотехнологічних галузей до 2025 року. Проект, неофіційний текст от 4.07.2016. URL: <http://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=c9b6f0b0-1e-d5-4aba-a25e-f824405ccc64> (дата обращения: 10.07.2019).
16. Хаустов В. Патент на развитие. *Зеркало недели*. 2019. № 1254. 27 июля. URL: https://zn.ua/macrolevel/patent-na-razvitiie-325036_.html (дата обращения: 01.08.2019).
17. Национальная инновационная система: состояние и законодательное обеспечение развития. *Экономические известия*. 2018. 22 марта. URL: <http://blogs.eizvestia.com/full/2203-nacionalnaya-innovacionnaya-sistema-sostoyanie-i-zakonodatelnoe-obespechenie-razvitiya> (дата обращения: 10.07.2019).
18. World Economic Forum. Readiness for the Future of Production Report 2018. Geneva: The World Economic Forum's System Initiative on Shaping the Future of Production. 2018. 254 p. URL: http://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_2018.pdf (дата обращения: 06.07.2019).
19. European Commission. Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - "Preparing for Our Future: Developing a Common Strategy for Key Enabling Technologies in the EU" {SEC(2009) 1257}. URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52009DC0512&from=EN>. (дата обращения: 17.06.2019).
20. European Commission. Directorate-General for Research and Innovation, Directorate D – Industrial Technologies. Refinding Industry – Defining Innovation. Brussels: European Commission, 2018. 52 p.
21. European Commission. Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. Key Enabling Technologies / European Commission. URL: https://ec.europa.eu/growth/industry/key-enabling-technologies_en. (дата обращения: 17.06.2019).
22. European Commission. Joint Research Center. The Specialisation of EU Regions in Fast Growing and Key Enabling Technologies, JRC Technical Report, 2015. URL: <https://ec.europa.eu/jrc/en/news/key-enabling-technologies-foster-economic-growth-especially-low-tech-eu-regions?r=dnl> (дата обращения: 17.06.2019).
23. Hollanders H., Es-Sadki N., Kanerova M. Regional Innovation Scoreboard. Brussels: European Commission – 2016, 2016. 64 p.
24. European Remanufacturing Network. Remanufacturing Market Study. Report prepared for Horizon 2020, grant agreement No 645984, November 2015. 136 p. URL: <https://www.remanufacturing.eu/assets/pdfs/remanufacturing-market-study.pdf> (дата обращения: 06.07.2019).
25. Фиговский О., Гумеров В. Новейшие инновационные медицинские технологии. Институт эволюционной экономики. URL: <http://iee.org.ua/files/pub/newmed.pdf> (дата обращения: 27.07.2019).
26. Sharp Ph., Cooney Ch., Kastner M., Lees J., Sasisekharan R., Yaffe M., Bhatia S., Jacks T., Lauffenburger D., Langer R., Hammond P., Sur M. The Third Revolution: The Convergence of the Life Sciences, Physical Sciences, and Engineering. Washington: Massachusetts Institute of Technology, Washington Office, 2011. 32 p.
27. European Commission. Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the European Economic and Social Committee and the

Committee of the Regions – “A European Strategy for Key Enabling Technologies – A Bridge to Growth and Jobs” COM(2012) 341 final. URL: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0341:FIN:EN:PDF> (дата обращения: 17.06.2019).

28. European Commission. Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the European Economic and Social Committee, the Committee of the Regions and the European Investment Bank – “Investing in a Smart, Innovative and Sustainable Industry. A Renewed EU Industrial Policy Strategy” COM(2017) 479 final. URL: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:c8b9aac5-9861-11e7-b92d-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF (дата обращения: 17.06.2019).

29. European Commission. Innovation Union Competitiveness report 2013. Commission Staff Working Document – EUR 25650 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014. 332 p.

30. Gănescu C., Șerbănică C., Ene S., Talmaciu Iu. Innovation clusters, tools to promote and support regional smart specialization. *Management & Marketing*, vol. XVII (1). 2019, P. 7-18.

31. Van de Velde E., Nunez L., Reiss T., Neef Ch., Beckert B., Meislova K. Study on Access of SMEs to KETs technological centres. Final report. Brussels: IDEA Consult, 2018. 226 p.

32. Foray D., David P. A., Hall B. Smart specialisation: the concept. Policy brief № 9, Knowledge for Growth, European Commission. 2009 URL: http://ec.europa.eu/investinresearch/monitoring/knowledge_en.htm (дата обращения: 10.07.2019).

33. Foray D. Smart specialisation: Opportunities and Challenges for Regional Innovation Policy. London and New York: Routledge, 2015, 122 p. doi: <https://doi.org/10.4324/9781315773063>

34. Martinez D., Palazuelos-Martinez M. Breaking with the Past in Smart Specialisation: A New Model of Selection of Business Stakeholders within the Entrepreneurial Process of Discovery. Technical Report by the Joint Research Centre of the European Com-

mission. S3 Working Paper Series № 04/2014. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014. 16 p.

35. Bosch A., Vonortas N. Smart Specialization as a Tool to Foster Innovation in Emerging Economies: Lessons from Brazil. *Foresight and STI Governance*. 2019. Vol. 13 (1). pp. 32-47. doi: <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2019.1.32.47>

36. Hassink R., Gong H. Six critical questions about smart specialization. *European Planning Studies*, 2019. № 27. Published online: 08.08.2019. doi: <https://doi.org/10.1080/09654313.2019.1650898>.

37. Montresor S., Quatraro F. Key Enabling Technologies and Smart Specialization Strategies. European Regional Evidence from patent data. European Commission, Joint Research Center, 2015. 37 p.

38. European Commission. European Observatory for Clusters and Industrial Change. Cluster programmes in Europe and beyond. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. 164 p.

39. European Commission. Towards a sustainable Europe by 2030. Reflection paper COM(2019)22. Brussels: European Union, 2019. 131 p.

40. European Commission. On the Interim evaluation of the European Institute of Innovation and Technology (EIT). Commission Staff working document {SWD(2017) 352 final}. Brussels, 18.10.2017. URL: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7415ff23-db2d-11e8-afb3-01aa75ed71a1/language-en> (дата обращения: 27.07.2019).

41. European Commission. High-level Expert Group on Key Enabling Technologies: Final Report. Brussels: European Commission, 2011. 49 p.

42. European Commission. Directorate-General Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, Directorate Innovation and Advanced Manufacturing: Unit F3 – KETs, Digital Manufacturing and Interoperability. Boosting the potential of Key Enabling Technologies: Addressing Skills Needs in Europe. Brussels: European Commission, 2016. 17 p.

43. ManuFUTURE – EU High-Level Group Report “Manufuture Vision 2030: Competitive, Sustainable and Resilient European Manufacturing”, 2018. URL: http://rm-platform.com/images/DOCUMENTS/ManuFUTURE_Vision-2030_VC_30_05_2018.pdf (дата обращения: 16.06.2019).

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

45. UNIDO. Emerging trends in global manufacturing industries: Challenges, opportunities and policy responses. 2017. URL: http://capacitydevelopment.unido.org/wp-content/uploads/2017/06/emerging_trends_global_manufacturing.pdf (дата обращения: 17.06.2019).

46. Clark J., Doussard M. Devolution, disinvestment and uneven development: US industrial policy and evolution of the national network for manufacturing innovation. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*. 2019. Vol. 12(2). P. 251-270. doi: <https://doi.org/10.1093/cjres/rsz009>.

47. Bender M., Henke N., Lamarre E. The cornerstones of large-scale technology transformation. McKinsey Quarterly. October 2018. URL: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/The%20cornerstones%20of%20large%20scale%20technology%20transformation/The-cornerstones-of-large-scale-technology-transformation-final.ashx> (дата обращения: 17.06.2019).

48. Boston Consulting Group & Hello Tomorrow. The Dawn of the Deep Tech Ecosystem. Boston Consulting Group, 2019. 44 p.

49. Sargent J.F. The National Nanotechnology Initiative: Overview, Reauthorization, and Appropriations Issues. Washington: Congressional Research Service Report. 2014. URL: <https://fas.org/sgp/crs/misc/RL34401.pdf> (дата обращения: 21.07.2019).

50. The Current and Future Role of Technology and Innovation Centres in the UK. A Report by Dr. Hermann Hauser for Lord Mandelson Secretary of State Department for Business Innovation & Skills. URL: <https://catapult.org.uk/wp-content/uploads/>

2016/04/Hauser-Report-of-Technology-and-Innovation-Centres-in-the-UK-2010.pdf (дата обращения: 21.07.2019).

51. UK tech on the global stage: Tech Nation Report 2019. HM Government. URL: <https://technation.io/report2019/#tech-nation>. (дата обращения: 21.07.2019).

52. Cao C., Suttmeier R.P., Fred D. China's 15-year Science and Technology Plan. *Physics Today*. 2006. № 59 (12). URL: https://www.researchgate.net/publication/242704112_China%27s_15-year_Science_and_Technology_Plan (дата обращения: 20.07.2019).

53. Jarvis S.L., Richmond N. Regulation and Governance of Nanotechnology in China: Regulatory Challenges and Effectiveness. *European Journal of Law and Technology*. 2011. Vol. 2 (3). URL: <http://ejlt.org/article/view/94/155/> (дата обращения: 20.07.2019).

54. Yamamoto K. The Industrial Cluster Plan of the Japanese government and the realities of regional economies in Japan. *Raumforschung und Raumordnung*. 2006. № 64 (1). pp. 28-40. doi: <https://doi.org/10.1007/BF03183104>.

55. Startup Ecosystem. Why Korea. URL: <https://www.k-startupgc.org/about/why.do> (дата обращения: 21.07.2019).

56. Sachs J. D. Building the New American Economy: Smart, Fair, and Sustainable. Washington: Columbia University Press. 2017, 152 p.

References

1. Vishnevsky, V.P., & Knyazev, S.I. (2017). Smart industry: perspectives and problems. *Ekonomika Ukrainy*, 7, pp. 22-37 [in Ukrainian].

2. Vishnevsky, V.P., Viyetska, O.V., Garkushenko, O.M., Knyazev, S.I., Lyakh, O.V., Chekyna, V.D., & Cherevatskyi, D.Yu. (2018). *The smart industry in the digital economy: perspectives, directions and mechanisms for development*. V.P. Vyshnevsky (ed.). Kyiv: NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics, 192 p. [in Ukrainian].

3. Cabinet of Ministers of Ukraine (2018). Draft Order *On approval of the strategy for the development of the industrial complex of Ukraine for the period up to 2025*. Re-

trieved from <http://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=10ef5b65-0209-4aa1-a724-49fd0877d8d6&title=ProektRozporiadzhenniaKabinetuMinistrivUkrainiproSkhvalenniaStrategiiRozvitkuPromislovogoKompleksuUkrainiNaPeriodDo2025-Roku> [in Ukrainian].

4. Heyets, V.M. (2014). Institutional conditionality of innovative processes in industrial development of Ukraine. *Ekonomika Ukrayiny*, 12, pp. 4-19 [in Ukrainian].

5. Shovkun, I. (2015, October 09). Association with the EU dictates the need for a revival of industry. *Zerkalo nedeli*. 1063. Retrieved from <https://zn.ua/promyshliennost/associaciya-s-es-diktuet-neobhodimost-vozrozhdeniya-promyshlennosti-.html> [in Russian].

6. Mazur, V.L. (2016). Problems of industrial policy in Ukraine. *Ekonomika Ukrayiny*, 12, pp. 47-60 [in Ukrainian].

7. Deyineko, L.V. (ed.) (2018). *Industry development for growth and renewal of the Ukrainian economy*. A scientific-analytical report. Kyiv: State Institution "Institute of Economics and Forecasting of NAS of Ukraine", 158 p. [in Ukrainian].

8. Vishnevsky, V.P., Amosha, A.I., Zbarazskaya, L.A., Okhten, A.A., & Cherevatskiy, D.Yu. (2013). *Industrial policy and management of industrial development in the context of systemic imbalances: conceptual framework*; Vyshnevsky, V.P., & Zbarazskaya, L.A. (eds). Donetsk: NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics, 180 p. [in Russian].

9. Vyshnevsky, V.P. (ed.) (2014). *Industry and industrial policy of Ukraine: current trends, challenges, opportunities*. A scientific-analytical report. Donetsk: NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics, 200 c. Retrieved from https://iie.org.ua/wp-content/uploads/monografiyi/2014/2014_mono_Dopovid_prom.pdf [in Ukrainian].

10. Zaloznova, Yu.S. (2017). *Economic and social problems of industrial development*. Kyiv: NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics, 288 p. [in Ukrainian].

11. Amosha, A.I., Buleev, I.P., Zemlyankin, A.I. et al. (2017). *Industry of Ukraine – 2016: the state and prospects of*

development. A scientific-analytical report. Kyiv: NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics, 120 p. [in Ukrainian].

12. Vishnevsky, V.P., & Knjazev, S.I. (2018). How to Increase the Readiness of Ukraine's Industry to Smart Transformations. *Science and innovation*, 14 (4), pp. 55-69. doi: <https://doi.org/10.15407/scin14.04.055>. WOS:000456680500005

13. World Bank (2017). *Innovation and Entrepreneurship Ecosystem Diagnostic. Ukraine*. Washington: The World Bank Group, 60 p.

14. Heyets, V.M., Danylenko, A.I., Libanova, E.M., Hrytsenko, A.A., Makarova, O.V., Kyzym, M.O., Yehorov, I.Yu., & Odotyuk, I.V. (eds) (2015). *Innovative Ukraine 2020: A national report*. Kyiv: NAS of Ukraine, 336 p. [in Ukrainian].

15. Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine (2016, July 4). *Strategy for the development of high-tech industries by 2025*. Project, unofficial text. Retrieved from <http://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=c9b6f0b0-1ed5-4aba-a25e-f824405ccc64> [in Ukrainian].

16. Khaustov, V. (2019, July 27). Development Patent. *Zerkalo nedeli*, 1254. Retrieved from https://zn.ua/macrolevel/patent-na-razvitie-325036_.html [in Russian].

17. Doe, J. (2018, March 22). National innovation system: state and legislative support of development. *Ekonomicheskiye izvestiya*. Retrieved from <http://blogs.eizvestia.com/full/2203-nacionalnaya-innovacionnaya-sistema-sostoyanie-i-zakonodatelnoe-obspechenie-razvitiya> [in Russian].

18. World Economic Forum (2018). *Readiness for the Future of Production Report 2018*. Geneva: The World Economic Forum's System Initiative on Shaping the Future of Production. 254 p. Retrieved from http://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_2018.pdf

19. European Commission (2009). Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - "Preparing for Our Future: Developing a Common Strategy for Key Enabling Technologies in the

EU" {SEC(2009) 1257}. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52009DC0512&from=EN>

20. European Commission. Directorate-General for Research and Innovation, Directorate D – Industrial Technologies (2018). *Re-finding Industry – Defining Innovation*. Brussels: European Commission, 52 p.

21. European Commission. Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs (2019). *Key Enabling Technologies*. Retrieved from https://ec.europa.eu/growth/industry/key-enabling-technologies_en

22. European Commission. Joint Research Center (2015). *The Specialisation of EU Regions in Fast Growing and Key Enabling Technologies: JRC Technical Report*. Retrieved from <https://ec.europa.eu/jrc/en/news/key-enablingtechnologies-foster-economic-growth-especially-low-tech-eu-regions?r=dnl>

23. Hollanders, H., Es-Sadki, N., & Kanerva, M. (2016). *Regional Innovation Scoreboard – 2016*. Brussels: European Commission, 64 p.

24. European Remanufacturing Network (2015). *Remanufacturing Market Study*. Report prepared for Horizon 2020, grant agreement No 645984, 136 p. Retrieved from <https://www.remanufacturing.eu/assets/pdfs/remanufacturing-market-study.pdf>

25. Figovsky, O., & Gumerov, V. (2019). The latest innovative medical technology. *Institut evolyutsionnoy ekonomiki*. Retrieved from <http://iee.org.ua/files/pub/newmed.pdf> [in Russian].

26. Sharp, Ph., Cooney, Ch., Kastner, M., Lees, J., Sasisekharan, R., Yaffe, M., Bhatia, S., Jacks, T., Lauffenburger, D., Langer, R., Hammond, P., & Sur, M. (2011). *The Third Revolution: The Convergence of the Life Sciences, Physical Sciences, and Engineering*. Washington: Massachusetts Institute of Technology, Washington Office, 32 p.

27. European Commission (2012). Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – “*A European Strategy for Key Enabling Technologies – A Bridge to Growth and Jobs*” COM(2012) 341 final. Retrieved from

<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0341:FIN:EN:PDF>

28. European Commission (2017). Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the European Economic and Social Committee, the Committee of the Regions and the European Investment Bank – “*Investing in a Smart, Innovative and Sustainable Industry. A Renewed EU Industrial Policy Strategy*” COM(2017) 479 final. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:c8b9aac5-9861-11e7-b92d-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF

29. European Commission (2014). *Innovation Union Competitiveness report 2013*. Commission Staff Working Document – EUR 25650 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 332 p.

30. Gănescu, C., Șerbănică, C., Ene, S., & Talmaciu, Iu. (2019). Innovation clusters, tools to promote and support regional smart specialization. *Management & Marketing*, XVII (1), pp. 7-18.

31. Van de Velde, E., Nunez, L., Reiss, T., Neef, Ch., Beckert, B., & Meislova, K. (2018). *Study on Access of SMEs to KETs technological centres*. Final report. Brussels: IDEA Consult, 226 p.

32. Foray, D., David, P. A., & Hall, B. (2009). *Smart specialisation: the concept*. Policy brief № 9, Knowledge for Growth, European Commission. Retrieved from http://ec.europa.eu/investinresearch/monitoring/knowledge_en.htm

33. Foray, D. *Smart specialisation: Opportunities and Challenges for Regional Innovation Policy*. London and New York: Routledge, 2015, 122 p. doi: <https://doi.org/10.4324/9781315773063>.

34. Martinez, D., & Palazuelos-Martinez M. (2014). *Breaking with the Past in Smart Specialisation: A New Model of Selection of Business Stakeholders within the Entrepreneurial Process of Discovery*. Technical Report by the Joint Research Centre of the European Commission. S3 Working Paper Series № 04/2014. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 16 p.

35. Bosch, A., & Vonortas, N. (2019). Smart Specialization as a Tool to Foster Inno-

vation in Emerging Economies: Lessons from Brazil. *Foresight and STI Governance*, 13 (1), pp. 32-47. doi: <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2019.1.32.47>

36. Hassink, R. & Gong, H. (2019). Six critical questions about smart specialization. *European Planning Studies*, 27. doi: <https://doi.org/10.1080/09654313.2019.1650898>.

37. Montresor, S., & Quatraro, F. (2015). *Key Enabling Technologies and Smart Specialization Strategies. European Regional Evidence from patent data*. European Commission, Joint Research Center, 37 p.

38. European Commission. European Observatory for Clusters and Industrial Change (2019). *Cluster programmes in Europe and beyond*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 164 p.

39. European Commission (2019). *Towards a sustainable Europe by 2030*. Reflection paper COM(2019)22. Brussels: European Union, 131 p.

40. European Commission (2017, October 18). *On the Interim evaluation of the European Institute of Innovation and Technology (EIT)*. Commission Staff working document {SWD(2017) 352 final}. Brussels. Retrieved from <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7415ff23-db2d-11e8-afb3-01aa75ed71a1/language-en>

41. European Commission (2011). *High-level Expert Group on Key Enabling Technologies: Final Report*. Brussels: European Commission, 49 p.

42. European Commission. Directorate-General Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, Directorate Innovation and Advanced Manufacturing: Unit F3 – KETs, Digital Manufacturing and Interoperability (2016). *Boosting the potential of Key Enabling Technologies: Addressing Skills Needs in Europe*. Brussels: European Commission, 17 p.

43. ManuFUTURE – EU High-Level Group (2018). *“Manufuture Vision 2030: Competitive, Sustainable and Resilient European Manufacturing”*. Report 2018. Retrieved from http://rm-platform.com/images/DOCUMENTS/ManuFUTURE_Vision-2030_VC_30_05_2018.pdf

44. Matyushenko, I. Yu. (2016). Technological competitiveness of Ukraine in the conditions of new industrial revolution and development of convergent technologies. *Problemy ekonomiky*, 1, pp. 108-120 [in Ukrainian].

45. UNIDO (2017). *Emerging trends in global manufacturing industries: Challenges, opportunities and policy responses*. Retrieved from http://capacitydevelopment.unido.org/wp-content/uploads/2017/06/emerging_trends_global_manufacturing.pdf

46. Clark, J., & Doussard, M. (2019). Devolution, disinvestment and uneven development: US industrial policy and evolution of the national network for manufacturing innovation. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*. 12(2), pp. 251-270. doi: <https://doi.org/10.1093/cjres/rsz009>

47. Bender, M., Henke, N., & Lamarre, E. (2018, October). The cornerstones of large-scale technology transformation. *McKinsey Quarterly*. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/The%20cornerstones%20of%20large%20scale%20technology%20transformation/The-cornerstones-of-large-scale-technology-transformation-final.ashx>

48. Boston Consulting Group & Hello Tomorrow (2019). *The Dawn of the Deep Tech Ecosystem*. Boston Consulting Group, 44 p.

49. Sargent, J. F. (2014). *The National Nanotechnology Initiative: Overview, Reauthorization, and Appropriations Issues*. Washington: Congressional Research Service Report. Retrieved from <https://fas.org/sgp/crs/misc/RL34401.pdf>

50. Hauser, H. (2010). *The Current and Future Role of Technology and Innovation Centres in the UK*. A Report by Dr. Hermann Hauser for Lord Mandelson Secretary of State Department for Business Innovation & Skills. Retrieved from <https://catapult.org.uk/wp-content/uploads/2016/04/Hauser-Report-of-Technology-and-Innovation-Centres-in-the-UK-2010.pdf>

51. HM Government (2019). *UK tech on the global stage: Tech Nation Report –*

2019. Retrieved from <https://technation.io/report2019/#tech-nation>

52. Cao, C., Suttmeier, R.P., & Fred, D. (2006). China's 15-year Science and Technology Plan. *Physics Today*, 59(12). Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/242704112_China%27s_15-year_Science_and_Technology_Plan

53. Jarvis, S.L., & Richmond, N. (2011). Regulation and Governance of Nanotechnology in China: Regulatory Challenges and Effectiveness. *European Journal of Law and Technology*, 2 (3). Retrieved from <http://ejlt.org/article/view/94/155>

54. Yamamoto, K. (2006). The Industrial Cluster Plan of the Japanese government and the realities of regional economies in Japan. *Raumforschung und Raumordnung*, 64 (1), pp. 28-40. doi: <https://doi.org/10.1007/BF03183104>.

55. Startup Ecosystem (2019). Why Korea. Retrieved from <https://www.k-startupgc.org/about/why.do>

56. Sachs, J.D. (2017). Building the New American Economy: Smart, Fair, and Sustainable. Washington: Columbia University Press, 152 p.

Олександр Віталійович Лях,

канд. екон. наук, с.н.с.,

Інститут економіки промисловості НАН України
03057, Україна, м. Київ, вул. Марії Капніст, 2

e-mail: lav_4204@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0001-5135-0762>;

Адам Свейн,

канд. екон. наук,

Великобританія, Ноттінгем

e-mail: adam.swain.home@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0441-6359>

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ОСНОВІ КЛЮЧОВИХ ПЕРСПЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ: ОГЛЯД ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ

У статті проаналізовано наукові публікації та офіційні документи, які висвітлюють тенденції, підходи і практичний досвід зарубіжних країн-лідерів інноваційного розвитку, перш за все Європейського Союзу, у сфері просування ключових перспективних технологій для модернізації промислового комплексу й економіки цих країн загалом. У результаті аналізу встановлено таке:

провідні країни, які є лідерами в інноваційному розвитку, надають пріоритет розгортанню революційних технологій в їх інноваційній, промисловій та регіональній політиці. Такий комплекс технологій у ЄС отримав назву «ключових перспективних технологій», які містять: методи виробництва передових матеріалів; нанотехнології; мікро- та наноелектроніку; провідні промислові (адитивні) технології; штучний інтелект, цифрову безпеку та зв'язок; промислові біотехнології; фотоніку; технології, пов'язані з науками про життя;

відмітною рисою підходу ЄС до підтримки розвитку та просування ключових перспективних технологій (КПТ) є те, що його політика чітко сформульована в інституційному плані. Прийнято Європейську стратегію щодо КПТ, яка узгоджується з іншими стратегіями та провідними ініціативами ЄС. Створено нові та посилено існуючі інститути щодо трансферу технологій і надання інформаційно-консультаційних послуг, розроблено механізми фінансової підтримки розвитку КПТ;

політика національних урядів різних країн щодо розвитку КПТ має такі характеристики: активна роль держави на ринках знань і високих технологій; створення спеціальних інститутів інформаційної, консультаційної та фінансової підтримки фірм, що освоюють КПТ; надання істотного значення активізації участі МСП в освоєнні новітніх технологій;

практично всі уряди для активізації впровадження КІТ вдаються до поєднання в єдиних стратегічних і тактичних рішеннях інструментів інноваційної, регіональної, галузевої та освітньої політики.

Одержані висновки дозволять обґрунтувати рекомендації щодо політики підтримки та стимулювання розвитку промисловості України на основі розгортання широкого спектру революційних технологій.

Ключові слова: ключові перспективні технології, модернізація промисловості, зарубіжний досвід, країни-лідери інноваційного розвитку, Європейський Союз, інституційне забезпечення.

JEL: O31; O38; O57

Alexander V. Lyakh,

PhD of Economics, senior researcher,
Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine
03057, Ukraine, Kyiv, 2 M. Kapnist Str.
e-mail: lav_4204@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0001-5135-0762>;

Adam Swain,

Economic and Social Geography PhD,
UK, Nottingham
e-mail: adam.swain.home@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0441-6359>

MODERNIZATION OF INDUSTRY BASED ON KEY ENABLING TECHNOLOGIES: OVERVIEW OF FOREIGN EXPERIENCE

The purpose of this article is to analyse scientific publications and official documents highlighting the trends, approaches and practical experience of foreign countries leaders in innovative development, primarily the European Union, in the promotion of key promising technologies for the modernization of the industrial complex and the economy of these countries as a whole. The major findings of this analysis, are as follows:

Countries that are leading in innovative development are prioritizing to support the deployment of revolutionary technologies in their innovative, industrial and regional policies. In the European Union, this set of technologies is called “key enabling technologies”. Their entire spectrum contains the following: methods of advanced materials` production; nanotechnologies; micro- and nano-electronics; drones and robotics; advanced industrial (additive) technologies; artificial intelligence, digital security and communication; quantum computing; industrial biotechnology; photonics; technologies related to the sciences of life;

A distinctive feature of the European Union's approach to supporting the development and promotion of key enabling technologies (KETs) is that EU policy is clearly institutionalized. The European Strategy for KETs has been adopted and is in line with other strategies and EU flagship initiatives. New and strengthened institutes for technology transfer, information, and consultancy services were created, as well as mechanisms for financial support for the development and implementation of KETs were developed.

In the policies of various countries` national governments regarding the development of key enabling technologies and their widespread use, the following points can be highlighted: an active role of states in the knowledge and high technology markets; special institutes are being set up to provide information, consulting and financial support to existing firms and start-ups that master KETs; significant importance is attached to enhancing the participation of SMEs in the development of new technologies.

Almost all governments seeking to intensify the deployment of key promising technologies in the country, in essence, combine in single strategic and tactical decisions different tools from innovative, regional, sectoral and educational policies.

The findings of this review make possible to substantiate recommendations regarding the policy of support and stimulating the development of industry of Ukraine based on the deployment of a wide range of revolutionary technologies.

Keywords: key enabling technologies, industry modernization, foreign experience, leading innovative countries, European Union, institutional support.

JEL: O31; O38; O57

Формат цитирования:

Лях А. В., Свэйи А. Модернизация промышленности на основе ключевых перспективных технологий: обзор зарубежного опыта. *Экономика промышленности*. 2019. № 3 (87). С. 34-58. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.03.034>

Lyakh, A. V., & Swain, A. (2019). Modernization of industry based on key enabling technologies: overview of foreign experience. *Econ. promisl.*, 3 (87), pp. 34-58. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.03.034>

Представлена в редакцию 19.08.2019 г.