

Основные тенденции развития Научоемких технологий производства в современных условиях мировой экономики

Астахова Екатерина Викторовна

кандидат экономических наук

доцент, кафедра экономики, Владивостокский государственный университет экономики и сервиса

690000, Россия, Гоголя, 41 край, г. Владивосток, ул. Гоголя, 41, 41, оф. Гоголя, 41

✉ Ekaterina.Astahova@wsu.ru



Решетняк Елена Ивановна

кандидат экономических наук

доцент, кафедра экономики, Харьковский гуманитарный университет "Народная украинская академия"

61000, Украина, Харьковская область, г. Харьков, ул. Лермонтовская, 27

✉ reshetele@yandex.ru



[Статья из рубрики "Глобализация и национальная безопасность"](#)

Аннотация.

Целью статьи является анализ основных тенденций развития наукоёмких технологий производства в различных странах мира, а также теоретическое обоснование направлений научно-технического развития страны за счет повышения ценности инновационных продуктов. Проанализированы предпосылки актуальности повышения значимости развития наукоёмкого производства для национальных экономик, в частности роста ВВП и повышения конкурентоспособности страны на глобальных рынках. Выделены основные аспекты четвертой технологической революции. Обоснована необходимость регулярного мониторинга показателей, отражающих состояние и уровень развития наукоёмких отраслей в странах мира. Для позиционирования отдельных стран в глобальном технологическом пространстве относительно присутствующих в нем ключевых игроков разработана корреляционно-регрессионная модель зависимости доли наукоёмких производств в структуре ВВП. Модель обеспечивает возможность прогнозирования изменения вклада наукоёмких производств в ВВП страны за счет варьирования показателей научно-технической активности. Предложена модель цепочки создания ценности наукоёмкой продукции с учетом институциональных средств обеспечения научно-технического развития и обеспечения выполнения функций стратегического управления научно-техническим развитием на различных уровнях управления (международном, национальном и локальном).

Ключевые слова: наукоёмкое производство, высокотехнологические инновации, экономический рост, показатели научно-технической активности, корреляционная модель, стратегическое управление, конкурентоспособность экономики, потребительская ценность, НИР, модель ценности технологий

DOI:

10.7256/2454-0668.2018.5.27797

Дата направления в редакцию:

27-10-2018

Дата рецензирования:

27-10-2018

Дата публикации:

13-11-2018

Введение. Социально-экономические потрясения, которые наблюдаются в мировой экономической системе на протяжении последних десятилетий, а также ожидаемые структурные и технологические преобразования уже активно проявляются в глобальном сообществе. Происходящие трансформации, по оценкам экспертов развитых стран [\[1 - 8\]](#), в ближайшее время приведут к радикальным изменениям в процессах создания стоимости. В связи с этим прогнозирование технологического развития и определение места отдельных стран на рынке наукоемких и высокотехнологичных продуктов и услуг представляется необходимым, несмотря на высокую волатильность и неопределенную общую структуру мирового рынка.

Существенные технологические изменения, вызванные прорывом научных исследований в связи с происходящей четвертой технологической революцией, уже дают о себе знать, неся в себе разрушительный характер для многих традиционных отраслей экономики. Это повышает важность исследований ожидаемых фундаментальных потрясений в связи с развитием технологий и необходимость оценки последствий для создания потребительской ценности на ранних этапах процессов изменений.

Ожидаемые изменения в построении и развитии современного бизнеса требуют появления новых подходов и развития новых технологий. Изменения в технологиях и продуктах, которые возникают в связи с новыми открытиями в науке, могут быть реализованы на рынке лишь при условии функционирования надлежащей инфраструктуры, благоприятной окружающей среды и появлении новых бизнес-моделей, направленных на создание потребительской ценности.

Актуальность. В современных условиях с целью обеспечения устойчивого экономического роста страны и повышения конкурентоспособности национальной экономики на глобальных рынках необходимо развитие наукоемкого сектора экономики и повышения доли высокотехнологических производств в структуре ВВП. Актуальность развития высокотехнологических производств связана с необходимостью решения глобальных проблем человечества, обеспечением роста производительности труда и появлением принципиально новых товаров и услуг. Современные государства, претендующие на ведущие позиции в международных рейтингах инновационного и технологического развития, заинтересованы в достижении высоких показателей развития наукоёмкого производства и создания новых технологий.

Теоретические и прикладные аспекты развития наукоемкого производства и высокотехнологической продукции исследовались многими зарубежными и отечественными учеными. Например, данной проблематике посвятили свои работы

Авдеев А. [1], Бендиков М. [2], Braguinsky S. [3], Войчак Н. [4], Глазьев С. [5], Данько Т. [6], Дрекслер Е. [7], Kelley T. [8], Кизим Н. [9], Roco M. [10], Матюшенко И. [11], Perez C. [12], Ray O. [13], Rigby D. [14], Smil V. [15] и др.

Развитие научных знаний начинает обуславливать существенные производственные трансформация с последних десятилетий XIX века, когда широкое употребление получил термин «промышленная революция», означавшая в то время процесс перехода от аграрной экономики к индустриальному обществу. В настоящее время данный термин трактуется значительно шире [15, 16]. Рассматривая концепцию промышленных революций, может быть выделена следующая периодизация. Первая «Индустриальная» (конец XVIII века – вторая половина XIX) – определена необходимостью механизации текстильной индустрии в Великобритании, возникновением паровых двигателей, инновациями в производстве чугуна. Вторая «Технологическая» (вторая половина XIX – начало XX века) – обусловлена инновациями выплавки стали бессемеровским способом, возникновением поточного производства и сборочной линии, основана на научных достижениях, а не просто удачных изобретениях, связана с появлением массового производства, разделения труда. Третья «Информационная» (с 1970-х XX века – начало XXI века) – обусловлена использованием компьютерной техники, станков с ЧПУ, компьютерной обработки качественной и логистической информации, компьютеризацией широкого спектра ручных задач (бухгалтерский учет, управление запасами и планирование). Четвертая «Когнитивная» (начало XXI века) – обусловлена резким скачком научно-технического развития в различных областях знаний, использованием киберфизических систем на основе конвергентных NBIC-технологий (N (nano), C (cogno), B (bio), I (info)) для внедрения ориентированного на потребителя «Интернета вещей», технологиями машинного взаимодействия, развитием возобновляемых источников энергии, нанотехнологий, атомного точного производства и др.

Именно проявление тенденций четвертой технологической революции определяет повышение значимости развития и увеличения доли наукоемкой продукции и высокотехнологических производств в экономике отдельных стран глобального рынка. Так, всемирно известным американским ученым Е. Дрекслером [7] отмечается, что именно нанотехнологии являются основой становления будущей цивилизации XXI века при переходе к так называемому атомарно точному производству (АТП). Нанотехнологии позволят кардинально повысить энергоэффективность, сократить материалоемкость в современной техносфере и решить проблему сокращения ресурсов. В это же время специалистами Массачусетского технологического института (MIT) новая промышленная революция определена как биомедицинская революция [17]. По мнению исследователей MIT перспективы развития наукоемких производств будут связаны с конвергентной наукой о жизни, физическими науками и инжинирингом. Биомедицинская революция состоит из трех этапов: 1-й – развитие молекулярных и клеточных технологий, 2-й – развитие геномики, 3-й – конвергенции технологий.

С 2001 года после публикации работ Н. Роко (США) [10] появилась Концепция конвергенции NBIC-технологий, как основы для четвертой промышленной революции. Данная концепция активно применялась при изучении влияния технологических изменений на социально-экономическое развитие общества учеными из США, ЕС, Японии, Китая, Южной Кореи и Бразилии. Данная концепция основывается на возникновении новых знаний, в основе которых лежит несколько уровней организации материи: от молекулярной природы вещества (нано), до природы жизни (био), природы

разума (когно) и процессов информационного обмена (инфо). Такой подход позволяет приблизиться к созданию новой научно-технической картины мира и развивать технологии не в одной области, а с учетом междисциплинарных связей.

В 2011 году по инициативе немецких бизнесменов, политиков и ученых во главе с Ч. Грифдстаффом (Siemens PLN Software) появилась еще одна концепция Четвертой промышленной революции, получившая название «Индустрии 4.0», которая названа средством повышения конкурентоспособности обрабатывающей промышленности Германии посредством интеграции «киберфизических систем» (или CPS) и производственных процессов [16]. CPS – это интеграция машин и человеческого труда, использующая Интернет посредством процесса создания сети машин, которые не только производят высокоточные продукты, но и автономно изменяют производственные шаблоны по мере необходимости.

Данная концепция определяет следующие приоритетные направления развития наукоемкого производства: развитие систем контроля производственных процессов (внедрение датчиков состояния оборудования, параметров потоков сырья и состояния (типоразмер, состав и т. п.) производимых продуктов); появление интеллектуальных систем управления производством (оптимизация всех внутренних и внешних бизнес-процессов), робототехники и интеллектуальных систем в области «Интернета вещей»; появление систем создания и преобразования (выращивания) материальных объектов, включая 3D-печать; развитие инфузионных технологий; перспективных методов обработки поверхностей и работы с термопластами (в том числе, ростовых технологий); внедрение многомерного моделирования сложных изделий, дающее возможность оптимизации различных их параметров (прочности, срока жизни, процессов производства) и кастомизации объекта, модификации продуктов исходя из индивидуальных потребностей заказчика; появление новых материалов, эффективных при создании перспективных исполнительных устройств для ростовых технологий: композиционные материалы, наноматериалы и пр. [17-23].

Созданию новых рынков и отраслей, способствующих росту производительности труда, повышению конкурентоспособности отдельных секторов и национальных экономик, по мнению экспертов реализующих данную концепцию, способствует появление технологий «Индустрии 4.0» в сочетании с факторами Smart TEMP: T (technology) – умные технологии; E (environment) – разумная среда; M (manufacturing) – умное производство; P (products) – умные продукты [11].

Проявление результатов Четвертой промышленной революции в национальных экономиках стран мира можно проанализировать посредством оценки доли наукоемкой продукции и услуг в ВВП страны.

Постановка задачи. Развитие новых технологий и наукоемкого производства предполагает затраты определенных ресурсов от интенсивности и эффективности использования которых, во многом зависит и место отдельных государств в мировой научно-инновационной деятельности. Как следствие, определяет темпы роста ВВП и, в целом, уровня жизни населения страны.

Это обуславливает необходимость изучения тенденций научно-инновационного развития в мире, а также определяет необходимость регулярного мониторинга показателей, отражающих состояние и уровень развития наукоёмких отраслей стран-лидеров глобального рынка.

Целью статьи является проведение анализа тенденций и оценивание уровня развития наукоемкого производства в различных странах мира, а также теоретическое обоснование направлений научно-технического развития страны за счет повышения ценности инновационных продуктов.

Основная часть. Фундаментальной предпосылкой позиционирования национальных экономик на глобальном рынке наукоемкой и высокотехнологической продукции является выделение отдельных показателей, характеризующих научно-производственный потенциал страны. Однако уровень научно-технического развития национальной экономики достаточно сложно охватить единичными показателями, потому что невозможно отразить весь спектр научных достижений, развития и появления новых технологий, которые используются в коммуникациях, медицине, производстве и тому подобное. Кроме того, многие аспекты создания и распространения научных разработок, инновационных технологий, производства наукоемкой продукции достаточно трудно оценить количественно в рамках отдельной национальной экономики, например, человеческие способности и потенциал. И даже если бы можно было оценить эти показатели количественно, то отсутствие надежных данных делает невозможным их всесторонний анализ. Поэтому существует проблема выбора таких показателей, а также их количественная интерпретация.

В связи с этим с целью выделения основных факторов, оказывающих влияние на развитие наукоемкого производства в стране, была сформирована гипотеза о влиянии факторов на основании анализа литературных источников и существующих методик, которые позволяют оценить не только уровень научно-технологического развития страны, но и определить его потенциал развития. Исследование методики интегральной оценки научно-технического потенциала страны (Японии); расчета индекса технологических достижений (Technology Achievement Index, ТАИ); расчета глобального индекса инноваций (Global Innovation Index, GII)^[24], (INSEAD); расчета индекса The Good Country Index (США); комплексной оценки научно-технического потенциала страны (США); расчета индекса знаний (Всемирный банк); расчета суммарного инновационного индекса (Нидерландах); структурного анализа инновационной активности территории (С.В. Кортон); факторного анализа инновационного потенциала территории (Е.П. Амосенко, В.А. Бажанов) и др. были выделены несколько ведущих показателей. На основании выделенных показателей по нескольким странам мира была проведена оценка развития наукоемкого производства. Результаты представлены в таблице 1^[25 - 27].

Таблица 1. Показатели научно-технической активности ведущих стран мира в 2016 г.

Группы показателей	Страны							
	США	ЕС	Китай	Канада	Австралия	Япония	Южная Корея	Бразили
Доля наукоемкой продукции и услуг в ВВП страны [% от ВВП]	77	65	70	63	64	72	69	
Государственные расходы на НИОКР [% от ВВП]	0,72	0,72	0,46	0,80	0,86	0,75	0,87	0,63
Частные расходы на НИОКР [% от ВВП]	1,94	1,22	1,58	1,76	1,19	2,79	3,36	0,52
Заявки на получение	3.60	2.60	1.19	2.03	1.66	8.82	6.97	0.19

патентов [на 1 млрд евро ВВП]								
Количество новых докторских степеней на 1 тыс. населения в возрасте от 25 до 34 лет, [ед]	1,5	1,8	0,2	1,3	2,5	1,2	1,6	0,5
Доля населения с высшим образованием в возрасте от 25 до 64 лет [%]	44,2	31,7	11,3	53,6	41,9	46,6	44,6	17,2
Количество международных научных публикаций в соавторстве на 1 млн. населения [ед]	473,1	344,3	58,3	989,7	1413,5	186,7	331,4	72,0
Доля национальных научных публикаций среди 10 % наиболее цитируемых в мире [%]	14,0	10,5	8,2	11,8	12,2	6,5	6,2	4,9
Совместные государственно-частные публикации на 1 млн. населения [%]	62,1	33,9	4,6	32,0	23,6	44,6	58,4	1,8
Доля средне - и высокотехнологичных товаров в товарном экспорте [%]	49,7	59,7	54,6	33,9	8,7	72,9	71,0	23,0
Доля наукоемких услуг в общем объеме экспорта услуг [%]	46,7	56,1	39,9	46,4	35,6	32,0	45,1	64,7
Доля иностранных доходов от продажи лицензий и патентов в ВВП [%]	0,748	0,585	0,009	0,223	0,061	0,800	0,365	0,016

На основании данных таблицы 1 можно сделать вывод, что наибольший удельный вес в ВВП страны доля наукоемкой продукции и услуг занимает в США (77%), на втором месте – Япония (72%). В России доля наукоемкой продукции и услуг в ВВП занимает 42%.

В условиях реализации четвертой технологической революции научно-инновационная деятельность должна обеспечивать вклад на уровне 65 – 75 % от ВВП, что соответствует уровню развитых стран мира.

Для позиционирования отдельных стран в глобальном технологическом пространстве относительно присутствующих в нем ключевых игроков осуществим построение корреляционно-регрессионной модели зависимости доли наукоемких производств в

структуре ВВП и представленных в таблице 1 показателей. Для подтверждения влияния выделенных показателей на изменение доли наукоемких производств был осуществлен расчет коэффициента корреляции [28]. Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2. Коэффициенты корреляции влияния показателей научно-технической активности и доли наукоемкой продукции в ВВП страны (на основании данных за 2010-2016)

Наименование показателя	Значение
Государственные расходы на НИОКР [% от ВВП]	0,437643
Частные расходы на НИОКР [% от ВВП]	0,649337
Заявки на получение патентов [на 1 млрд евро ВВП]	0,587156
Количество новых докторских степеней на 1 тыс. населения в возрасте от 25 до 34 лет, [ед]	0,009058
Доля населения с высшим образованием в возрасте от 25 до 64 лет [%]	-0,1588
Количество международных научных публикаций в соавторстве на 1 млн. населения [ед]	0,139406
Доля национальных научных публикаций среди 10 % наиболее цитируемых в мире [%]	0,602165
Совместные государственно-частные публикации на 1 млн. населения [%]	0,710652
Доля средне - и высокотехнологичных товаров в товарном экспорте [%]	0,709955
Доля наукоемких услуг в общем объеме экспорта услуг [%]	-0,21733
Доля иностранных доходов от продажи лицензий и патентов в ВВП [%]	0,629169

В результате проведенных расчетов и оценки силы корреляционной связи в модель будут включены только показатели, имеющие сильную ($\pm 0,7$ до ± 1) и среднюю корреляционную связь ($\pm 0,3$ до $\pm 0,699$), то есть количество новых докторских степеней на 1 тыс. населения в возрасте от 25 до 34 лет, доля населения с высшим образованием в возрасте от 25 до 64 лет, количество международных научных публикаций в соавторстве на 1 млн. населения и доля наукоемких услуг в общем объеме экспорта услуг будут исключены из модели.

На основании данных за период 2010-2016 гг по выделенным ранее странам была получена линейная регрессионная модель влияния показателей научно-технической активности и доли наукоемкой продукции в ВВП страны. Модель представлена формулой 1:

$$Y = 73,62 * X_1 - 55,55 * X_2 - 26,34 * X_3 + 9,64 * X_4 + 3,2 * X_5 + 0,71 * X_6 + 0,42 * X_7 - 69,83, \quad (1)$$

где Y - доля наукоемкой продукции и услуг в ВВП страны [% от ВВП]; X₁ - государственные расходы на НИОКР [% от ВВП]; X₂ - частные расходы на НИОКР [% от ВВП]; X₃ - заявки на получение патентов [на 1 млрд евро ВВП]; X₄ - доля национальных научных публикаций среди 10 % наиболее цитируемых в мире [%]; X₅ - совместные государственно-частные публикации на 1 млн. населения [%]; X₆ - доля средне - и высокотехнологичных товаров в товарном экспорте [%]; X₇ - доля иностранных доходов от продажи лицензий и патентов в ВВП [%].

Таким образом, на основании предлагаемой модели можно прогнозировать изменение

вклада наукоемких производств в ВВП страны изменяя значения показателей научно-технической активности. Повышение конкурентоспособности страны и ее позиции на мировом в глобальном технологическом пространстве определяется конкретными мерами, которые предпринимают правительства государства в аспекте поддержания развития науки и внедрения ее результатов в производственные процессы с ориентацией на создание потребительской ценности [29]. С целью совершенствования процесса создания ценности для потребителей в ходе выпуска наукоемкой продукции предлагается модель (рис. 1), в которой выделены этапы создания ценности наукоемкой продукции, а также институциональные средства обеспечения научно-технического развития и обеспечение выполнения функций стратегического управления научно-техническим развитием на различных уровнях управления (международном, национальном и локальном).

Выводы. Развитие наукоемких производств в условиях Четвертой промышленной революции обусловлено необходимостью повышения конкурентоспособности отечественных товаропроизводителей на внешних и внутренних рынках в условиях углубленной интеграции страны на мировых рынках сбыта. В таких условиях обостряется необходимость в проведении научных исследований и коммерциализации их результатов, посредством развития наукоемких производств и повышения инновационной активности предпринимательских структур. Для коммерциализации результатов научно-исследовательских работ и создания ценности для потребителей необходимо формировать развитую инфраструктуру, которая будет заниматься поддержкой научно-технологического развития, обеспечивать необходимый приток средств на проведение научно-исследовательских разработок, как со стороны государства, так и частных инвесторов, обеспечивать рост востребованных рынком изобретений и развивать государственно-частное партнерство.

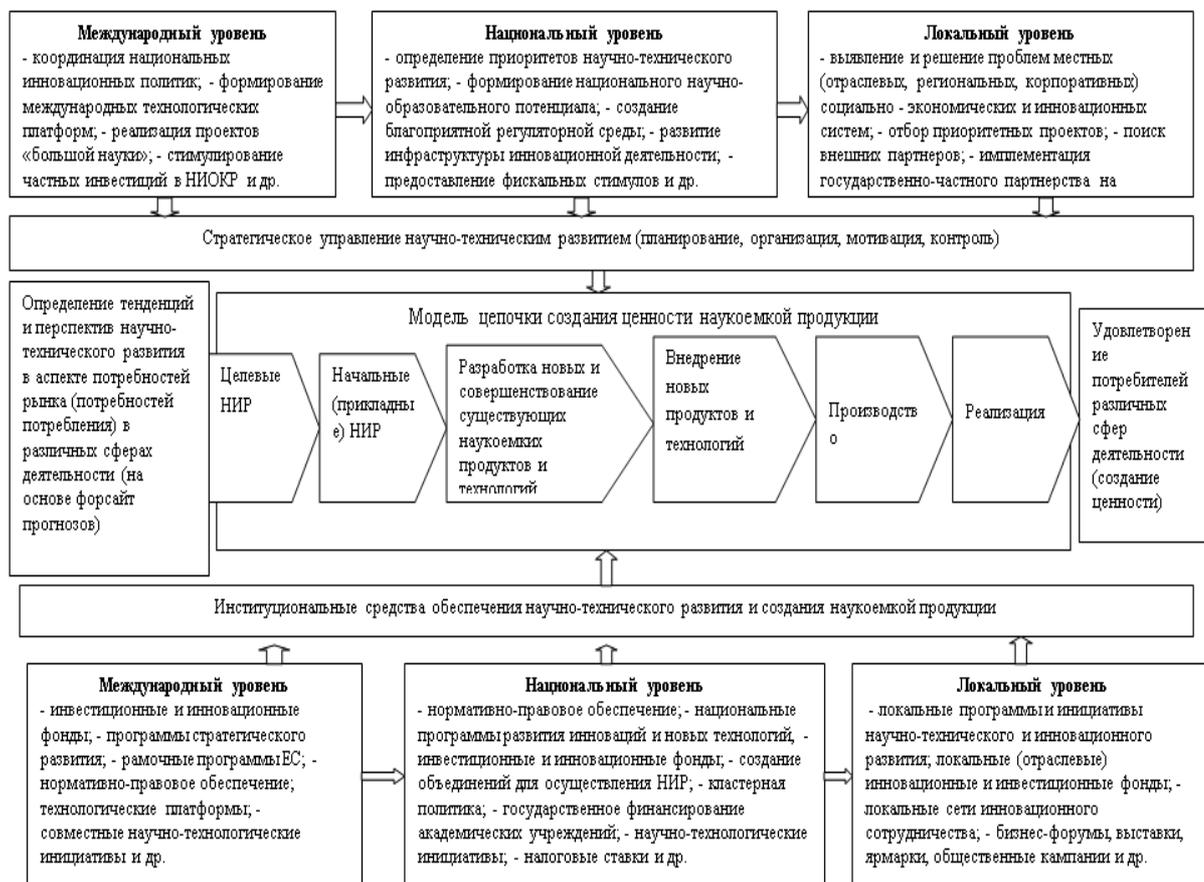


Рис. 1. Модель цепочки создания ценности наукоемкой продукции с учетом

институциональных средств обеспечения научно-технического развития и обеспечения выполнения функций стратегического управления научно-техническим развитием на различных уровнях управления (международном, национальном и локальном)

Библиография

1. Авдеев А.В., Юрковская Г.И. Развитие наукоемкого производства в современной России. Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2015. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-naukоеmкого-proizvodstva-v-sovremennoy-rossii>
2. Бендиков М. А. Рынки высокотехнологичной продукции: тенденции и перспективы развития. Маркетинг в России и за рубежом. 2001. №2. С.57-71.
3. Braguinsky S., Klepper S., Ohyama A. High-Tech entrepreneurship. Social Science Research Network. 2011. P. 38.
4. Войчак Н. А. Систематизация видов международной торговли высокотехнологической продукцией. Тбилиси, 2015. С. 15– 18.
5. Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике/ под ред. С. Ю. Глазьева, В. В. Харитонов. М.: Тривант, 2009. 304 с.
6. Данько Т. В. Розвиток високотехнологічного підприємництва в країнах ЄС. Вісник НТУ «ХПІ». 2012. № 12. С. 71-77.
7. Дрекслер Э. Всеобщее благоденствие. Как нанотехнологическая революция изменит цивилизацию. пер. с англ. Ю. Каптуревский; под науч. ред. С. Лурье. М.: Издво Инта Гайдара, 2014.
8. Kelley T. The Ten Faces of Innovation. Strategies for Heightening Creativity. IDEO's Strategies for Beating the Devil's Advocate&Driving Creativity throughout Your Organization. T. Kelley, J. Littman. L.: Profile Books Ltd., 2006.
9. Кизим Н. А. Высокотехнологические отрасли как основа конкурентоспособности стран мира / Н. А. Кизим, Н. Ю. Матюшенко // Конкурентоспособность: проблемы науки и практики-2007: монография. – Х.: ВД «ИНЖЕК», 2007. – С. 81-101.
10. Convergence of Knowledge, Technology and Society: Beyond Convergence of NanoBioInfoCognitive Technologies. M. Roco, W. Bainbridge, B. Tonn, G. Whitesides; World Technology Evaluation Center. Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer, 2013. 450 p.
11. Матюшенко І. Ю. Перспективи розвитку конвергентних технологій у країнах світу й Україні для вирішення глобальних проблем: монографія. Харків: ФОП Лібуркіна Л. М., 2017.
12. Perez C. Technological revolutions and technoeconomic paradigms. Working Papers in Technology Governance and Economic Dynamics. 2009. № 20. URL: <http://technologygovernance.eu/files/main/2009070708552121.pdf>
13. Ray O. High-technology entrepreneurship. Paris: Recherche, 2012. – 208 p.
14. Rigby D.L. Technological Relatedness and Knowledge Space: Entry and Exit of US Cities from Patent Classes. D.Rigby. Regional Studies. 2015. Volume 49. P. 1922-1937.
15. Smil V. Creating the Twentieth Century: Technical Innovations of 1867–1914 and Their Lasting Impact. Oxford; New York: Oxford University Press. 2005. 350 p.
16. Securing the future of German manufacturing industry. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report // The Industrie 4.0 Working Group; National Academy of Science and Engineering; German Research Center for Artificial Intelligence. 2011. 80 p. URL: http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_

nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report_
_Industrie_4.0_accessible.pdf

17. The Third Revolution: The Convergence of the Life Sciences, Physical Sciences and Engineering // MIT Washington Office. January, 2011. 40 p. URL: <http://dc.mit.edu/sites/dc.mit.edu/files/MIT%20White%20Paper%20on%20Convergence.pdf>
18. Kurfuss Th. Industry 4.0: Manufacturing in the United States // Bridges. 2014. 42 p. URL: <http://ostaustria.org/bridgesmagazine/item/8310industry40>
19. Emerging Global Trends in Advanced Manufacturing // Wilson Center. Alexandria, 2012. 248 p. URL: https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/Emerging_Global_Trends_in_Advanced_Manufacturing.pdf
20. 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
21. 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