

Мария Юрьевна Заниздра,*канд. экон. наук*

Институт экономики промышленности НАН Украины

ул. Марии Капнист, 2, г. Киев, 03057, Украина

E-mail: marin2015zzz@gmail.com<https://orcid.org/0000-0002-3528-0212>

МЕТОДЫ И ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФОРСАЙТА: АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Новая индустриализация и цифровизация мировой экономики, высокий уровень неопределённости и сложности причинно-следственных взаимосвязей в биосфере определяют значительный временной лаг проявления негативных последствий антропогенного вмешательства в функционирование экосистем. Использование эко-форсайта как метода заблаговременного определения потенциальных вызовов и рисков, связанных с экологическими последствиями экономического роста, позволяет повысить гибкость и скорость антикризисного реагирования, обоснованность и эффективность национальной стратегии развития.

В этой связи важно проанализировать накопленный опыт в сфере экологического форсайта, определить наиболее распространённые подходы и методы, их сильные и слабые стороны, а также составить отчётливое и объективное представление о современных приоритетах и экологических маркерах на глобальном и национальном уровне.

Приведён обзор отдельных долгосрочных и крупномасштабных проектов проведения экологического форсайта за рубежом, в том числе в рамках стратегических исследований Агентства по охране окружающей среды, аналитических докладов Межправительственной группы экспертов по изменению климата, а также проекта "Оценки экосистем на рубеже тысячелетия". Представлены результаты сканирования горизонта глобальных экологических вызовов 2010 и 2019 гг. Отдельно рассмотрен подход к оцениванию "экологического измерения" устойчивого развития в рамках форсайта будущей экономики Украины (на основе метода Делфи и SWOT-анализа перспективных с точки зрения развития конкурентного потенциала кластеров украинской экономики).

Установлено, что, несмотря на обширный инструментарий форсайта (до 30 разновидностей), наиболее универсальными и часто используемыми, в том числе в экологической сфере, являются методы сканирования горизонта, метод Делфи и сценарный анализ. Перечисленные методы широко известны и успешно апробированы в таких сферах деятельности, как военная разведка, разработка государственной политики, стратегическое бизнес-планирование, и продолжают совершенствоваться и развиваться. Их общим методологическим ограничением является субъективность экспертных оценок, что в некоторой степени компенсируется путём привлечения широкого круга специалистов и новыми возможностями цифровой экономики: доступом к онлайн-библиотекам, статистическим базам данных, вебсайтам национальных и международных организаций, средствам дистанционной коммуникации, "обучаемым" поисковым системам в сети Интернет.

Ключевые слова: экологический форсайт, сканирование горизонта, экологический вызов, метод Делфи, сценарный анализ.

JEL: O14, O44, Q57

Термин «экологический форсайт» (эко-форсайт, англ. environmental foresight) или environmental futures projects), как правило, подразумевает использование общей

© М. Ю. Заниздра, 2020

методологии форсайта в природоохранной сфере (Bengston, Kubik, Bishop, 2012; European Commission, 2016). То есть экофорсайт не является уникальным и узкоспециализированным видом деятельности (по аналогии с разработкой и производством экологически чистых или "зелёных" технологий), а относится к общенаучному аналитическому инструментарию, ориентированному на заблаговременное определение потенциальных возможностей и рисков для окружающей природной среды, связанных с базисными эпохальными инновациями и глобальными трендами экономического развития. В рамках статьи он также рассматривается в данном контексте.

В общих чертах концепция форсайта заключается в аналитическом обосновании постановки целей и приоритетов развития, разработки стратегий смягчения негативных последствий на основе вариативных сценариев будущего (Leigh, 2003). Для этого обычно выполняется сбор и анализ информации о текущей ситуации на мировых рынках и направлениях научно-технического прогресса (мониторинг кластеров радикальных инноваций (Перес, 2011, с. 54-57)), а также разрабатываются и сортируются экспертные оценки потенциальных возможностей и рисков, связанных с ними, выявляются наиболее вероятные и важные проблемы и преимущества.

Актуальность форсайта при оценке долгосрочных экологических последствий текущей промышленной деятельности, а также при стратегическом планировании национальной промышленной политики обусловлена высоким уровнем глобального экологического следа¹ и силой влияния (климатически-геологического масштаба)

¹ Ежегодный глобальный показатель потребления природных ресурсов и потребности в ассимиляции образовавшихся отходов превышает регенерационные возможности планеты. По состоянию на 2018 г. человечество потребляет в эквиваленте 1,75 экологической биологической ёмкости планеты. Дефицит биоемкости Украины составляет 2% (ТОМ Agency, 2020).

материального производства на количественный и качественный состав экосистем. При этом дальнейшая индустриализация признана «локомотивом развития» (ЮНИДО, 2013, с. 2) и включена в перечень стратегических целей экономически развитых и инновационных экономик мира. Соответственно, в контексте глобальных стратегических трендов – инновационности, неоиндустриализации и устойчивого развития – экофорсайт промышленности и рынка технико-технологических инноваций является актуальным направлением научных исследований.

Форсайт широко востребован в научной, политической и бизнес-среде. Форсайт-исследования использовались компанией Shell Oil для прогнозирования последствий роста цен на нефть² в 1970-х годах, а также органами власти экономически развитых стран для выявления потенциальных проблем во многих сферах политики (Cook, Inayatullah, Burgman et al., 2014). В том числе: Агентством по охране окружающей среды США (U.S. EPA, 1973, 1995, 2002, 2007), Межправительственной группой экспертов по изменению климата (Bengston, Kubik, Bishop, 2012), правительством Великобритании (UK Government Office for Science, 2013), Европейской комиссией – на ранней стадии политического цикла ЕС (European Commission, 2015), Объединённым исследовательским центром – для выявления социальных проблем, которые могут возникнуть в ближайшие 5-30 лет (Joint Research Centre Science Hub, 2015) и т.д. Методика форсайта экономики Украины, разработанная в рамках сотрудничества Международного совета по науке (англ. International Council for Science, ICSU) и ряда национальных научных орга-

² Оперативная реакция руководства Royal Dutch Shell на нефтяное эмбарго ОПЕК 1973-74 годов и ценовой шок (в отличие от других мировых нефтяных компаний) обусловлена готовностью ответных мер, разработанных в рамках сценарного планирования (Bengston, Kubik, Bishop, 2012; Schwartz 1991).

низаций¹, основана на «компасе устойчивого развития» (компас Аткиссона), объединяющего экологическое, экономическое и социальное измерения («Пирамиды форсайта») с «умным» развитием (Форсайт економіки України, 2015, с. 20).

Однако, несмотря на популярность и широкое распространение терминологии и инструментов форсайта в научных, деловых и политических кругах и почти полувековую историю проведения исследований, единства в понимании "технологии предвидения и формирования будущего", а также организационных процедур проведения соответствующих исследований пока не достигнуто (Крюков, 2010).

Качество форсайт-исследований и корректность полученных результатов зависят от множества факторов. Помимо постановки задач, выбора методологии и критериев анализа, квалификации экспертной группы на его эффективность влияют такие трудно измеряемые и воспроизводимые факторы, как способность «интуитивно и творчески мыслить», «выходить за рамки традиционного мировоззрения» и пр. Усиление тенденций глобальной нестабильности, постоянное усложнение экономических связей, систематическое увеличение разрыва между технологическими укладами на фоне сложности причинно-следственных взаимосвязей в глобальной экосистеме делают экологический форсайт сложной и комплексной задачей с огромным количеством «неустановленных неизвестных» (англ. «unknown unknowns»). Тем не менее, практическую ценность «готовности к будущему» в подобных условиях сложно переоценить.

Особую важность научное «предвидение будущего», обоснование стратегического планирования и снижение рисков

неопределённости в период «новой нормальности» представляют для Украины, вступившей в период глубокой переоценки приоритетов развития и трансформации технологического уклада. Как будет показано далее, при выборе основы будущей экономики сделана ставка на развитие отраслей, связанных с «экологически чистыми» и наукоёмкими видами хозяйственной деятельности (Форсайт економіки України, 2015). В данном контексте освоение и практическое использование экологического форсайта является объективной необходимостью.

Целью статьи является обобщение существующих научных подходов и методов, а также практики применения экологического форсайта для:

установления наиболее перспективных направлений форсайт-исследований в экологической сфере на основе приоритетных экологических маркеров на глобальном и национальном уровнях;

определения предпочтительных подходов и методов, их сильных и слабых сторон.

Среди наиболее крупномасштабных примеров зарубежного опыта в сфере экологического форсайта выделяют проекты Агентства по охране окружающей среды США (англ. United States Environmental Protection Agency – EPA), Межправительственной группы экспертов по изменению климата (англ. Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC), «Оценке экосистем на рубеже тысячелетия» (англ. Millennium Ecosystem Assessment – MA).

Агентство по охране окружающей среды США обладает наиболее продолжительным опытом экологического форсайта (с начала 1970-х годов по настоящее время) (U.S. EPA 1973, 2002, 2007; Elgin, MacMichael, Schwartz P, 1975). Однако масштаб отдельных проектов не выходит за рамки агентства и характеризуется скромными результатами (Bengston, Kubik, Bishop, 2012). Главной мотивацией развития данного направления был принцип необходимости предотвращения угроз для эффек-

¹ Комитет по системному анализу при Президиуме НАН Украины, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Институт прикладного системного анализа НАН Украины и МОН Украины, Мировой центр данных геоинформатики и устойчивого развития.

тивной работы в природоохранной сфере: «... to *anticipate* future environmental problems, and then take steps to avoid them, not just respond to them after the fact»¹ (US EPA, 1995, с. 1).

Ранние форсайт-проекты ЕРА были маломасштабными и осуществлялись отдельными структурными подразделениями агентства, включая Комитет экологического будущего (англ. Environmental Futures Committee), созданный в 1990-х годах, а также сотрудничество с Институтом альтернативного будущего (англ. Institute for Alternative Futures). До 1999 г. это были разрозненные усилия эпизодического характера (англ. «one shot» efforts), а не часть систематической и постоянной программы экологического форсайта. Однако они способствовали приданию легитимности форсайт-исследованиям в рамках управленческих и аналитических практик ЕРА. Создание «фьючерсной сети», или «сети форсайта» (англ. futures network) в масштабе агентства в целом (в 1999 г.) было призвано стимулировать долгосрочное стратегическое мышление во всей организации и способствовать развитию потенциала экологического форсайта (Olson, Street, 2002). Несмотря на это, в обзоре (Olson, 2011) сделан вывод о том, что форсайт-исследования ЕРА не были институционализированы таким образом, чтобы обеспечить их преимущество, следовательно, существующие наработки в этой сфере могут быть утрачены. Основными уроками, которые были извлечены из практического опыта проведения форсайт-исследований в рамках ЕРА, являются:

1) важность согласования форсайт-исследований с высшим руководством и наличия куратора высокого уровня, который будет поддерживать их проведение в течение долгого периода времени;

2) необходимость развития связей с другими частями организации, чтобы избежать изоляции проектов друг от друга и

¹ «... чтобы *предвидеть* будущие экологические проблемы, а затем принимать меры, чтобы избежать их, а не просто реагировать на них постфактум».

от политики природоохранной организации в целом;

3) необходимость набора специального штата квалифицированного персонала и предоставления отдельной статьи расходов в бюджете для стабильной финансовой поддержки данных исследований;

4) целесообразность формирования системы стимулирования и информирования стратегических обсуждений и принятия лучших решений сегодня, а не постфактум;

5) актуальность превращения текущей системы сканирования горизонта в основной вид деятельности.

Одним из наиболее масштабных и приоритетных направлений природоохранной деятельности для экологического форсайта является сценарное моделирование "изменения климата", что объективно обусловлено большими временными горизонтами и многочисленными неопределенностями, связанными с этим глобальным явлением. В большинстве случаев при анализе сценариев изменения климата под эгидой Межправительственной группы экспертов (IPCC) использовался подход количественного моделирования (в том числе Nakicenovic, Alcamo, Davis et al., 2000; Morita, Robinson, Adegbulugbe et al., 2001; Carter, Jones, Lu et al., 2007), также положенный в основу сценариев эмиссии загрязняющих веществ IPCC начала 1990-х годов (Leggett, Pepper, Swart et al., 1992).

Именно сценарии IPCC позволили выработать и обосновать причинно-следственные взаимосвязи, которые учитывает современная политика в сфере изменения климата:

сценарии, которые создают одинаковые выбросы, в долгосрочной перспективе могут протекать различным образом, что приводит к значительным расхождениям в совокупном уровне эмиссии загрязняющих веществ;

спекуляции о потенциальном влиянии технологий и энергоресурсов генерируют столь же широкий диапазон прогнозов о будущих выбросах, как и гипотетические предположения экономического и демографического характера;

значительно различающиеся комбинации социально-экономических и энергетических рыночных условий могут привести к сопоставимым траекториям выбросов. Это указывает на то, что специфические траектории с различными драйверами могут идентифицировать наиболее вероятные вызовы (Parson, Burkett, Fisher-Vanden et al., 2007).

За последние 20 лет методологическая сложность подхода к разработке сценариев, практикуемых IPCC, заметно возросла. Последние сценарные анализы сочетают в себе количественное моделирование (англ. quantitative modeling), нарративные подходы (англ. narrative approaches), включение участия заинтересованных сторон, а также принятие многосекторальных, мультистрессорных (англ. multi-stressor) и мультимасштабных (англ. multi-scale) подходов к форсайту изменения климата (Carter, Jones, Lu et al., 2007). Тем не менее, они по-прежнему вызывают множество критических замечаний и дискуссий, что обусловило активный поиск новых подходов для разрешения существующих противоречий (Moss, Edmonds, Hibbard et al., 2010).

«Оценка экосистем на рубеже тысячелетия» (англ. Millennium Ecosystem Assessment – MA) является еще одним масштабным примером применения форсайта (сценарного анализа) к глобальной экологической ситуации. Четырехлетний проект сосредоточен на оценке состояния экосистем, изменений в предоставлении экосистемных услуг, последствиях для благосостояния человека и вариантах природоохранных политических мер в ответ на данные изменения (Carpenter, Bennett, Peterson, 2006). На основании опроса директивных органов 59 различных стран мира относительно их видения потенциальных экологических и социальных проблем в контексте следующих 50 лет (Bennett, Peterson, Levitt, 2005) сформированы четыре широких кластера представлений о будущем. Данные кластеры были проанализированы в виде четырех сценариев, каждый из которых начинался в текущих условиях, а затем разветвлялся на альтернативные

прогнозы в зависимости от ключевых допущений.

На основе сценариев в рамках проекта «Оценки экосистем на рубеже тысячелетия» были обоснованы выводы о тесной связи между сокращением масштабов нищеты и предоставлением экосистемных услуг, ограниченной взаимозаменяемости между различными экосистемными услугами, нахождении компромисса между обеспечением потребностей в экосистемных услугах нынешних и будущих поколений. В качестве инструмента для рассмотрения более конкретных вопросов на местах, а также информационного совершенствования глобальных сценариев в будущем предусмотрена разработка региональных и субрегиональных сценариев развития. Важным фактором повышения актуальности МА-сценариев для принятия управленческих решений является улучшение коммуникации и взаимодействия между директивными органами и наукой (Nakicenovic, McGlade, Ma et al., 2005).

Эко-форсайт также выступает одной из базовых составляющих комплексного форсайт-исследования структуры будущей экономики Украины. Основные индикаторы, характеризующие «экологическое измерение» (Форсайт економіки України, 2015, с. 46-51), представлены в форме классической матрицы SWOT-анализа (табл. 1).

Основными методами исследования являются метод Делфи (на первом туре экспертизы) и SWOT-анализ выявленных кластеров экономики Украины с целью построения сценариев развития (на втором туре экспертизы). В состав экспертной группы вошли 25 специалистов с опытом работы на высшем уровне управления или создания системного бизнеса международного и общенационального уровня¹. Согласно результатам исследования на временных горизонтах 2015-2020 гг. и 2020-2030 гг. Украина может достичь успеха в

¹ Чиновники, основатели и владельцы крупных компаний, ученые, общественные и государственные деятели.

Таблица 1 – SWOT-экспертиза "экологического измерения"¹

Количественные значения по шкале Миллера (1-7) до 2020 г. + (до 2030 г.)					
Сильные факторы (индикаторы)		Значения	Слабые факторы (индикаторы)		Значения
S10*	Привлекательные агрономические условия	5 (4,5)	W18*	Высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха	3,5 (2,5)
S11	Высокий уровень биологического и ландшафтного разнообразия	5 (5)	W19	Низкое качество питьевой воды	4,5 (3,5)
			W20	Экологически небезопасная распашка земель	5,5 (4,5)
			W21	Высокий уровень загрязнения окружающей среды	3,5 (3)
S12	Благоприятные природно-климатические условия	4 (4)	W22	Нерациональное обращение с отходами, выбросами и сбросами	5 (3,5)
			W23	Значительная углеродная интенсивность экономики	5 (4)
			W24	Низкий уровень природоохранного законодательства, экологической культуры общества и экологизации бизнеса	5 (3)
Факторы возможностей развития (индикаторы)		Значения	Факторы угроз развитию (индикаторы)		Значения
O13*	Возобновляемая энергетика как доля производства энергии	4 (5)	T14*	Ухудшение состояния экосистем в результате антропогенной деятельности	3 (3)
O14	Внедрение устойчивых технологий энерго- и ресурсоиспользования и сохранения	4 (5)	T15	Негативное влияние на окружающую среду внешних поражающих факторов техногенного происхождения	3 (3,5)
O15	Комплексное законодательное обеспечение реализации политики устойчивого развития	4 (6)	T16	Недостаточное воплощение комплекса мероприятий по улучшению экологического состояния Азовского и Чёрного морей	2 (3)
O16	Увеличение инвестирования в "зелёную" экономику	4 (6)	T17	Биотическая инвазия	1 (2)

¹ Источник: (Форсайт економіки України, 2015, с. 47).

* S10- S12 – Strengths – преимущества; W18- W24 – Weaknesses – слабости; O13- O16 – Opportunities – возможности; T14- T17 – Threats – угрозы.

международном разделении труда, исходя из географического расположения, человеческого потенциала и природных ресурсов, развивая приоритетные кластеры экономики (табл. 2). При этом обязательным условием успеха является переход на технологии пятого и шестого технологических укладов в рамках каждого кластера. Таким образом, в соответствии с результатами

расчётов «условно экологические» кластеры (аграрный и энергетический сектор, туризм) потенциально способны обеспечить 23-процентный рост экономики (на период 2015-2020 гг.), или рост 33% (на период до 2030 г.). При этом преобладающее большинство (6 из 9 направлений) перспективных для развития кластеров относятся к «умным» отраслям и сферам деятельности.

Таблица 2 – Приоритетные кластеры будущей экономики Украины¹

Кластер экономики *	Вклад в общий рост экономики, %		Временной интервал роста кластера (годы)
	2015-2020	2020-2030	
<i>Аграрный сектор</i>	14	17	2015-2020
Военно-промышленный комплекс	13	15	2015-2030
Информационно-коммуникационные технологии	8	12	2015-2020
Разработка новых веществ и материалов, нанотехнологии	7	12	2020-2025
<i>Энергетика</i>	7	11	2017-2025
Высокотехнологическое машиностроение	6	8	2020-2025
Развитие транзитной инфраструктуры	2	5	2020-2030
«Науки о жизни» (биомедицинская инженерия, клеточная медицина, фармацевтика)	1	5	2020-2025
<i>Туризм</i>	2	5	2017-2025
Прочие кластеры	40	10	2017-2030

¹ Источник: (Форсайт економіки України, 2015, с. 73).

* Курсивом обозначены кластеры, эффективность которых прямо и косвенно связана с качеством экосистем и природных ресурсов.

В табл. 3 обобщены результаты сканирования горизонта глобальных экологических вызовов, приведенные с интервалом в девять лет. Согласно данным таблицы горизонтальное сканирование 2010 г. сосредоточено на проблемах изменения климата и связанными с этим миграцией видов и сокращением биологического разнообразия – более половины потенциальных экологических вызовов. Сканирование горизонта 2019 г. отдаёт предпочтение проблематике генетического моделирования и био-модификаций на клеточном уровне – 40% потенциальных экологических вызовов. Часть потенциальных угроз связана с традиционными последствиями техногенной нагрузки на экосистемы – эмиссией загрязняющих веществ и истощением аккумуляционной способности экосистем. Однако 37% потенциальных экологических вызовов 2010 и 2019 гг. связаны со смарт-производством.

Среди смарт-эко-маркеров сканирования 2010 г. отмечены:

контроль интенсивности солнечного излучения посредством масштабного при-

менения стратосферных аэрозолей, рассеивающих солнечный свет¹;

проектирование генома. На текущем уровне технология ограничена искусственным созданием и клонированием бактериальных хромосом, разработкой вакцин; в перспективе возможно появление новых форм жизни, новых химических веществ, включая топливо, полученное на основе углекислого газа, доступность инструментов генной инженерии широким слоям населения в рамках рыночной экономики;

замена мясных продуктов природного происхождения синтетическими в промышленных масштабах способна полностью изменить пищевую и сельскохозяйственную отрасли (включая потребность в пахотных землях, кормах, поголовье скота);

¹ Потенциально способно снизить температуру в глобальном масштабе и предотвратить разрушение озонового слоя. При этом может непоправимо нарушить структуру и кислотный баланс осадков, вызвать вымирание биологических видов.

Таблица 3 – Итоги глобального эко-сканирования 2010 и 2019 гг. ¹

Ключевые направления	Сканирование горизонта 2019 г. *		Экологический эффект	Сканирование горизонта 2010 г. *		Экологический эффект
	2	3		5	6	
Разрушение озонового слоя	1	Несоблюдение Монреальского протокола. Дискредитация Глобального экологического руководства	–	1	Использование стратосферных аэрозолей для рассеивания солнечного света обратно в космос	+/-
Изменение климата. Нарушение циклов круговорота веществ. Сокращение биоразнообразия	1	Строительство сетевой инфраструктуры по "засеву облаков" на горных хребтах, окружающих Тибетское плато	–	1	Минимизация выбросов углерода за счёт уничтожения живой лесной биомассы (свода лесов)	+/-
	2	Снижение способности бентоса в Антарктике накапливать углерод	–	2	Вспомогательная колонизация – перемещение биологических видов в иные ареалы обитания с целью их сохранения	+/-
				3	Трансарктическое расселение и колонизация Арктики бореально-умеренными видами	+/-
				4	Расширение ареала обитания некоторых хищников (Индо-тихоокеанских крылатых рыб), нарушающее порядок пищевой цепи эндемичных видов	–
				5	Рост производства вулканического газа и пыли на высоких широтах из-за таяния ледового покрова	–
Генетические и био-модификации. Сокращение биоразнообразия	1	Разработка культуры солеустойчивого риса (<i>Oryzasativa</i>) в Китае	+/-	1	Искусственное создание и клонирование бактериальных хромосом	+/-
	2	Влияние трансгенных масличных культур, продуцирующих Омега-3 жирные кислоты, на физиологию беспозвоночных и позвоночных животных	+/-	2	Производство синтетического белка на основе биоинженерии медицинских тканей	+/-
	3	Отказ от государственного регулирования промышленного использования генно-модифицированных растений в США	–			
	4	Манипулирование микробиомами растений для повышения их стрессоустойчивости	+/-			
	5	Использование новых видов микробов или ферментов для биодegradации пластмасс и производства материалов-заменителей	+/-			
	6	Промышленное микробиологическое производство кормов	+/-			

1	2	3	4	5	6	7
Нарушение циклов круговорота веществ. Сокращение биоразнообразия	1	Воздействие солнцезащитных кремов на основе микоспоринподобной аминокислоты Shinorine на кораллы и другие морские виды	–	1	Сброс в водные объекты наносеребра в концентрациях, опасных для нитрифицирующих биологических видов	–
	2	Интенсивное высвобождение ртути при таянии вечной мерзлоты	–	2	Загрязнение микропластиком	–
				3	Нарушение азотного цикла мирового океана (гибель бактерий из-за сверхнормативного сброса антропогенного азота в экосистемы)	–
				4	Критическое снижение концентрации растворенного кислорода в водах тропического океана на глубинах 300-700 м	–
Появление крупных техногенных объектов. Вовлечение в техногенный оборот новых частей экосистемы	1	Строительство нового ирригационного канала в Китае	–	1	Интенсификация сельскохозяйственного производства и монокультурное земледелие на обширных площадях	+/-
	2	Расширение плантаций и инфраструктуры на Индо-Малайские острова	–			
	3	Развитие рыболовства в Мезопелагической зоне (с глубин 200-1000 м)	–			
Рекультивация техногенно нарушенных территорий		–		1	Производство органического удобрения биочар для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, восстановления деградированных почв при сопутствующем производстве биоэнергии	+
Создание сети глобального мониторинга экосистем		–		1	Использование технологии мобильного зондирования для мониторинга окружающей среды	+
Расширение инструментария «зелёной» экономики	1	Инновационные страховые продукты для совместного использования затрат и выгод от защиты природных активов	+		–	
Разрушение озонового слоя. Дискредитация Глобального экологического руководства	1	Несоблюдение Монреальского протокола	–		–	

¹ Составлена на основе источников (Sutherland, Broad, Butchart et al., 2018; Sutherland Clout, Côté et al., 2009).

* Цветом выделены экологические вызовы, связанные со смарт-промышленностью.

формирование гибкой и обширной сети экологического мониторинга на базе технологии долгосрочного мобильного зонирования (фотоловушки, программное распознавание видов, регистрация координат, температуры, времени, влажности и т.д.) в реальном времени, в автоматическом режиме и с привязкой к географическому расположению.

В исследовании 2019 г., помимо расширения перечня возможностей и рисков генной инженерии (преимущественно в сельскохозяйственной сфере) и смарт-инфраструктуры для изменения мирового уровня жизни и техногенной нагрузки на экосистемы, также поднимаются вопросы:

«провалов государственного управления» – влияния решений мировых лидеров на эффективность международного сотрудничества в природоохранной сфере и выполнимость международных соглашений и обязательств;

расширения инструментария «зеленой» экономики – разработки страховых продуктов для покрытия ценных природных активов на основе государственно-частного партнёрства¹: правительства, владельцев отелей, страховщиков и агентств по охране природы.

Большая часть выявленных глобальных эко-маркеров имеют выраженное отрицательное влияние на качество окружающей природной среды либо посылают смешанные сигналы, обладая как положительными, так и отрицательными эффектами. Следует отметить, что к 2019 г. количество эко-маркеров с негативными последствиями увеличилось: в 2010 г. этот показатель составлял 40% от выборки, в 2019 г. – 66%. Выраженным позитивным

¹ Опыт Мексики по защите Мезоамериканского рифа. Трастовый фонд The Coastal Zone Management Trust выполняет две функции: покупает страховой полис на участке рифа, а также обслуживает риф и местные пляжи. Страховой платеж инициируется при достижении заданной скорости ветра. Траст предоставляет средства для восстановления рифа и пляжа после сильного шторма.

эффектом обладают разработка и внедрение "инновационных страховых продуктов" (эко-маркер 2019 г.), а также "производство органического удобрения" и "технологии мобильного зонирования" (эко-маркеры 2010 г.).

Рассмотренные примеры применения эко-форсайта основаны на применении наиболее распространённых методов анализа: сканировании горизонта, метода Делфи и сценарного анализа, что свидетельствует о доминировании этих подходов в экологическом контексте.

*Сканирование горизонта*² относится к широкому спектру процессов выявления и понимания важных тенденций, возникающих во внешней среде организации (правительственного учреждения, корпорации или неправительственной организации) или области интересов (в сфере биологического разнообразия, изменения климата или экосистемных услуг) (Bengston, Kubik, Bishop, 2012). Соответственно, оно может быть исследовательским (генерирование гипотез и поиск "неустановленных неизвестных") или проблемно-ориентированным (фокусирование на ранее выявленных проблемах), служит системой раннего оповещения о потенциальных угрозах или возможностях и составляет основу прочих этапов форсайта, которые предназначены для дальнейшего анализа обнаруженных маркеров (European Commission, 2016).

Алгоритм метода может быть разделен на шесть этапов: анализ проблемы; сбор информации; выявление сигналов; наблюдение за тенденциями; осмысление будущего; согласование ответа (Sutherland, Woodroof, 2009). Широко используемая система классификации тенденций в рамках сканирования горизонта, разработанная профессором маркетинга Ф. Котлером (Kotler, Keller, 2008), включает шесть об-

² Первоначально разработано для целей военной разведки (Cornish, 2004), широко использовалось во время Второй мировой войны, является стандартной практикой бизнеса и стратегического планирования директивных органов.

ширных категорий с аббревиатурой DEGEST: демография (demography), экономика (economy), правительство (government), окружающая среда (environment), общество/культура (society/culture) и технология (technology).

Глобальная цифровизация значительно расширила возможности метода, обеспечив доступ к широкому кругу источников (онлайн-библиотекам, статистическим базам данных, веб-сайтам национальных и международных организаций), облегчив кооперацию между экспертами, а также предоставив возможность постоянного мониторинга в сети Интернет на базе "обучаемых" программ поиска и создания профильных баз информации. Так, сканирование горизонта экологических вызовов 2010 и 2019 гг., представленное в табл. 3, включало пять этапов дистанционного исследования и два этапа прямого взаимодействия участников (рис. 1).

*Метод Делфи*¹ запрашивает и структурирует мнения группы экспертов в течение нескольких раундов анализа для разработки оценок альтернативных вариантов будущего (Kubik, 2009). В различных формах данный метод применялся во множестве исследований на международном уровне во многих сферах деятельности и для широкого круга целей² (Gordon, 2007).

¹ Разработан в Корпорации «RAND» в начале 1950-х годов в процессе исследования вероятных последствий ядерной войны (Linstone, Turoff, 1975). На ранних стадиях применения метода доминировало прогнозирование достижений науки и техники по аналогии с классическим Делфи-анализом, проведенным Гордоном и Хелмером (Gordon, Helmer, 1964).

² Одним из ранних примеров применения метода Делфи к проблемам природных ресурсов и окружающей среды является исследование 1974 г. "Будущая среда досуга" (англ. «Future leisure environments»), в рамках которого были разработаны прогнозы для 125 вероятностей будущего по пяти широким тематическим категориям: управление природными ресурсами, управление рекреацией диких земель, загрязнение окружающей среды, население-рабочая сила-досуг и городская среда (Shafer, Moeller, Getty, 1974). Другими примерами применения метода Делфи в

При типичной процедуре исследования по методу Делфи группа экспертов самостоятельно и анонимно отвечает на вопросы о возможных будущих изменениях в ходе первого раунда, не зная ответов других членов группы (Bengston, Kubik, Bishop, 2012). Во время последующих раундов каждому участнику представляются результаты всей группы, включая их собственный. Экспертам предлагается рассмотреть полученные результаты, уделяя особое внимание обоснованию ответов, которые лежат на противоположных концах распределения, и пересмотреть свои выводы на основе выводов и аргументов прочих участников. Делфи-анализ обычно включает от двух до пяти раундов, во время которых может возникнуть как общий консенсус или диапазон противоречивых мнений о будущем развитии событий. При этом консенсус не является предпочтительным результатом (Helmer, 1983), а попытка его навязать может привести к аннулированию результатов (Critchler, Gladstone, 1998). Напротив, более объективным состоянием считается стабильность ответов экспертов, которые не изменяются после широкого обсуждения, даже если они не согласуются между собой. Изучение противоположных взглядов и уникальных мнений, оказавшихся в меньшинстве, может быть существенно важным для понимания "неустоявшихся неизвестных".

В дополнение к выявлению неопределенности и дивергенции важным вкладом исследований по методу Делфи являются генерируемые идеи (желательность некоторого будущего состояния или средства достижения, или избегания будущего состояния) и аргументы в пользу неординарных мнений участников (Gordon, Glenn, 2009).

экологической сфере являются: методика выявления и ранжирования вопросов экологической и природно-ресурсной политики (Leitch, Leistriz, 1984); построение карты новой территории адаптивного совместного управления (Plummer, Armitage, 2007).

ДИСТАНЦИОННАЯ ФОРМА УЧАСТИЯ

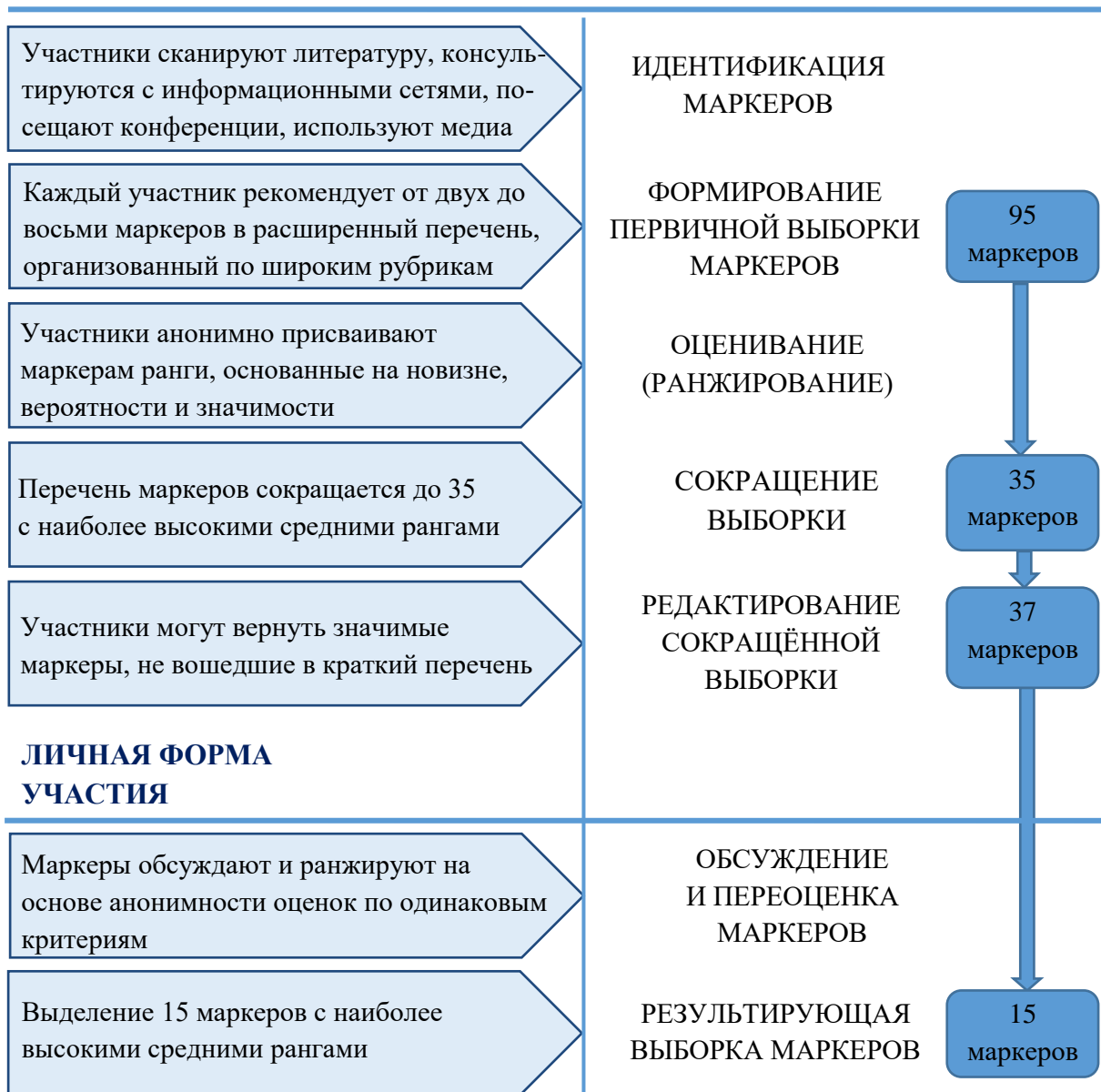


Рисунок 1 – Этапы сканирования горизонта, используемые для идентификации экомаркеров 2019 г.

Источник: (Sutherland, Broad, Butchart et al., 2018).

Сценарный анализ¹, или сценарное планирование, является более широким

¹ Разработан Германом Каном и другими сотрудниками корпорации «RAND» (Kahn, Weiner, 1967), широко использовался в военном и бизнес-планировании (Bradfield, Wright, Burt et al., 2005). В настоящее время определено более

методом представления альтернативных вариантов возможного будущего (Bengston, Kubik, Bishop, 2012). Данный метод особенно эффективен для прогнозирования

двух десятков подходов к разработке сценариев (Bishop, Hines, Collins, 2007).

событий типа «черного лебедя»¹ (англ. black swan-type), поскольку не ограничен историческими прецедентами. Вместо этого метод полагается на творческое мышление для разработки видения возможных вариантов развития будущего. Инструменты сценарного анализа направлены на развитие воображения, расширение ментальных границ и эвристику, чтобы учитывать риски с низкой вероятностью и преодолеть «слепое пятно» восприятия «неустановленных неизвестных» (Brotherton, 2015; UK Government Office for Science, 2012).

«Сценарий» характеризует «... plausible cause and effect links that connects a future condition with the present, while illustrating key decisions, events, and consequences throughout the narrative»² (Gordon, Glenn, 2009, с. 2) и является архетипическим продуктом исследований будущего (Bishop, Hines, Collins, 2007). Сценарное планирование может быть качественным (нарративные описания будущего), количественным (эмпирические модели и имитации) или сочетанием обоих подходов. Привлечение широкого круга участников позволяет охватывать социальные, политические и экономические аспекты проблемы. Наряду с универсальностью метода это делает сценарное планирование полезным инструментом для решения сложных экологических проблем (Cook, Inayatullah, Burgman et al., 2014).

Помимо крупномасштабных экологических проектов, упомянутых ранее, сценарный анализ широко применяется на локальном и региональном уровнях, в том числе при: планировании развития лесных сообществ Боливии и Вьетнама (Wollenberg, Edmunds, Buck, 2000; Evans, De Jong,

Cronkleton, Nghi, 2010); анализе социальной устойчивости общин Австралии, уязвимых к изменению климата (Gidley, Fien, Smith et al., 2009); оценке будущих экосистемных услуг в Северном Висконсине, США (Peterson et al. 2003).

Кроме трёх перечисленных методов форсайта, существует более 30 разновидностей методов³ изучения и осмысления фундаментальных неопределенностей, связанных с будущим развитием сложных адаптивных систем (Gordon, Glenn, 2009), в том числе: колесо фьючерсов (futures wheel), анализ перекрестных эффектов (crossimpact analysis), анализ технологической последовательности (technology sequence analysis), деревья релевантности (relevance trees) и т.д. Продолжают разрабатываться новые методы: причинно-следственный слоистый анализ (causal layered analysis) (Inayatullah, 2004), методы, связанные с использованием онлайн-социальных сетей (Cachia, Compañó, Da Costa, 2007).

Выводы. Заблаговременное предупреждение о потенциальных вызовах, связанных с экологическими последствиями индустриализации, позволяет действовать стратегически, максимизируя выгоды и минимизируя затраты и риски. Высокий уровень неопределённости причинно-следственных взаимосвязей в биосфере и долгосрочность проявления негативных последствий антропогенного вмешательства в функционирование экосистем обуславливают высокую приоритетность форсайта как аналитического метода, позволяющего обосновать управленческие решения и повысить гибкость и скорость реагирования на экологические вызовы.

Форсайт основан на методологическом плюрализме (Norgaard, 1989), и в целом его инструментарий объединяет широкий спектр инновационных, заимствован-

¹ Является неожиданным для эксперта, имеет значительные последствия, в ретроспективе обладает рациональным объяснением (как если бы событие было ожидаемым) (Taleb, 2007).

² «... правдоподобные причинно-следственные связи, которые связывают будущее состояние с настоящим, иллюстрируя ключевые решения, события и последствия на протяжении всего нарратива».

³ Подробно описаны в рамках проекта «Методология исследования фьючерсов – v.3.0» (англ. Millennium Project's «Futures Research Methodology – v.3.0»).

ных и адаптированных методов из других сфер исследования в зависимости от контекста. В экологической сфере наиболее распространены универсальные методы анализа, которые взаимно дополняют друг друга и прошли широкую апробацию в других направлениях деятельности (военной разведке, разработке государственной политики, стратегическом бизнес-планировании):

сканирование горизонта – ориентировано на сбор и систематизацию информации для определения потенциальных проблем широкого спектра (является традиционным аналитическим инструментом на первых этапах форсайт-исследований);

метод Делфи – структурирует экспертные оценки в течение нескольких раундов анализа, позволяя сформировать широкий диапазон уникальных мнений, аргументов и выводов о будущем развитии событий;

сценарный анализ – направлен на разработку нарративов, эмпирических и имитационных моделей, которые формируют диапазон альтернативных вариантов вероятного будущего, предназначенных для наращивания адаптивного потенциала, уменьшения рисков неопределённости и повышения устойчивости систем к изменениям. Преимуществом метода является эффективность прогнозирования событий типа «чёрного лебедя» и то, что он не ограничивается историческими прецедентами.

Помимо перечисленных, существует более 30 разновидностей методов изучения и осмысления фундаментальных неопределённостей, связанных с будущим развитием сложных адаптивных систем (колесо фьючерсов, анализ перекрестных эффектов, анализ технологической последовательности, деревья релевантности и т.д.) и продолжают разрабатываться новые, основанные на развитии цифровых технологий (больших данных, облачных технологий, сети Интернет, искусственного интеллекта).

Общим методологическим ограничением методов форсайта является субъективность экспертных оценок, что в некоторой степени нивелируется путём привлечения широкого круга участников и новыми возможностями цифровой экономики: удалённым круглосуточным доступом к обширным базам данных, средствам дистанционной коммуникации, вычислительному компьютерному оборудованию и программному обеспечению, «обучаемым» поисковым системам.

Среди недостатков экологического форсайта следует отметить слабую преемственность научных исследований и медленный прогресс на пути формирования общепринятых "долгих правил" его применения. Имеются в виду проблемы-стандартизации методик и введения форсайта в перечень приоритетных практик анализа, формирования баз данных, интеллектуального капитала, подготовки и сохранения квалифицированных кадров, обладающих практическим опытом работ в данной сфере.

Анализ структуры и динамики эко-маркеров 2010 и 2019 гг. показал, что помимо традиционных экологических вызовов, связанных с сверхдопустимым (выше экологически обусловленных лимитов) увеличением техногенной нагрузки, приоритетными и наиболее уязвимыми направлениями остаются изменение климата и его последствия¹, а также развитие отраслей смарт-промышленности². При этом главный акцент сместился с эко-маркеров «изменения климата» и «нарушения циклов круговорота веществ» на «генетическую и биоинженерию», а также примеры «развёр-

¹ Изменение климатических условий, структуры осадков, температурного режима мирового океана, глобального круговорота веществ, ареалов обитания видов, сокращение биоразнообразия.

² Преимущественно в области генного модифицирования сельскохозяйственных культур и их микробиомов, что вызывает трудно прогнозируемые и неконтролируемые мутации у диких видов природных экосистем.

тивания промышленной инфраструктуры», вовлекающие в техногенный оборот новые территории, акватории и виды природных ресурсов, т.е. увеличивающие глобальный экологический след, который уже превышает биологическую ёмкость планеты.

В целом обзор зарубежного и украинского опыта реализации форсайт-проектов в экологической сфере подтвердил, что данное направление исследований обладает длительной историей эволюции, сохраняет потенциал дальнейшего развития и особенно актуально в контексте глобального тренда к неоиндустриализации и дальнейшей цифровизации всех сфер экономической и общественной жизни, расширения доступа к базам данных, увеличения мощностей компьютерного оборудования и усложнения программного обеспечения, что существенно облегчает и повышает точность анализа и прогнозирования.

Литература

- Крюков С. (2010). Форсайт: от прогноза к формированию будущего. *Terra Economicus*. Т. 8. № 3. Ч. 2. С. 7-17.
- Перес К. (2011). Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания. Пер. с англ. Ф. Маевский. Москва: Дело. 231 с.
- Форсайт економіки України: середньостроковий (2015-2020 роки) і довгостроковий (2020-2030 роки) часові горизонти (2015). Наук. керів. акад. М. Згуровський. Київ: НТУУ «КПІ». 136 с.
- ЮНИДО (2013). Лимская декларация: Путь к достижению всеохватывающего и устойчивого промышленного развития. ЮНИДО. URL: https://www.unido.org/sites/default/files/2014-04/Lima_Declaration_RU_web_0.pdf (дата обращения: 17.05.2020).
- Bengston D., Kubik G, Bishop P. (2012). Strengthening environmental foresight: potential contributions of futures research. *Ecology and Society*. Vol. 17, Iss. 2. Art. 10. doi: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04794-170210>
- Bennett E., Peterson G., Levitt E. (2005). Looking to the future of ecosystem services. *Ecosystems*. No. 8: P. 125–132. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10021-004-0078-y>
- Bishop P, Hines A., Collins T. (2007). The current state of scenario development: an overview of techniques. *Foresight*. No. 9(1) P. 5-25. doi: <http://dx.doi.org/10.1108/14636680710727516>
- Bradfield R., Wright G., Burt G. et al. (2005). The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning. *Futures*. No. 37(8). P. 795-812. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.futures.2005.01.003>
- Brotherton R. (2015). The Brain Has a Blind Spot for 'Unknown Unknowns'. *Discover Magazine*. Kalmbach Publishing Company. URL: <http://blogs.discovermagazine.com/crux/2015/11/17/brain-unknowns/#.VmFaYISKFFK> (дата обращения: 4.12.2015).
- Cachia R., Compañó R., Da Costa O. (2007). Grasping the potential of online social networks for foresight. *Technological Forecasting & Social Change*. No. 74(8). P. 1179–1203. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2007.05.006>
- Carpenter S., Bennett E., Peterson G. (2006). Scenarios for ecosystem services: an overview. *Ecology and Society*. Vol. 11, No. 1. Art. 29.
- Carter T., Jones R., Lu X. et al. (2007). New assessment methods and the characterisation of future conditions. In Parry M., Canziani O., Palutikof J. et al. *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (P. 133–171). Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Cook C., Inayatullah S., Burgman M., Sutherland W., Wintle B. (2014). Strategic foresight: How planning for the unpredictable can improve environmental decision-making. *Trends in Ecology & Evolution*.

- No. 29 (9). P. 531-541. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2014.07.005>
- Cornish E. (2004). *Futuring: the exploration of the future*. World Future Society, Bethesda, Maryland, USA.
- Critcher C., Gladstone B. (1998). Utilizing the Delphi technique in policy discussion: a case study of a privatized utility in Britain. *Public Administration*. No. 76. P. 431-449. doi: <https://doi.org/10.1111/1467-9299.00110>
- Elgin D., MacMichael D., Schwartz P. (1975). *Alternative futures for environmental policy planning: 1975–2000*. EPA-540/9-75-027. Stanford Research Institute, Center for the Study of Social Policy for EPA, Office of Pesticide Programs, Strategic Studies Unit. Washington, D. C., USA.
- European Commission. (2015). *Foresight*. *European Commission*. URL: <http://ec.europa.eu/research/index.cfm?pg=foresight> (дата обращения: 19.11.2015).
- European Commission. (2016). *Science for Environment Policy. Future brief: Identifying emerging risks for environmental policies*. *European Commission*. URL: https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/emerging_environmental_risks_early_warnings_FB12_en.pdf (дата обращения: 16.05.2020).
- Evans K., De Jong W., Cronkleton P., Nghi T. (2010). Participatory methods for planning the future in forest communities. *Society and Natural Resources*. Vol. 23. Iss. 10. P. 604-619. doi: <https://doi.org/10.1080/08941920802713572>
- Gidley J., Fien J., Smith J. et al. (2009). Participatory futures methods: towards adaptability and resilience in climate-vulnerable communities. *Environmental Policy and Governance*. No. 19(6). P. 427-440. doi: <https://doi.org/10.1002/eet.524>
- Gordon T. (2007). Energy forecasts using a “roundless” approach to running a Delphi study. *Foresight*. No. 9(2). P. 27–35. doi: <https://doi.org/10.1108/14636680710737731>
- Gordon T., Glenn J. (2009). Environmental scanning. *Futures research methodology – version 3.0 (CD-ROM)*. *The Millennium Project*. Washington, D.C., USA.
- Gordon T., Helmer O. (1964). *Report on a long-range forecasting study*. RAND Corporation, Santa Monica, California, USA.
- Helmer O. (1983). *Looking forward: a guide to futures research*. Sage Publications, Beverly Hills, California, USA.
- Inayatullah S. (2004). *The causal layered analysis (CLA) reader: theory and case studies of an integrative and transformative methodology*. Tamkang University Press, Graduate Institute of Futures Studies, Tamsui, Taipei, Taiwan.
- Joint Research Centre Science Hub. (2015). *Foresight and Horizon scanning*. *European Commission*. URL: <https://ec.europa.eu/jrc/en/research/crosscutting-activities/foresight> (дата обращения: 18.11.2015).
- Kahn H., Weiner A. (1967). *The year 2000: a framework for speculation on the next thirty-three years*. MacMillan, New York, New York, USA.
- Kotler P., Keller K. (2008). *Marketing management*. Thirteenth edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.
- Kubik G. (2009). *Projected futures in competency development and applications: a Delphi study of the future of the wildlife biology profession*. Dissertation. University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota, USA.
- Leggett J., Pepper W., Swart R. (1992). Emission scenarios for the IPCC: an update. In IPCC, climate change 1992: the supplementary report to the IPCC Scientific Assessment. *Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Leigh A. (2003). Thinking ahead: Strategic foresight and government. *Australian Journal of Public Administration*. Vol. 62 Iss. 2. P. 3-10. doi: <https://doi.org/10.1111/1467-8497.00320>
- Leitch J., Leistriz F. (1984). Delphi analysis: a technique for identifying and ranking environmental and natural resource policy issues. *Environmental Professional*. Vol. 6. Iss. 1. P. 32-40.

- Linstone H., Turoff M. (1975). *The Delphi method: techniques and applications*. Addison Wesley Publishing, Reading, Massachusetts, USA.
- Morita T., Robinson J., Adegbulugbe A. et al. (2001). Greenhouse gas emission mitigation scenarios and implications (pp. 115–166). Climate change 2001: mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Moss R., Edmonds J., Hibbard K. et al. (2010). The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*. No. 463. P. 747-756. doi: <https://doi.org/10.1038/nature08823>
- Nakicenovic N., Alcamo J., Davis G. et al. (2000). Special report on emissions scenarios (SRES). A special report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Nakicenovic N., McGlade J., Ma S. et al. (2005). Lessons learned for scenario analysis. *Ecosystems and human well-being*. Vol. 2: scenarios. P. 449–467. Island Press, Washington, DC, USA.
- Norgaard R. (1989). The case for methodological pluralism. *Ecological Economics*. Vol. 1. Iss. 1. P. 37-57. doi: [https://doi.org/10.1016/0921-8009\(89\)90023-2](https://doi.org/10.1016/0921-8009(89)90023-2)
- Olson B. (2011). Environmental futures research at the U.S. *Environmental Protection Agency*. International Symposium on Society and Resource Management. Madison, Wisconsin, USA.
- Olson B., Street A. (2002). Foresight: the U.S. Environmental Protection Agency. Scenario and Strategy Planning. *Environmental Protection Agency*. Madison, Wisconsin, USA.
- Parson E., Burkett V., Fisher-Vanden K. et al. (2007). Global change scenarios: their development and use. Sub-report 2.1B of Synthesis and Assessment Product 2.1. *U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research*. Department of Energy, Office of Biological & Environmental Research. Washington, D.C., USA.
- Plummer R., Armitage D. (2007). Charting the new territory of adaptive co-management: a Delphi study. *Ecology and Society* Vol. 12. No. 2. Art. 10.
- Schwartz P. (1991). The art of the long view: planning for the future in an uncertain world. Currency Doubleday, New York. New York, USA.
- Shafer E., Moeller G., Getty R. (1974). Future leisure environments. *U.S. Forest Service*. Northeastern Forest Experiment Station, Upper Darby, Pennsylvania, USA.
- Sutherland W., Broad S., Butchart S. et al. (2018). A Horizon Scan of Emerging Issues for Global Conservation in 2019. *Trends in Ecology & Evolution*. Vol. 34. Iss. 1. P. 1-12. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2018.11.001>
- Sutherland W., Clout M., Côté I. et al. (2009). A horizon scan of global conservation issues for 2010. *Trends in Ecology and Evolution*. Vol. 25. Iss. 1. P. 1-7. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.10.003>
- Sutherland W., Woodroof H. (2009). The need for environmental horizon scanning. *Trends in Ecology & Evolution*. Vol. 24. Iss. 10. P. 523-527.
- Taleb N. (2007). *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*. The New York Times.
- TOM Agency. (2020). Global Footprint Network. *TOM Agency*. URL: <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/> (дата обращения: 17.05.2020).
- UK Government Office for Science, (2012). High impact low probability risks: Blackett review. *UK Government Office for Science*. URL: <https://www.gov.uk/government/collections/foresight-projects> (дата обращения: 18.11.2015).
- UK Government Office for Science, (2013). Foresight projects. *UK Government Office for Science*. URL: <https://www.gov.uk/>

government/collections/foresight-projects
(дата обращения: 18.11.2015).

United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). (1973). Working papers in alternative futures and environmental quality. *U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Washington Environmental Research Center, Environmental Studies Division*. Washington, D.C., USA.

United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). (1995). Beyond the horizon: using foresight to protect the environmental future. EPA-SAB-EC-95-007. *U.S. Environmental Protection Agency, Science Advisory Board, Environmental Futures Committee*. Washington, D.C., USA.

United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). (2002). The environmental future: emerging challenges and opportunities for EPA. EPA 100-R-02-001. Report from the National Advisory Council for Environmental Policy and Technology (NACEPT), *U.S. Environmental Protection Agency*. Washington, D.C., USA.

United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). (2007). Shaping our environmental future: foresight in the Office of Research and Development. *U.S. Environmental Protection Agency, Office of Science Policy, Office of Research and Development*. Washington, D.C., USA.

Wollenberg E., Edmunds D., Buck L. (2000). Using scenarios to make decisions about the future: anticipatory learning for the adaptive co-management of community forests. *Landscape and Urban Planning*. Vol. 47. Iss. 1-2. P. 65-77. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046\(99\)00071-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046(99)00071-7)

References

Kryukov, S. (2010). Foresight: from forecast to shaping the future. *Terra Economicus*, 8(3), Pt. 2, pp. 7-17 [in Russian].

Perez, C. (2011). *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of*

Bubbles and Golden Ages. (F. Maevskii. Trans.). Moskow: Delo [in Russian].

Foresight of Ukrainian economy in the medium (2015–2020) and long term (2020–2030) time horizons (2015). In M. Zgurovsky (Ed.). Kyiv: National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute” [in Ukrainian].

UNIDO (2013). Lima Declaration: Towards inclusive and sustainable industrial development. *UNIDO*. Retrieved from https://www.unido.org/sites/default/files/2014-04/Lima_Declaration_RU_web_0.pdf [in Russian].

Bengston, D., Kubik, G., & Bishop, P. (2012). Strengthening environmental foresight: potential contributions of futures research. *Ecology and Society*, 17(2), Art. 10. doi: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04794-170210>

Bennett, E., Peterson, G., & Levitt, E. (2005). Looking to the future of ecosystem services. *Ecosystems*, 8, pp. 125–132. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10021-004-0078-y>

Bishop, P., Hines, A., & Collins, T. (2007). The current state of scenario development: an overview of techniques. *Foresight*, 9(1), pp. 5-25. doi: <http://dx.doi.org/10.1108/14636680710727516>

Bradfield, R., Wright, G., Burt, G. et al. (2005). The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning. *Futures*, 37(8), pp. 795-812. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.futures.2005.01.003>

Brotherton, R. (2015). The Brain Has a Blind Spot for 'Unknown Unknowns'. *Discover Magazine*. Kalmbach Publishing Company. Retrieved from <http://blogs.discovermagazine.com/crux/2015/11/17/brain-unknowns/#.VmFaYISKFFK>

Cachia, R., Compañó, R., & Da Costa, O. (2007). Grasping the potential of online social networks for foresight. *Technological Forecasting & Social Change*, 74(8), pp. 1179–1203. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2007.05.006>

- Carpenter, S., Bennett, E., & Peterson, G. (2006). Scenarios for ecosystem services: an overview. *Ecology and Society*, 11(1), Art. 29.
- Carter, T., Jones, R., Lu, X. et al. (2007). New assessment methods and the characterisation of future conditions. In Parry, M., Canziani, O., Palutikof, J. et al. *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 133-171). Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Cook, C., Inayatullah, S., Burgman, M., Sutherland, W., & Wintle, B. (2014). Strategic foresight: How planning for the unpredictable can improve environmental decision-making. *Trends in Ecology & Evolution*, 29 (9), pp. 531-541. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2014.07.005>
- Cornish, E. (2004). *Futuring: the exploration of the future*. World Future Society, Bethesda, Maryland, USA.
- Critcher, C. & Gladstone, B. (1998). Utilizing the Delphi technique in policy discussion: a case study of a privatized utility in Britain. *Public Administration*, 76, pp. 431-449. doi: <https://doi.org/10.1111/1467-9299.00110>
- Elgin, D., MacMichael, D., & Schwartz, P. (1975). Alternative futures for environmental policy planning: 1975–2000. EPA-540/9-75-027. *Stanford Research Institute, Center for the Study of Social Policy for EPA, Office of Pesticide Programs, Strategic Studies Unit*. Washington, D. C., USA.
- European Commission. (2015). Foresight. *European Commission*. Retrieved from <http://ec.europa.eu/research/index.cfm?pg=foresight>.
- European Commission. (2016). Science for Environment Policy. Future brief: Identifying emerging risks for environmental policies. *European Commission*. Retrieved from https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/emerging_environmental_risks_early_warnings_FB12_en.pdf.
- Evans, K., De Jong, W., Cronkleton, P., & Nghi, T. (2010). Participatory methods for planning the future in forest communities. *Society and Natural Resources*, 23(10), pp. 604-619. doi: <https://doi.org/10.1080/08941920802713572>
- Gidley, J., Fien, J., Smith, J. et al. (2009). Participatory futures methods: towards adaptability and resilience in climate-vulnerable communities. *Environmental Policy and Governance*, 19(6), pp. 427-440. doi: <https://doi.org/10.1002/eet.524>
- Gordon, T. (2007). Energy forecasts using a “roundless” approach to running a Delphi study. *Foresight*, 9(2), pp. 27–35. doi: <https://doi.org/10.1108/14636680710737731>
- Gordon, T., & Glenn, J. (2009). Environmental scanning. Futures research methodology – version 3.0 (CD-ROM). *The Millennium Project*. Washington, D.C., USA.
- Gordon, T. & Helmer, O. (1964). *Report on a long-range forecasting study*. RAND Corporation, Santa Monica, California, USA.
- Helmer, O. (1983). *Looking forward: a guide to futures research*. Sage Publications, Beverly Hills, California, USA.
- Inayatullah, S. (2004). *The causal layered analysis (CLA) reader: theory and case studies of an integrative and transformative methodology*. Tamkang University Press, Graduate Institute of Futures Studies, Tamsui, Taipei, Taiwan.
- Joint Research Centre Science Hub. (2015). Foresight and Horizon scanning. *European Commission*. Retrieved from <https://ec.europa.eu/jrc/en/research/crosscutting-activities/foresight>
- Kahn, H., & Weiner, A. (1967). *The year 2000: a framework for speculation on the next thirty-three years*. MacMillan, New York, New York, USA.
- Kotler, P., & Keller, K. (2008). *Marketing management*. Thirteenth edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.

- Kubik, G. (2009). *Projected futures in competency development and applications: a Delphi study of the future of the wildlife biology profession*. Dissertation. University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota, USA.
- Leggett, J., Pepper, W., & Swart, R. (1992). Emission scenarios for the IPCC: an update. In IPCC, climate change 1992: the supplementary report to the IPCC Scientific Assessment. *Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Leigh, A. (2003). Thinking ahead: Strategic foresight and government. *Australian Journal of Public Administration*, 62 (2), pp. 3-10. doi: <https://doi.org/10.1111/1467-8497.00320>
- Leitch, J., & Leistriz, F. (1984). Delphi analysis: a technique for identifying and ranking environmental and natural resource policy issues. *Environmental Professional*, 6 (1), pp. 32-40.
- Linstone, H., & Turoff, M. (1975). *The Delphi method: techniques and applications*. Addison Wesley Publishing, Reading, Massachusetts, USA.
- Morita T., Robinson J., & Adegbulugbe A. et al. (2001). Greenhouse gas emission mitigation scenarios and implications. *Climate change 2001: mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 115–166). *Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Moss, R., Edmonds, J., Hibbard, K. et al. (2010). The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, 463, pp. 747-756. doi: <https://doi.org/10.1038/nature08823>
- Nakicenovic, N., Alcamo, J., Davis, G. et al. (2000). Special report on emissions scenarios (SRES). *A special report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. *Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Nakicenovic, N., McGlade, J., Ma, S. et al. (2005). Lessons learned for scenario analysis. *Ecosystems and human well-being*. Vol. 2: scenarios (pp. 449–467). Island Press, Washington, DC, USA.
- Norgaard, R. (1989). The case for methodological pluralism. *Ecological Economics*, 1(1), pp. 37–57. doi: [https://doi.org/10.1016/0921-8009\(89\)90023-2](https://doi.org/10.1016/0921-8009(89)90023-2)
- Olson, B. (2011). Environmental futures research at the U.S. *Environmental Protection Agency*. International Symposium on Society and Resource Management. Madison, Wisconsin, USA.
- Olson, B., & Street, A. (2002). Foresight: the U.S. Environmental Protection Agency. Scenario and Strategy Planning. *Environmental Protection Agency*. Madison, Wisconsin, USA.
- Parson, E., Burkett, V., Fisher-Vanden, K. et al. (2007). Global change scenarios: their development and use. Sub-report 2.1B of Synthesis and Assessment Product 2.1. *U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research*. Department of Energy, Office of Biological & Environmental Research. Washington, D.C., USA.
- Plummer, R. & Armitage, D. (2007). Charting the new territory of adaptive co-management: a Delphi study. *Ecology and Society*, 12(2), Art. 10.
- Schwartz, P. (1991). *The art of the long view: planning for the future in an uncertain world*. Currency Doubleday, New York. New York, USA.
- Shafer, E., Moeller, G., & Getty, R. (1974). Future leisure environments. *U.S. Forest Service*. Northeastern Forest Experiment Station, Upper Darby, Pennsylvania, USA.
- Sutherland, W., Broad, S., Butchart, S. et al. (2018). A Horizon Scan of Emerging Issues for Global Conservation in 2019. *Trends in Ecology & Evolution*. 34(1). pp. 1-12. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2018.11.001>
- Sutherland, W., Clout, M., Côté, I. et al. (2009). A horizon scan of global conservation issues for 2010. *Trends in Ecology*

- and Evolution*, 25(1), pp. 1-7. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.10.003>
- Sutherland, W., & Woodroof, H. (2009). The need for environmental horizon scanning. *Trends in Ecology & Evolution*, 24(10), pp. 523-527.
- Taleb, N. (2007). *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*. The New York Times.
- TOM Agency. (2020). Global Footprint Network. *TOM Agency*. Retrieved from <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/>
- UK Government Office for Science (2012). High impact low probability risks: Blackett review. *UK Government Office for Science*. URL: <https://www.gov.uk/government/collections/foresight-projects>
- UK Government Office for Science (2013). Foresight projects. *UK Government Office for Science*. Retrieved from <https://www.gov.uk/government/collections/foresight-projects>
- United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA) (1973). Working papers in alternative futures and environmental quality. *U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Washington Environmental Research Center, Environmental Studies Division*. Washington, D.C., USA.
- United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA) (1995). Beyond the horizon: using foresight to protect the environmental future. EPA-SAB-EC-95-007. *U.S. Environmental Protection Agency, Science Advisory Board, Environmental Futures Committee*. Washington, D.C., USA.
- United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA) (2002). The environmental future: emerging challenges and opportunities for EPA. EPA 100-R-02-001. Report from the National Advisory Council for Environmental Policy and Technology (NACEPT), *U.S. Environmental Protection Agency*. Washington, D.C., USA.
- United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA) (2007). Shaping our environmental future: foresight in the Office of Research and Development. *U.S. Environmental Protection Agency, Office of Science Policy, Office of Research and Development*. Washington, D.C., USA.
- Wollenberg E., Edmunds D., Buck L. (2000). *Using scenarios to make decisions about the future: anticipatory learning for the adaptive co-management of community forests*. *Landscape and Urban Planning*, 47(1-2), pp. 65-77. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046\(99\)00071-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046(99)00071-7)

Марія Юріївна Заніздра,

канд. екон. наук

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

E-mail: marin2015zzz@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3528-0212>

МЕТОДИ І ПРАКТИКА ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ФОРСАЙТУ: АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

Нова індустріалізація та цифровізація світової економіки, високий рівень невизначеності та складності причинно-наслідкових зв'язків у біосфері зумовлюють значний часовий лаг прояву негативних наслідків антропогенного втручання у функціонування екосистем. Використання еко-форсайта як методу завчасного визначення потенційних викликів і ризиків, пов'язаних з екологічними наслідками економічного зростання, дозволяє підвищити гнучкість і швидкість антикризового реагування, обґрунтованість й ефективність національної стратегії розвитку.

У зв'язку з цим важливо проаналізувати існуючий досвід у сфері екологічного форсайту, визначення найбільш поширених підходів і методів, їх сильних та слабких сторін, а також набуття виразного та об'єктивного уявлення про сучасні пріоритети й екологічні маркери на глобальному і національному рівнях.

Наведено аналітичний огляд окремих довгострокових і великомасштабних проєктів здійснення екологічного форсайту за кордоном, у тому числі в рамках стратегічних досліджень Агентства з охорони навколишнього середовища США, аналітичних доповідей Міжурядової групи експертів зі зміни клімату, а також проєкту «Оцінки екосистем на межі тисячоліття». Висвітлено результати сканування горизонту глобальних екологічних викликів 2010 і 2019 рр. Окремо розглянуто підхід до оцінювання «екологічного виміру» сталого розвитку в рамках форсайту майбутньої економіки України (на основі методу Делфі та SWOT-аналізу кластерів української економіки, що є перспективними з точки зору розвитку конкурентного потенціалу).

Встановлено, що, незважаючи на великий інструментарій форсайту (до 30 різновидів), найбільш універсальними і часто використовуваними, у тому числі в екологічній сфері, є методи сканування горизонту, метод Делфі та сценарний аналіз. Ці методи є широко відомими й успішно апробовані в таких сферах діяльності, як військова розвідка, розробка державної політики, стратегічне бізнес-планування, і продовжують удосконалюватися та розвиватися. Їх загальним методологічним обмеженням є суб'єктивність експертних оцінок, що певною мірою компенсується шляхом залучення широкого кола фахівців і новими можливостями цифрової економіки: доступом до онлайн-бібліотек, статистичних баз даних, вебсайтів національних і міжнародних організацій, засобів дистанційної комунікації, здатних «навчатися» пошукових систем у мережі Інтернет.

Ключові слова: екологічний форсайт, сканування горизонту, екологічний виклик, метод Делфі, сценарний аналіз.

JEL: O14, O44, Q57

Mariia Yu. Zanizdra,

PhD in Economics

Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine,
2 Maria Kapnist Street, Kyiv, 03057, Ukraine

E-mail: marin2015zzz@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3528-0212>

METHODS AND PRACTICE OF APPLYING ENVIRONMENTAL FORESIGHT: ANALYTICAL REVIEW

The new industrialization and digitalization of the world economy, the high level of uncertainty and complexity of cause-and-effect biosphere relationships define a significant time lag in emergence of negative consequences, caused by anthropogenic interference in ecosystems. Environmental foresight as a method of early identification of potential challenges and risks, associated with the environmental issues of economic growth, allows to increase the flexibility and speed of anti-crisis response, the national development strategy's validity and effectiveness.

Therefore, the analysis of the accumulated experience of environmental foresight practice, the identification of the most common approaches and methods, revealing their strengths and weaknesses, a clear and objective view of current priorities and environmental markers at the global and national level are of particular importance.

The paper provides an overview of individual long-term and large-scale projects of environmental foresight in a number of foreign countries. These include: strategic studies by the United States Environmental Protection Agency, analytical reports by the Intergovernmental Panel on

Climate Change, and the Millennium Ecosystem Assessment. The horizon scanning results of global environmental challenges in 2010 and 2019 were presented.

An approach to assessing the "environmental dimension" of sustainable development in the Foresight of Ukrainian economy framework was considered. The promising economic clusters foresight was based on the Delphi method and SWOT analysis of the Ukrainian economy in terms of developing its competitive potential.

The review showed that, despite the extensive foresight tools (up to 30 varieties), the most universal and frequently used, including in the environmental sphere, are methods of horizon scanning, the Delphi method and scenario analysis. These methods are widely known, have been successfully tested in such areas as military intelligence, public policy development, strategic business planning, and continue to improve and evolve.

Their general methodological limitation is the subjectivity of expert assessments. However, this to some extent compensates through attracting a wide range of specialists and new opportunities, provided by the digital economy. These include free access to online libraries, statistical databases, websites of national and international organizations, remote communication tools, and "trainable" search engines on the Internet.

Keywords: environmental foresight, horizon scanning, environmental challenge, Delphi method, scenario analysis.

JEL: O14, O44, Q57

Формат цитирования:

Заниздра М. Ю. (2020). Методы и практика применения экологического форсайта: аналитический обзор. *Економіка промисловості*. № 2 (90). С. 93-115. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2020.02.093>

Zanizdra, M. (2020). Methods and practice of applying environmental foresight: analytical review. *Econ. promisl.*, 2 (90), pp. 93-115. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2020.02.093>

Представлена в редакцию 20.03.2020 г.