

С. В. Кричевский

Эволюция технологий и технологических укладов в парадигме «зеленого» развития и глобального будущего¹

Рассмотрены методологические и практические аспекты эволюции технологий и технологических укладов в парадигме «зеленого» развития и глобального будущего. Даны ключевые понятия. Сделана общая постановка проблемы анализа эволюции технологий, изложен новый подход к анализу. Предложены: технология управления эволюцией технологий через управление спектром технологий; новый подход к анализу и оценке экологичности технологий; новая трактовка технологических укладов с учетом взаимодействия с окружающей средой. Разработана новая модель эволюции технологий и технологических укладов, представляющая процесс ускоренного роста общего количества технологий, 1-й – 7-й технологические уклады как восходящие ступени, нелинейный переход к перспективному 7-му «зеленому» технологическому укладу с глубоким «зеленым» переформатированием всего интегрального технологического уклада, которые «вписаны» в гиперболическую кривую Панова–Снукса, отражающую ускорение эволюционного процесса на Земле с прогнозом сингулярности ~ в 2045 г. Показаны «досингулярный» и «постсингулярный» варианты перехода и глобального будущего.

Ключевые слова: глобальное будущее, «зеленое» развитие, модель, окружающая среда, спектр, техника, технология, технологический уклад, устойчивое развитие, эволюция технологий, экологизация.

Введение

В наше время все более актуальными становятся экологические аспекты, проблемы экологической безопасности, экологизации, «озеленения» технологий, техники и деятельности для устойчивого развития общества. Это относится и к конкретным технологическим сферам деятельности как к социотехноприродным системам, например, к сфере аэрокосмической деятельности на национальном и мировом уровнях [1; 2].

Под **экологическими аспектами** подразумеваются различные аспекты взаимодействия человека, общества, техники с окружающей средой. Экологические аспекты технологий, техники и деятельности, охватывающие комплекс отношений человека и общества с окружающей средой, представляют особый интерес для выхода из глобального кризиса и

перехода к «зеленому» устойчивому развитию и будущему в XXI в. [3–6].

Общая модель экологических аспектов технологий, техники и деятельности охватывает в единой системе следующие основные блоки: 1) экологические подходы, концепции, парадигмы, теории; «правила игры» (законодательство, нормативы, стандарты и т. п.); 2) технологии; 3) техника; 4) отрасли, сектора экономики; 5) сферы технологической деятельности (как социотехноприродные системы); 6) технологические уклады; 7) общество; 8) окружающая среда; 9) критерии, показатели, индикаторы, характеристики, оценки экологичности; 10) технологическая платформа экологического развития; 11) экологические проблемы и важные события, позитивные и негативные воздействия и последствия научно-технического развития, технической деятельности в социотехноприродных системах, в биосфере Земли и т. п.

«Зеленое» развитие – это развитие общества в балансе с окружающей средой через переход от «коричневой» экономики к новой «зеленой» экономике [3; 4].

«Зеленые» технологии – это технологии, позволяющие достигать цели деятельности

¹ В статье отражены результаты исследований, выполненных автором в 2014–2015 гг. в Институте истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН (Россия, Москва) по плану НИР «Концепция и методика анализа экологических аспектов новейшей истории техники, технологий, технологических укладов в парадигме «зеленого» развития» на 2014–2016 гг. (гос. регистрационный № 01201451117).

при минимуме потребления ресурсов и минимуме загрязнения окружающей среды. Они имеют экологическую миссию – экологизацию техники и деятельности, а также являются мощными катализаторами перехода к новому технологическому укладу, трансформации технологических сфер деятельности, экономики и общества.

«Зеленая» техника в идеале должна использовать на полном жизненном цикле только «зеленые» технологии.

Глобальное будущее – это «продукт» глобальной (универсальной) эволюции, объект Универсальной («Большой») истории и футурологии [7–9].

Кратко рассмотрим основные методологические и практические аспекты эволюции технологий в парадигме «зеленого» развития и глобального будущего, в том числе в контексте общей теории технологий [10], включая новые подходы к анализу и новую модель эволюции технологий и технологических укладов.

1. Технологии и социотехноприродная реальность в современной научной картине мира

Современная наука и научная картина мира представляются в виде трех взаимосвязанных блоков: 1) естествознание; 2) гуманитарные (социально-гуманитарные) науки; 3) технические науки. Как совокупность научных знаний они отражают сложную и эволюционирующую мега-систему «Реальность», состоящую из 3-х подсистем: 1) «Природа»; 2) «Социум»; 3) «Техника».

Реальность можно представить как социотехноприродную систему. В течение XX–XXI вв. на лидирующие позиции выходят технические науки и знания, которые отражают сущность нашей техногенной земной цивилизации, закономерности эволюции техники и технологий. При этом науки и знания о технологиях, технике и техносфере, их сущности и закономерностях значительно отстают от темпов эволюции технической реальности и социотехноприродной системы земной цивилизации. В парадигме глобального будущего это проявляется в параметрах и темпах нарастания глобального кризиса, выходе данного процесса из-под контроля и в приближении человечества к точке сингулярности, которая может наступить ~ в 2045 г. (так называемая «Проблема – 2045») [7; 8].

Важное значение для науки и практики имеет стратегия перехода к устойчивому развитию. Однако в России и мире существует коллизия 2-х подходов к устойчивому развитию: 1) подход в парадигме устойчивого экономического роста и развития («экономический» подход); 2) подход в социотехноприродной парадигме устойчивого развития (развитие в балансе с окружающей средой, сохранение биосферы Земли и создание ноосферы [9]). В XXI в. появилась новая парадигма устойчивого развития – «зеленое» развитие как синтез социо-эколого-экономических подходов, которые реализуются в мире под эгидой ООН как переход к «зеленой» экономике и «зеленому» росту [3].

2. Общая постановка проблемы анализа процесса эволюции технологий

Анализ процесса эволюции технологий предполагает поиск ответа на два ключевых вопроса: 1. Можно ли и как адекватно описать процесс эволюции технологий, техники, технологических укладов во взаимодействии с окружающей средой? 2. Можно ли управлять процессом эволюции технологий, техники, технологических укладов, техносферы в балансе с окружающей средой и как это сделать?

Ученые, занимающиеся исследованиями технологий, сталкиваются со многими методологическими и практическими проблемами, такими как: отсутствие общей теории технологий; чрезвычайная сложность и трудоемкость анализа и инвентаризации технологий; отсутствие данных об общем количестве технологий и динамике роста их количества (*по оценке автора, в современном мире насчитывается несколько десятков миллионов промышленных технологий*); отсутствие единой системы классификаций и баз данных по технологиям; неполнота и противоречивость отраслевых баз данных и стандартов по технологиям; наличие перечней, справочных данных о наилучших доступных технологиях не по всем отраслям.

Новый междисциплинарный концептуальный подход к анализу процесса эволюции технологий, техники, технологических укладов, к прогнозированию развития и экологизации техники и технологий, уровня экобезопасности и управлению ими с учетом экологических аспектов включает разработанные автором в 1999–2013 гг. методические подхо-

ды: к исследованию экологической истории техники; к междисциплинарному анализу техники и технологических сфер деятельности (как социотехноприродных систем) на примере сферы аэрокосмической деятельности; к периодизации процесса экологизации технологий, техники и деятельности; к оценке экологичности технологий, техники, отраслей, технологических укладов [1; 2; 5; 6].

Выделим 3 основных и взаимосвязанных этапа экологизации технологий, техники и деятельности в экологической истории техники:

1-й – обеспечение целевой эффективности и безопасности техники и деятельности при взаимодействии с окружающей средой;

2-й – обеспечение безопасности персонала (рабочие места, условия труда, эргономика и др.) при взаимодействии с окружающей средой;

3-й – минимизация потребления природных ресурсов и загрязнения окружающей среды на полном жизненном цикле техники и деятельности, обеспечение, сохранение, восстановление качества окружающей среды для обеспечения безопасности и качества жизни людей (см. [5; 6]).

Далее сведем их в 2 макропериода экологической истории техники:

I. «Дозэкологический» – охватывает 1-й (начало – середина XX в.) и 2-й (вторая половина XX в.) этапы.

II. Экологический (целенаправленная экологизация) – охватывает 3-й этап (конец XX в. – начало XXI в. и далее).

3. Концепция нового подхода к анализу процесса эволюции технологий

Кратко изложим концепцию нового подхода в виде 8-ми тезисов:

1. Эволюцию технологий, техники, технологических укладов, техносферы можно формализовать в виде модели, основанной на анализе элементарных технологий.

2. Конкретный технический объект в «статике» (его конструкция) – это иерархическое множество элементарных технологий, реализованных и материализованных в нем.

3. Технический объект в «динамике» функционирует, используя множество элементарных технологий деятельности.

4. Всю технику, техническую реальность, техносферу можно описать множеством технологий, используемых на полном жизненном цикле для всей совокупности техниче-

ских объектов (от разработки, производства до ликвидации и утилизации).

5. «Разложение» технического объекта на элементарные технологии – ключевая задача анализа.

6. Обратная задача – синтез технического объекта из элементарных технологий.

7. Исследование элементарных технологий и сложных структур технических объектов позволяет: выявить «генетический код» техники; провести «спектральный анализ» техники; определить: спектр технологий и его динамику; универсальные технологии; кластеры технологий; техноценозы [11]; закономерности техноэволюции, технологические уклады, волны, циклы и т. д. [12–14]; создать единую модель техносферы (систему классификаций и баз данных) для описания и управления развитием (коррекции развития); использовать полученные результаты для социо-эколого-экономической оценки технологий, техники, технологических укладов и управления процессом их эволюции.

8. Управление процессом эволюции технологий, техники, технологических укладов можно организовать через управление спектром технологий.

4. Технология управления эволюцией технологий: переход к «зеленому» развитию через управление спектром технологий

Для устойчивого развития необходимо иметь и реализовывать адекватную модель и концепцию управления. Именно технологическая трансформация призвана сыграть ключевую роль в переходе к устойчивому развитию в новой «зеленой» парадигме развития, которая направлена на достижение баланса с окружающей средой и охватывает в единстве социо-эколого-экономические аспекты [3; 4]. Для перехода от «коричневого» к новому «зеленому» технологическому укладу необходим массовый переход к «зеленым» технологиям и «зеленой» технике. Более подробный анализ существующего технологического уклада, наилучших доступных технологий, «зеленых» технологий и практики сделан автором в [10, с. 125–128].

Предлагается новый методический подход к анализу и оценке экологичности техники, технологий, отраслей, технологических укладов, основанный на: 1) новой (эко-) трактовке технологических укладов с учетом взаимодействия с окружающей средой; 2) новой

классификации экологичности технологий в виде 4-х классов, охватывающих весь спектр технологий: «белые» (А); «зеленые» (В); «коричневые» (С); «черные» (D); 3) новой модели оценки экологичности технологий, техники в пространстве: «потребление, воспроизводство ресурсов – загрязнение, разрушение, очистка, восстановление окружающей среды». Данный подход был применен для анализа космической техники и технологий [6; 10; 15; 16].

Управление процессом экологизации техники и технологий, уровнем экобезопасности и системным переходом к «зеленому» устойчивому развитию (на уровне отраслей экономики, технологий, социотехноприродной системы, страны и т. п.) целесообразно осуществлять *через управление спектром применяемых технологий*, причем, одновременно по 4-м аспектам («правилам»): 1) запрещение «черных» технологий; 2) ограничение «коричневых» технологий; 3) стимулирование активного внедрения «зеленых» технологий; 4) разработка принципиально новых «белых» технологий.

По существу это и есть *технология управления эволюцией технологий*. Предложенный методический подход универсален и применим для анализа всех видов технологий, техники, отраслей, технологических укладов.

5. Новое понимание технологического уклада и новая модель эволюции технологий и технологических укладов

Предложим новый взгляд на технологические уклады, их новую трактовку и интерпретацию. *Под технологическим укладом будем понимать доминирующий экологический режим взаимодействия общества с окружающей средой, который определяется совокупностью технологий, преобладающих в конкретный период*. По сути, речь идет об эколого-технологических укладах.

В отличие от предлагаемого нового подхода, традиционный подход к технологическим укладам [13; 17] не позволяет оценить экологичность технологических укладов (с 1-го по 6-й), поскольку он основан на анализе ключевых факторов и совокупности технологий как инноваций, определяющих уровень производства в социально-экономических системах, и не учитывает важные аспекты взаимодействия с окружающей средой.

В реальности же имеет место многоукладность – существование сложного спектра технологий и технологических укладов, сосуществование нескольких технологических укладов, но в разных пропорциях, причем в формате социотехноприродной системы, во взаимодействии с окружающей средой. При этом новый 6-й технологический уклад (основанный на нано-, био- и других новейших технологиях) – это лишь «верхушка айсберга», правая верхняя часть современной многоукладной «пирамиды» (см. ниже рисунок, разработанный автором) – сложного спектра реального интегрального технологического уклада, который охватывает все предыдущие технологические уклады, участвующие в процессе технической деятельности и развития общества.

Необходимо переосмысление сущности *технологий как «способов достижения целей*, поставленных обществом, в том числе таких, которые никто, приступая к делу, не имел в виду» [18, с. 23], и технологических укладов с учетом аспектов взаимодействия с окружающей средой, эволюции технологий, техники и окружающей среды. Не стоит заикливаться только на инновациях (даже на новейших конвергентных нано-био-инфо-когни-социо-технологиях (НБИКС-технологиях) [7]), необходимо учитывать взаимодействие технологий и техники с окружающей средой, всю совокупность отношений в социотехноприродных системах. Целесообразно анализировать и оценивать полный спектр технологий, технологических волн (*поднимается принципиально новая – «зеленая» – технологическая волна*) и технологических укладов (вплоть до «зеленого» технологического уклада), применяя критерии экологичности, в т. ч. интегральный социо-эколого-экономический критерий.

Вслед за 6-м технологическим укладом, который подвергается все большей критике как экологически и социально опасный, в последние годы рядом авторов предлагается переход к 7-му технологическому укладу как к «социо-гуманитарному» (В. Е. Лепский, см. [7, с. 67–81]) или «перспективно-му» (В. В. Иванов, см. [19]).

По нашему мнению (см. публикации автора с 2013 г. [15; 16]), перспективный 7-й технологический уклад должен стать «зеленым», причем таким, который не бу-

дет красивой «зеленой» надстройкой, а преобразует – «озеленит» – весь интегральный технологический уклад и позволит реализовать управляемый переход к устойчивому «зеленому» развитию.

Предлагается новая *модель эволюции технологий и технологических укладов в парадигме глобального будущего и «зеленого» развития*, показанная на рисунке. В этой модели представлен процесс роста общего количества промышленных технологий (и дана оценка их количества²), смены технологических укладов (ТУ), включая переход к перспективному 7-му «зеленому» ТУ, которые «вписаны» в ускоряющийся эволюционный процесс, изображенный адаптированным вариантом известной гиперболической кривой Панова–Снукса, показывающей переход к сингулярности (вертикальному участку кривой с бесконечной скоростью эволюции), что приведет в точке сингулярности к глобальной катастрофе нашей цивилизации или к революционному переходу ее в принципиально иное состояние ~ в 2045 г. (прогноз по расчетам Р. Курцвейла) [7, с. 254; 8, с. 88–94; 20]. Речь идет о так называемой «Проблеме – 2045», которую необходимо решить для обеспечения безопасности и развития человечества, для чего предстоит осуществить сложный переход к адекватному новому технологическому укладу при остром дефиците времени и ресурсов. Показаны 2 возможных варианта перехода и глобального будущего: 1) оптимистический вариант «досингулярного» перехода и будущего с глубоким «зеленым» переформатированием всего интегрального технологического уклада; 2) катастрофический (спорный и противоречивый) вариант «постсингулярного» перехода и будущего.

² Автором дана приблизительная оценка общего количества промышленных технологий в динамике, в 2015 г. их количество ~10⁷–10⁸ (см. рис.). Условно принято, что от 1-го до 5-го ТУ общее количество технологий в каждом ТУ увеличивалось на порядок, а в последующих ТУ растет нелинейно. Сложный вопрос оценки количества технологий остается открытым в методологическом плане: какие технологии и как учитывать (только промышленные технологии или всю иерархию технологий – от «элементарных» до «макро»- и «мега»- технологий), как соотносить количество технологий с количеством видов и объектов техники и т. д. Например, Б. И. Кудрин, основываясь на количестве видов живых организмов в природе ~10⁸, оценивает предельное общее количество технических видов в 10¹⁶, после достижения которого последует крах нашей цивилизации и переход ее в новую технотронную цивилизацию [11].

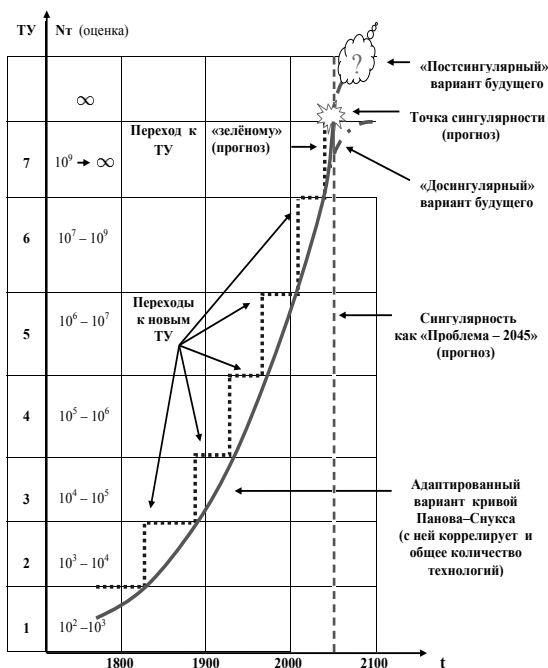


Рисунок. Модель эволюции технологий и технологических укладов в парадигме глобального будущего и «зеленого» развития (Кричевский С. В., 2015)

Показаны: ускоренный рост общего количества промышленных технологий Nt (оценка), 1-й – 7-й технологические уклады (ТУ), нелинейный переход к «зеленому» ТУ с глубоким «зеленым» переформатированием всего интегрального технологического уклада (прогноз), «вписанные» в адаптированный вариант гиперболической кривой Панова–Снукса (она изображает ускорение эволюционного процесса на Земле и сингулярность, прогнозируемую ~ в 2045 г., – так называемую «Проблему – 2045» [7; 8; 20]), возможные варианты «досингулярного» и «постсингулярного» перехода и глобального будущего.

Заключение

Рассмотрены методологические и практические аспекты эволюции технологий и технологических укладов. Сделана общая постановка проблемы анализа процесса эволюции технологий, изложен новый подход к анализу.

Предложены: технология управления эволюцией технологий через управление спектром технологий; новый подход к анализу

и оценке экологичности технологий; новая трактовка технологических укладов с учетом взаимодействия с окружающей средой.

Разработана новая модель эволюции технологий и технологических укладов в парадигме глобального будущего и «зеленого» развития, представляющая рост общего количества технологий, технологические уклады как восходящие ступени интегрального технологического уклада, нелинейный переход к «зеленому» технологическому укладу, которые «вписаны» в гиперболическую кривую Панова–Снукса, отражающую ускорение эволюционного процесса на Земле с прогнозируемой сингулярностью \sim в 2045 г.

Показаны «досингулярный» и «постсингулярный» варианты перехода и глобального будущего.

Перспективный 7-й технологический уклад должен стать «зеленым» укладом и реализовать управляемый социо-эколого-экономический переход к устойчивому «зеленому» развитию. Представляется, что такой «досингулярный» переход — при условии глубокого «зеленого» переформатирования всего интегрального технологического уклада — позволит отложить и предотвратить глобальную катастрофу, даст шанс на реализацию оптимистического сценария глобального «зеленого» будущего.

1. Кричевский С. В. Технологические сферы деятельности общества как социотехноприродные системы / С. В. Кричевский // Государственная служба. — 2008. — № 3. — С. 83–87.
2. Кричевский С. В. Аэрокосмическая деятельность: Междисциплинарный анализ / С. В. Кричевский. — М. : ЛИБРОКОМ, 2012. — 384 с.
3. Навстречу «зеленой» экономике: пути к устойчивому развитию и искоренению бедности — обобщающий доклад для представителей властных структур. — ЮНЕП, 2011 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/ger/GER_synthesis_ru.pdf
4. Рио+20. Будущее, которое мы хотим // Сайт ООН [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.un.org/ru/sustainablefuture/>
5. Кричевский С. В. Экологическая история техники (методология, опыт исследований, перспективы) : [монография] / С. В. Кричевский. — М. : ИИЕТ РАН, 2007. — 160 с.
6. Кричевский С. В. Эволюция экологической политики и экологизация техники и технологий в сфере аэрокосмической деятельности: опыт, проблемы, перспективы / С. В. Кричевский // ИИЕТ им. С. И. Вавилова РАН. Годичная научная конференция (2013). — Т. 2. — М. : ЛЕНАНД, 2013. — С. 180–183.
7. Глобальное будущее 2045. Конвергентные технологии (НБИКС) и трансгуманистическая эволюция / Под ред. проф. Д. И. Дубровского. — М. : ООО «Изд-во МБА», 2013. — 272 с.
8. Турчин А. В. Футурология. XXI век: бессмертие или глобальная катастрофа? / А. В. Турчин, М. А. Батин. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 263 с. : ил.
9. Урсул А. Д. Феномен ноосферы: глобальная эволюция и ноосферогенез / А. Д. Урсул. — М. : ЛЕНАНД, 2015. — 336 с.
10. Кричевский С. В. Эволюция технологий, «зеленое» развитие и основания общей теории технологий / С. В. Кричевский // Философия и космология / Philosophy & Cosmology. — 2015. — Т. 14. — С. 120–139.
11. Кудрин Б. И. Технетика: новая парадигма философии техники (третья научная картина мира) / Б. И. Кудрин. — Томск : Изд-во Томского ун-та, 1998. — 40 с.
12. Батурич Ю. М. Моделирование в истории науки и техники. Доклад на научном семинаре в МГУ им. М. В. Ломоносова / Ю. М. Батурич. — М., 25.04.2012 г. — Электронная презентация.
13. Глазьев С. Ю. Эволюция технико-экономических систем: возможности и границы централизованного регулирования / С. Ю. Глазьев, Д. С. Львов, Г. Г. Фетисов. — М. : Наука, 1992. — 207 с.
14. Космонавтика XXI века: Попытка прогноза развития до 2101 года / Под ред. Б. Е. Чертока. — М. : Изд-во «РТСофт», 2010. — 864 с.
15. Кричевский С. В. Переход к «зеленому» технологическому укладу через управление спектром технологий / С. В. Кричевский // Партнерство цивилизаций. — 2013. — № 4. — С. 201–202 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://misk.inesnet.ru/wp-content/uploads/PC042013/PC2013-04-201-202-sv-krichevsky.pdf>
16. Кричевский С. В. «Зеленая» космонавтика для будущего человечества / С. В. Кричевский // Земля и Вселенная. — 2014. — № 6. — С. 34–42.
17. Глазьев С. Ю. Выход из хаоса. Часть 1 / С. Ю. Глазьев // Военно-промышленный курьер. — 12 ноября 2014 г. — № 42 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://vpk-news.ru/articles/22623>

18. Лем С. Сумма технологии / С. Лем ; пер. с польск. — М. : Мир, 1968. — 608 с.
19. Иванов В. В. Концептуальные основы Национальной технологической инициативы. Доклад на Заседании Президиума РАН / В. В. Иванов. — М., 28.01.2015 г. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.ras.ru/FStorage/download.aspx?id=f6856c40-4a17-4945-9689-3bf53aa977b2>
20. Панов А. Д. Универсальная эволюция и проблема поиска внеземного разума (SETI) / Послел. Л. М. Гиндилиса. — М. : Изд-во ЛКИ, 2008. — 208 с.

Получено 24.04.2015

С. В. Кричевский

Еволюція технологій і технологічних укладів у парадигмі «зеленого» розвитку і глобального майбутнього

Розглянуто методологічні та практичні аспекти еволюції технологій та технологічних укладів у парадигмі «зеленого» розвитку і глобального майбутнього. Наведено ключові поняття. Зроблено загальну постановку проблеми аналізу еволюції технологій, викладено новий підхід до аналізу. Запропоновано: технологію управління еволюцією технологій через управління спектром технологій; новий підхід до аналізу і оцінки екологічності технологій; нову трактовку технологічних укладів з урахуванням взаємодії з навколишнім середовищем. Розроблено нову модель еволюції технологій і технологічних укладів, яка представляє процес прискореного зростання загальної кількості технологій, 1-й — 7-й технологічні уклади як висхідні ступені, нелінійний перехід до перспективного 7-го «зеленого» технологічного укладу з глибоким «зеленим» переформатуванням усього інтегрального технологічного укладу, які «вписані» у гіперболічну криву Панова—Снукса, що відображає прискорення еволюційного процесу на Землі з прогнозом сингулярності ~ у 2045 р. Показано «досингулярний» і «постсингулярний» варіанти переходу і глобального майбутнього.

Ключові слова: глобальне майбутнє, «зелений» розвиток, модель, навколишнє середовище, спектр, техніка, технологія, технологічний уклад, сталий розвиток, еволюція технологій, екологізація.