УДК 314.1:620.9

ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА КАК ФУНКЦИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

В.В. ТЕТЕЛЬМИН

РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ
НАРОДОВ

Современное высокое душевое энергопотребление цивилизации достигается ценой потери биосферой средообразующего функционирования и потери человеком психофизического здоровья. Выполнен анализ энерго-демографической истории человечества за последние 200 лет, позволивший увидеть перспективу развития цивилизации. Рассмотрены особенности рождаемости и смертности в мире в зависимости от душевого энергопотребления. Предлагаются соответствующие аналитические зависимости. Сформулированы два предела роста производства глобальной энергии с точки зрения недопущения нанесения вреда человеку. Для предотвращения эколого-демографической катастрофы и перехода цивилизации к устойчивому развитию предлагается снизить мировое производство энергии до 140 тыс. ТВт×ч/год со снижением душевого энергопотребления до относительно безопасного уровня 18 МВт×ч/год, который существовал в социуме в 1970 г. После этого «шага назад» цивилизация войдет в состояние относительно безопасного существования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: цивилизация, население, социум, жизнь, энергия, энергопотребление, демографические показатели, рождаемость, смертность.

С термодинамической точки зрения жизнь – это форма преобразования сконцентрированной в продуктах питания космической энергии в рассеянную тепловую энергию. Энергию, как универсальную меру всех видов человеческой деятельности, удобно использовать при рассмотрении демографической истории цивилизации. В среднем человек может осуществлять преобразование собственной энергии в работу с постоянной мощностью не превосходящей 50 Вт, величина которой ограничена предельной интенсивностью клеточного метаболизма [4].

Рассмотрим особенности рождаемости и смертности в мире в зависимости от душевого энергопотребления. Энергия – это фактически универсальная валюта, которая обращается и признается во всем мире.

DEMOGRAPHIC HISTORY OF MANKIND AS A FUNCTION OF ENERGY CONSUMPTION

V.V. TETELMIN

PEOPLES' FRIENDSHIP UNIVERSITY
OF RUSSIA

Modern high per caput energy consumption of civilization is achieved at the cost of the loss of the environment-forming functioning by the biosphere and at the cost of the loss of the psychophysical health of a person. We can see the prospects for the development of civilization thanks to the analysis of the energy-demographic history of mankind over the past 200 years that has been carried out. The features of fertility and mortality in the world are considered depending on the per caput energy consumption with a forecast for the future. Two limits to the growth of global energy production were formulated in terms of preventing harm to humans. Corresponding analytical dependencies are proposed. To prevent an ecological and demographic catastrophe and the transition of civilization to sustainable development, it is proposed to reduce the world energy production to 140×10^{12} kW×h/year with a decrease in per caput energy consumption to a relatively safe level of 18,000 kW×h/year×person, which existed in society in 1970. After this «step back» civilization will enter a state of relatively safe existence.

KEYWORDS: civilization, population, society, life, energy, energy consumption, demographic indices, fertility, mortality.

DOI: 10.52531/1682-1696-2021-21-3-107-113

Если отнести объем мирового ВВП к мировому производству энергии, то получим котировку единицы энергии – 0,65 долл./кВт×ч. На протяжении всей своей истории человечество наращивало производство и использование энергии. Человеку для физиологического поддержания жизни достаточно получать через продукты питания 2500 ккал/сут. В эпоху охотников и собирателей люди для обеспечения жизнедеятельности использовали около 5000 ккал/сут, то есть 2 ккал внешней энергии на добычу 1 ккал еды (2 ккал/ккал). В развитом сельскохозяйственном обществе человек использовал больше энергии – 5 ккал/ккал [1]. В современной цивилизации отношение количества производимой глобальной энергии и физиологической нормы энергии питания человека равно 25 ккал/ккал, а на-

пример, в США это отношение равно 90 ккал/ккал. Неравенство в использовании энергоресурсов обуславливает неравенство в уровне жизни людей и большое расхождение по демографическим показателям.

В 19 веке, когда в качестве основного источника энергии использовались дрова и мускульная сила домашних животных, на душу каждого жителя Земли приходилось около 6 МВт·ч энергии, которой человеку хватало на все виды деятельности, включая главную – рождение и воспитание детей. Эту энергию можно считать минимальным энергетическим стандартом, достаточным для существования человека и цивилизации в условиях мало нарушенных экосистем. Во второй половине 19 века человек стал активно использовать уголь, отчего производство энергии и рост населения увеличились. Каждый последующий источник энергии был более эффективным [3–5]. В первой половине 20 века началась эпоха нефти, отчего существенно увеличилось производство и использование энергии, сопровождавшееся ростом населения. Во второй половине 20 века началось широкое использование природного газа и атомной энергии, что отразилось на графике рис. 1, который претерпел излом. В 21 веке рост производства энергии и рост населения достигли больших значений (табл. 1). В результате биосфера стала подавать сигналы, что человечество опасно превысило свою численность.

Смысл жизни, в конечном счете, заключается в ее продолжении. Каждая поданная в человеческое общество порция энергии проходит в социуме длинный путь производства необходимых для жизни товаров и услуг, чтобы в результате на выходе родился дополнительный ребенок. Граждане богатых стран, купающиеся в море производимой энергии, большую часть этого универсального ресурса расходуют на престижные вещи, на удовольствия и прочие необязательные занятия, отчего глобальная социо-техносфера становится предельно энергозатратной. Энергию, которая не идет

непосредственно на жизнеобеспечение человека: жилье, одежда, питание, образование, здравоохранение, рождение и воспитание детей, можно назвать избыточной энергией. Современный энергообеспеченный человек перестает добывать «хлеб в поте лица своего», за него это делают заряженные энергией трактора и комбайны с программным управлением.

Человечество с самого начала развивалось в борьбе за выживание, решая первородные экономические проблемы. Существующее в мире неравенство в производстве и использовании энергоресурсов обуславливает неравенство по всем остальным социально-экономическим показателям. Авторы [2,5,11] справедливо отмечают, что в мире существуют региональная перенаселенность, бедность, нищета и голод, однако проблемы современной цивилизации заключаются не в глобальном недостатке энергии, а в социальных механизмах распределения богатства и земли.

В работе Д. Холдрена [13] предложена пропорциональная зависимость между квадратом численности населения Земли и используемой им энергетической мощностью. Однако эта зависимость оказалась справедливой лишь на ограниченном отрезке энерго-демографической истории человечества. В последние десятилетия, когда рост энергопотребления на душу населения резко увеличился, эта квадратичная зависимость не подтверждается.

При постоянном уровне годового потребления энергии мировое население расти не будет, потому что увеличение численности населения уменьшает душевое энергопотребление, снижая уровень жизни каждого отдельного человека. В таком случае человеческое общество непроизвольно снизит рождаемость, чтобы вернуться к первоначальной меньшей численности и более высокому уровню жизни. При постоянном уровне производства глобальной энергии человеческое общество будет находиться в состоянии саморегулирования, постоянно подстраивая свою численность под получаемое количество энергии.

На протяжении многих столетий душевое потребление промышленной энергии в мире ежегодно прирастало примерно на 30 кВт·ч/год и к 1950 г. увеличилось с необходимых и достаточных 4 МВт·ч/год до значения 11 МВт·ч/год. На протяжении основного периода своей истории цивилизация жила в режиме скромного душевого энергопотребления, не слишком нагружая биосферу своим присутствием. Если бы в середине 20 века человечество остановилось на этом уровне душевого энергопотребления, не наращивая производство глобальной энергии, то сегодня на Земле проживало бы не более 3,8 млрд населения.

На протяжении 1950–70 гг. человечество активно развивало энергетику углеводородов, гидравлическую и атомную энергетику [7]. Это был период невиданного в истории человечества «энергетического скачка», в

РИС. 1.

Рост мирового населения в зависимости от глобального производства энергии

ТАБЛИЦА 1

Средние значения роста мирового населения и производства энергии в различные периоды истории

Расчетный период	Мировое население в начале расчетного периода, млрд чел.	Душевая обеспеченность энергией в начале расчетного периода, МВт×ч/год	Рост производства энергии в расчетном периоде, тыс. ТВт×ч/год	Рост мирового населения в расчетном периоде, млн чел/год
1800–1900	1,0	5,0	0,07	6,5
1900–1950	1,65	7,5	0,30	17
1950–1960	2,51	11,1	1,30	50
1960–1980	3,0	13,6	2,49	80
1980–2000	4,6	19,7	1,86	70
2000–2010	6,1	20,0	2,32	89
2010–2020	7,0	21,6	1,98	80

Источник: Всемирный банк: [сайт]. – URL: <https://data.worldbank.org/indicator> (дата обращения: 22.01.2021).

течение которого душевое производство энергии всего за 20 лет увеличилось настолько, насколько оно увеличилось за все предшествующие 12 тыс. лет эволюции. В результате антропогенного «энергетического удара» по биосфере и социуму цивилизация перешла от состояния с безопасным удельным энергопотреблением в пределах (4–11) МВт×ч/год к современному качественно новому состоянию с высоким значением удельного энергопотребления, превышающим 18 МВт×ч/год.

На рис 2 четко прослеживаются разные по скорости изменения во времени параметры рождаемости и смертности. До 1950 г. цивилизация жила в состоянии относительно безопасной энергетики: кривые рождаемости и смертности плавно снижались, а население прирастало. В период 1950–1970 гг. цивилизация была насыщена большим количеством дополнительной энергии, в результате чего кривые рождаемости и смертности пошли резко вниз. В 2020 г. рождаемость составила 19‰, а смертность 7‰. Экстраполяция кривых рождаемости и смертности дает точку их пересечения, характеризующую момент наступления равновесного демографического состояния, которое может наступить примерно в 2050 г.

Для понимания причины резкого снижения основных демографических показателей после 1970 г. построены графики в координатах «душевое энергопотребление E – рождаемость R и смертность S » (рис. 3). При критическом значении душевого энергопотребления $E = 18$ МВт×ч/год, при котором кривая рождаемости получила перегиб и стала резко снижаться, перевело цивилизацию в качественно новое состояние. Кривая смертности снизилась до минимального значения при $E = 22$ МВт×ч/год. Экстраполяция графиков в будущее дает точку их пересечения с координатами $E = 26$ МВт×ч/год и $R = S = 9,5‰$, которая определяет момент достижения цивилизацией в 2050 г. равновесного демографического состояния.

РИС. 2.

Изменение рождаемости и смертности населения Земли с 1850 г.: 1 – кривая рождаемости; 2 – кривая смертности; 3 – точка демографического равновесия. Источник: составлено автором по данным Росстата: [сайт]. – URL: <https://www.gks.ru/databases> (дата обращения: 25.12.2020)

В состоянии безопасного по уровню душевого энергопотребления E рождаемость R и смертность S населения Земли можно представить функциями:

$$R_1 = 45 \cdot 10^{-3} - 0,714 \times 10^{-6} \times E \text{ (чел./год);} \\ (6 \text{ МВт} \times \text{ч/год} < E < 18 \text{ МВт} \times \text{ч/год}). \quad (1)$$

$$S_1 = 31 \times 10^{-3} - 1,071 \times 10^{-6} \times E \text{ (чел./год);} \\ (6 \text{ МВт} \times \text{ч/год} < E < 21,5 \text{ МВт} \times \text{ч/год}). \quad (2)$$

До 1970 г. с увеличением энергопотребления E рос уровень жизни и по мере уменьшения детской смертности и женщины, выполняющие свое предназначение на Земле, стали рожать меньше детей. В экологически благополучной цивилизации снижение рождаемости в равной мере зависит от инстинкта про-

РИС. 3.

Изменение рождаемости и смертности населения Земли в зависимости от душевого энергопотребления: 1 — кривая рождаемости; 2 — кривая смертности; 3 — точка наступления демографического равновесия цивилизации; 4 — область снижения численности мирового населения

Источник: составлено автором по данным Росстата: [сайт]. — URL: <https://www.gks.ru/databases> (дата обращения: 14.11.2020).

должения рода и от разума человека, принимающего соответствующее решение в условиях улучшающейся жизни. Увеличение значения E улучшает условия жизни людей, снижает их смертность, при этом ход кривой смертности не зависит от решения человека, так как наступление смерти явление физиологическое. Энерго-демографическая история цивилизации показывает, что относительно безопасным и приемлемым для нее можно считать душевое энергопотребление в пределах значений (6–18) МВт·ч/год. В этом диапазоне смертность снижается быстрее, чем рождаемость, поэтому наблюдается прирост населения, который можно определить следующим выражением:

$$\Pi_1 = 14 \times 10^{-3} + 0,357 \times 10^{-6} \cdot E \text{ (чел./год)}. \quad (3)$$

(6 МВт·ч/год < E < 18 МВт·ч/год)

Период с 1950 г. по 1970 г. был переломным в истории технологической цивилизации, когда она перешла в новое по энергопотреблению и демографическим показателям качество развития. В состоянии душевого энергопотребления выше 18 МВт·ч/год, в котором после 1970 г. живет современная цивилизация, рождаемость и смертность можно представить следующими функциями:

$$R_2 = 90 \cdot 10^{-3} - 3,1 \cdot 10^{-6} \cdot E \text{ (чел./год)}. \quad (4)$$

(18 МВт·ч/год < E < 26 МВт·ч/год)

$$S_2 = 2,53 \times 10^{-3} + 0,28 \times 10^{-6} \cdot E \text{ (чел./год)}. \quad (5)$$

(21,5 МВт·ч/год < E < 29 МВт·ч/год)

Со времен овладения огнем биологическая природа человека существенных изменений не претерпела, в то время как цивилизация перешла в состояние «энергетической передозировки». Видимо поэтому в современной цивилизации прослеживается рост умственной деятельности человека, которая напрямую не связана с запросами человеческого организма. По мере приближения цивилизации к пределам энергетического роста наблюдается расхождение психической и соматической составляющих *Homo sapiens*, а его мозг начал придумывать искусственный интеллект и создавать на Земле взамен себя биороботов.

В этом контексте показателен многолетний эксперимент Д. Кэлхуна [12] с мышами, целью которого было моделирование будущего человеческого общества. В лаборатории внутри большого пространства поддерживалась комфортная для мышей температура, присутствовала в изобилии еда и вода. Эксперимент стартовал с четырех пар здоровых мышей, которые быстро освоились и начали ускоренно размножаться. Сначала количество мышей удваивалось каждые 55 дней, а затем темп роста популяции замедлился.

Примерно через год в растущей популяции появилась категория «отверженных», которых изгоняли и которые часто становились жертвами агрессии. Искусанные отверженные состояли из молодых особей, не нашедших для себя социальной роли в мышинной иерархии. Отверженные самцы ломались психологически и не желали защищать своих беременных самок. Самки стали проявлять агрессию, защищая потомство. Часто самки убивали своих детенышей, становились отшельниками и отказывались от размножения. В результате рождаемость значительно упала, а смертность молодняка увеличилась.

Вскоре появилась новая категория мышей — «красивые». К ним относили самцов, отказывающихся бороться за самок и территорию, не проявляющих желания спариваться, склонных к пассивному стилю жизни. «Красивые» только ели, пили, спали, избегали конфликтов, им были присущи самолюбование, у них отсутствовало желание размножаться. Среди последней волны рождений «красивые» и самки-одиночки, отказывающиеся размножаться, стали в популяции большинством. Смертность молодняка составила 100%, а количество беременностей стало нулевым. Вымирающие мыши практиковали гомосексуализм и агрессию, процветал каннибализм при одновременном изобилии пищи, самки отказывались воспитывать детенышей и убивали их. На последней стадии эксперимента мыши стремительно вымирали, на 1780 день после начала эксперимента умер последний обитатель «мышиного рая».

При неограниченных запасах еды и питья, в отсутствии хищников и болезней, в идеальных условиях для размножения вся колония мышей вымерла. Можно

назвать несколько причин подобного драматического исхода: ограниченность пространства; близкородственные спаривания; изобилие и лень, угнетающие рефлексy размножения. В некотором смысле этот эксперимент подходит и к человеческому обществу – корреляция не прямая, но прослеживается. Эксперимент с мышами похож на современную насыщенную избыточной энергией цивилизацию, в которой постепенно меняется ментальность человека. В современной «перегретой» цивилизации мотивация снижения рождаемости схожая: человек теряет чувство ответственности за сохранение рода; набирает силу идеология «чайлд фри» – не иметь детей; человек становится эгоистичным, в нем пробуждаются алчность, лень и другие аморальные качества. Компьютеры и искусственный интеллект лишают людей способности напряженно мыслить и трудиться. Работу за людей выполняют машины, автоматические линии и роботы. Фактически это те же рабы. Можно предположить, что современная цивилизация на новом витке технологического развития вернулась в рабовладельческую формацию, в которой основными средствами производства являются рабы-машины. К тому же человека все более ослабляет развитие медицины. В.В. Вересаеву принадлежат слова: «Чем более преуспевает медицина, тем более хиреет человечество».

В 2020 г. значение душевой энергообеспеченности цивилизации приблизилось к 24 МВт×ч/год. Если человечество не сменит парадигму энергетического роста, то к 2050 г. этот показатель достигнет величины 26 МВт×ч/год при численности населения 9,8 млрд человек (рис. 3). Первой на фактор перегруженности антропогенной энергией отреагировали биосфера и климатическая система Земли: исчезли многие формы жизни и явственно заявляют о себе последствия глобального изменения климата. Биосфера от энер-

гетической сверхнагрузки постепенно утрачивает средообразующую функцию и приходит в состояние, непригодное для поддержания жизни [2, 5].

При росте душевой энергообеспеченности свыше 26 МВт×ч/год (рис. 3) цивилизация может вступить в период вымирания, так как снижающееся значение рождаемости будет меньше значения увеличивающейся смертности. Подобная ситуация наблюдается во многих энергообеспеченных странах (табл. 2). Дальнейший рост душевого энергопотребления может привести технологическую цивилизацию к постепенному угасанию ее истории. Если предположить, что в будущем траектория графика рождаемости останется прежней, то в 2080 г. при значении $E = 29$ МВт×ч/год рождаемость снизится до нуля. Подобный исход, аналогичный описанному выше опыту с мышами, трудно себе вообразить, однако такое возможно, если избалованный энергетическим комфортом человек растеряет в оранжерейных условиях существования свои природные инстинкты. В таком гипотетическом случае дети, которые родятся в 2080 г. могут стать последними жителями Земли.

В любом обществе независимо от идеологии, религии и средств производства действует энергия самоорганизации через такие категории как любовь и насилие, взаимопонимание и конкуренция, согласие и конфликты. Подача дополнительной порции энергии в социум вызывает систему сложнейших общественных процессов, которые невозможно предугадать и описать в деталях, как невозможно предугадать броуновское движение молекул воды при ее нагревании. Поэтому не обязательно вникать в детали того, как расходуется «вброшенная» в социум энергия. В данном случае социум выступает как «черный ящик», на входе в который подается та или иная порция энергии, а на выходе наблюдается та или иная рождаемость и смертность населения.

ТАБЛИЦА 2

Демографические показатели и душевое потребление промышленной энергии в некоторых регионах мира в 2020 г.

Страна	Население, млн чел.	Душевое энергопотребление, МВт·ч/чел	Рождаемость, ‰	Смертность, ‰
Мир	7800	23,7	19	7,0
Евросоюз	750	24,8	9,5	11,5
Россия	146,7	60	11	13
Япония	126	46	7,0	11
США	330	86	12	9,0
Индия	1400	2,0	20	6,0
Китай	1402	20	10	7,0
Афганистан	39	0,26	33	6,0

Источник: Всемирный банк: [сайт]. – URL: <https://data.worldbank.org/indicator> (дата обращения: 05.02.2021). Population Reference Bureau. 2020 World Population Data Sheet.

Управляя подачей энергии в общество, можно менять темп его развития, ускорять или притормаживать ход исторического времени. Главное – следует понимать, что на выходе как результат усвоенной обществом энергии должно появляться новое поколение людей. Важно также понимать, что равнодействующая жизненных интересов человечества заключается не в сохранении современной численности, а в сохранении человека как вида и сбережении человеческой цивилизации как таковой [3, 6]. К сожалению, в современном обществе существует расслоение по показателю душевого энергопотребления, которое коррелирует с неравенством по всем социально-экономическим показателям.

Россия по душевому энергопотреблению E и по демографическим показателям R и S находится в одной группе с развитыми странами и вместе с ними переживает проблему «нулевого воспроизводства» населения (табл. 2). Россия в процессе своего энерго-демографического развития вместе с другими энергообеспеченными странами закономерно подошла к состоянию демографического равновесия. Ведущие страны Европы подошли к этому равновесному состоянию примерно в 1995 г. (рис. 4), Япония – около 2010 г., Россия – около 2015 г. Все эти страны характеризуются высоким показателем душевого энергопотребления – от 45 до 75 МВт·ч/год.

Энерго-демографическая история человечества подвела современную энергонасыщенную цивилизацию к двум пределам роста. Первый предел роста обусловлен вредным воздействием добычи и использования антропогенной энергии на биосферу, которая от этого становится все менее пригодной для жизни [6]. Второй предел роста обусловлен вредным воздействием избыточного душевого энергопотребления на самого человека, на его физическое и психическое

РИС. 4.

Графики изменения рождаемости 1 и смертности 2 в странах Евросоюза. 3 – точка демографического равновесия

состояние, на его генетический код. Опасность для человека представляют оба предела роста, поэтому человечеству нужно «сдать назад» в производстве и использовании энергии. Очевидно, что снижение глобального энергопотребления должно будет происходить за счет стран с высоким уровнем душевого энергопотребления, добиться которого будет чрезвычайно трудно.

Человечество может подготовить аналог Парижского соглашения, который бы предусматривал не квоты на выбросы парниковых газов, а квоты стран на производство и использование энергии. Все остальные попытки остановить глобальный социально-экологический кризис успеха не принесут. Построить «справедливый капитализм», перейти на рельсы устойчивого развития и «озеленить» мировую социально-экономическую систему без радикальной смены глобальной энергетической парадигмы не удастся. При этом важно «обратный энергетический переход» осуществить в условиях мирного сосуществования разных стран и народов во имя сохранения человеческой цивилизации на долгие времена.

ВЫВОДЫ

Выполненный энерго-демографический анализ истории человечества за последние 200 лет позволяет увидеть перспективу количественного развития цивилизации. Энерго-демографическая история цивилизации показывает, что безопасным и приемлемым для нее можно считать душевое энергопотребление в пределах значений (6–18) МВт·ч/год, обеспечивающее необходимый уровень жизни человека.

Период с 1950 г. по 1970 г. стал переломным в истории технологической цивилизации, когда она перешла в новое по энергопотреблению и демографическим показателям качество развития. Быстрый рост в использовании промышленной энергии обеспечил переход цивилизации в состояние с высоким душевым энергопотреблением, превышающим 18 МВт·ч/год, что обеспечило резкую смену хода графиков рождаемости и смертности и высокий темп прироста населения.

Существуют два предела роста производства глобальной энергии с точки зрения недопущения нанесения вреда человеку. Современный уровень мирового производства и использования энергии достигается ценой потери биосферой средообразующего функционирования и потери человеком психофизического здоровья.

Равнодействующая долговременных жизненных интересов человечества заключается не в сохранении современной численности мирового населения, а в сбережении человеческой цивилизации как таковой. Большое производство и использование энергии подводит современную цивилизацию к двум опасным пределам роста: глобальное производство энергии в количестве 180 тыс. ТВт·ч/год разрушительно воз-

действует на биосферу, угнетая выполняемую ею средообразующую функцию; достигнутое человечеством душевое энергопотребление 23 МВт×ч/год разрушительно воздействует на психофизическое состояние человека.

Высокое душевое энергопотребление и создаваемый им комфорт меняют ментальность человека, угнетают инстинкт продолжения рода, что критически снижает рождаемость в странах с высоким уровнем душевого энергопотребления и вводит их в «зону вымирания».

Россия в процессе своего энерго-демографического развития вместе с другими энергообеспеченными странами закономерно подошла к состоянию демографического равновесия и одновременно с ними переживает проблему «нулевого воспроизводства» населения.

Если человечество не сменит парадигму энергетического роста, то к 2050 г. цивилизация при численности 9,8 млрд человек войдет в режим «нулевого роста населения», а далее к 2080 г. при душевой энергообеспеченности свыше 26 МВт×ч/год цивилизация может войти в «зону вымирания».

Рождаемость и душевое энергопотребление в различных регионах мира связаны обратной пропорциональной зависимостью, что требует выравнивания производства и использования энергии на душу населения по странам и регионам.

Глобальный экологический кризис свидетельствует о необходимости перевода цивилизации на рельсы низкоэнергетического развития, для осуществления которого следует: активно внедрять наилучшие доступные технологии для улучшения таких показателей как энергоэффективность производства и культура потребления; снизить к 2050 г. мировое производство энергии до 140 тыс. ТВт×ч/год, обеспечив менее опасное для человека и биосферы душевое энергопотребление на уровне 18 МВт×ч/год.

По мере достижения названных целей все сектора мировой экономики и численность мирового населения естественным образом будут подстраиваться под названные энергетические константы и к концу 21 века цивилизация выйдет из состояния глобального экологического кризиса и войдет в состояние относительно безопасного существования.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГИББОН Э. История упадка и разрушения Римской империи. С.-Пб.: Наука, 2000. 212 с.
2. КАПИЦА С.П. Парадоксы роста. Законы развития человечества. М.: Альпина нон-фикшн. 2010. 70 с.
3. МЕДОУЗ Д. и др. Пределы роста. М.: ИКЦ, 1990. 316 с.
4. ПИМАШКОВ П.И., ТЕТЕЛЬМИН В.В. Биосфера и человек. Энергетика взаимодействия. М.: ЛЕНАНД, 2019. 336 с.

5. Режимы с обострением. Эволюция идеи/ Под ред. Г. Г. Малинецкого. М.: Наука, 1999. 250 с.
6. Россия перед лицом демографических вызовов. Доклад о развитии человеческого потенциала в Российской Федерации / Под ред. А.Г. Вишневского и С.Н. Бобылева. М.: UNDP, 2008. 54 с.
7. ТЕТЕЛЬМИН В.В., ВАСИЛЕНКО А.Б. Современная энергетика и энергетика будущего. М.: ЛЕНАНД, 2018. 240 с.
8. ТЕТЕЛЬМИН В.В., ЯЗЕВ В.А. Основы рационального природопользования. М.: Интеллект, 2012. 288 с.
9. ТЕТЕЛЬМИН В.В., ПИМАШКОВ П.И. Биосфера и человек. Глобальное потепление. М.: ЛЕНАНД, 2021. 336 с.
10. ШКЛОВСКИЙ И.С. Вселенная, жизнь, разум. 6-е изд. М.: Наука, 1987. 320 с.
11. ШПЕНГЛЕР О. Закат Европы. М.: Мысль, 1993. 240 с.
12. CALHOUN JHON. Environment and Population: Problems and Adaptation: An Experimental Book Integrating Statements by 162 Contributors – Praeger, 1983. P. 486.
13. HOLDREN J. Population and the energy problem. Population and environment. Journal of interdisciplinary studies, 1991. № 3, 231–255.
14. GOLDSTEIN J.R. The end of 'Lowest-Low' fertility? / J.R. Goldstein, T. Sobotka, A. Jasilioniene // Population and Development Review. 2009. N35. P. 663–699.

Тетельмин Владимир Владимирович,
д.т.н., профессор Российского университета дружбы
народов

☎ 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6
117198, Moscow, Miklukho-Maklaya str., 6
тел.: +7 (903) 785-18-78