

ДЕМОГРАФИЯ: ВОПРОСЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

DOI: 10.19181/population.2021.24.2.13

ЭНЕРГО-ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ

Тетельмин В. В.

Российский университет дружбы народов
(117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6)

E-mail: v-tetelmin@rambler.ru

Для цитирования:

Тетельмин В. В. Энерго-демографическая история современной цивилизации // Народонаселение. – 2021. – Т. 24. – № 2. – С. 142-153. DOI: 10.19181/population.2021.24.2.13.

Аннотация. Энергию, как универсальную меру всех видов человеческой деятельности, удобно использовать при рассмотрении демографической истории цивилизации. Неравенство в использовании энергоресурсов обуславливает неравенство в уровне жизни людей и большое расхождение по демографическим показателям. Непрерывное наращивание человечеством производства энергии сопровождается ростом численности мирового населения. Рассмотрена демографическая история цивилизации как функция растущего производства и использования человечеством энергии. Эволюция в системе «энергия—человек» проходила относительно безопасно для биосферы и человека до значения душевого энергопотребления 11 МВт·ч/год, которое было достигнуто цивилизацией в 1950 году. 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 году. После этого «шага назад» цивилизация войдет в состояние относительно безопасного существования. Снижение глобального энергопотребления должно будет происходить за счет стран с высоким уровнем душевого энергопотребления, добиться которого будет чрезвычайно трудно.

Ключевые слова: цивилизация, население, социум, жизнь, энергия, энергопотребление, демографические показатели, рождаемость, смертность.

На протяжении всей своей истории человечество наращивало производство и использование энергии. Человеку для физиологического поддержания жизни в среднем достаточно получать через продукты питания 2500 ккал в сутки. В эпоху охотников и собирателей люди для обеспечения жизнедеятельности использовали около 5000 ккал в сутки, то есть 2 ккал внешней энергии на добычу 1 ккал еды—2 ккал/ккал [1]. В развитии земледельческом обществе человек использовал больше энергии—5 ккал/ккал. В современной цивилизации отношение количества производимой глобальной энергии и физиологической нормы энергии питания человека равно 25 ккал/ккал [2], а в США это отношение равно 90 ккал/ккал. Энергия—это фактически универсальная «валюта», которая обращается и признается во всем мире. Если отнести объем мирового ВВП к мировому производству энергии, то получим котировку единицы энергии—0,65 долларов США/кВт·ч.

В XIX в., когда в качестве основного источника энергии использовались дрова

и мускульная сила домашних животных, на душу каждого жителя Земли приходилось около 6 МВт·ч/год 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 XIX в. человек стал активно использовать уголь, отчего производство энергии и рост населения увеличились. Каждый последующий источник энергии был более эффективным [3; 4]. В первой половине XX в. началась эпоха нефти, отчего существенно увеличилось производство и использование энергии, сопровождавшееся ростом населения. Во второй половине XX в. началось широкое использование природного газа и атомной энергии. В XXI в. рост производства энергии и рост населения достигли больших значений (табл. 1). В результате биосфера стала подавать сигналы, что человечество опасно превысило свою численность.

Таблица 1

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

Table 1

Average growth of world population and energy production during different periods of history

Период	Население мира в начале периода, млрд человек	Душевая обеспеченность энергией в начале периода, МВт·ч/год	Рост производства энергии в периоде, тыс. ТВт·ч/год	Рост мирового населения в периоде, млн человек/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: расчеты автора на основе данных Всемирного банка: [сайт].—URL: <https://data.worldbank.org/indicator> (дата обращения: 22.01.2021).

Смысл жизни, в конечном счете, заключается в её 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 ребенок. Граждане богатых стран, «купающиеся» в море производимой энергии, большую часть этого универсального ресурса расходуют на престижные вещи, удовольствия и прочие необязательные занятия, отчего глобальная социо-техносфе-

ра становится предельно энергозатратной. Энергию, которая не идет непосредственно на жизнеобеспечение человека (жильё, 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 тракторы и комбайны с программным управлением.

Известно, что существует предел использования организмом человека собственной энергетической мощности, которая определяется «интенсивностью основного энергообмена» 0,3–0,5 мВт/г [3]. Организм от-

дельного человека погибает от «тепловой смерти», если развивает подобную интенсивность клеточного метаболизма. Можно предположить, что и для человеческого общества существует некоторый предел использования глобальной первичной энергии, приходящейся на душу населения. На рис. 1 приводится график зависимости изменения численности населения Земли от мирового производства и использования энергии в индустриальный период истории. Связь между названными событиями очень тесная: парные коэффициенты корреляции между этими параметрами превышают 0,95.

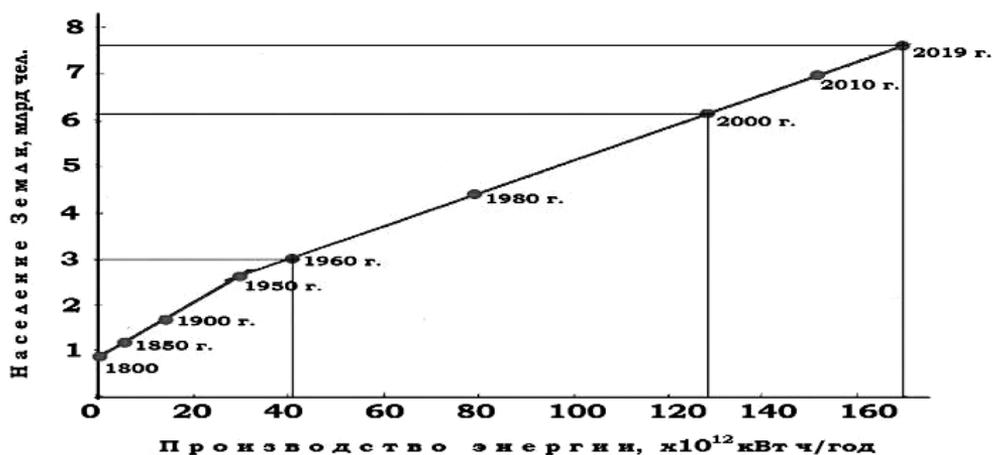


Рис. 1. График зависимости роста численности населения Земли от глобального производства энергии

Fig. 1. Growth of the world population depending on the world energy production

Источник: составлено автором по данным Всемирного банка: [сайт]. — URL: <https://data.worldbank.org/indicator> (дата обращения: 22.01.2021).

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. С.П. Капица справедливо отметил, что в мире существуют региональная перенаселенность, бедность, нищета и голод, однако проблемы современной цивилизации

заканчиваются «не в глобальном недостатке энергии, а в социальных механизмах управления и распределения знаний, богатства и земли» [5]. В работе Д. Холдрена [6] 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 произвольно 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 XX в. человечество остановилось на этом уровне душевого энергопотребления, не наращивая производство глобальной энергии, то сегодня на Земле проживало бы не более 3,8 млрд человек.

В 1950–1970-х гг. человечество активно развивало энергетику углеводородов, гидравлическую и атомную энергетику [7]. Это был период невиданного в истории человечества «энергетического скачка», в течение которого душевое производство энергии всего за 20 лет увеличилось, как за предшествующие 12 тысяч 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.

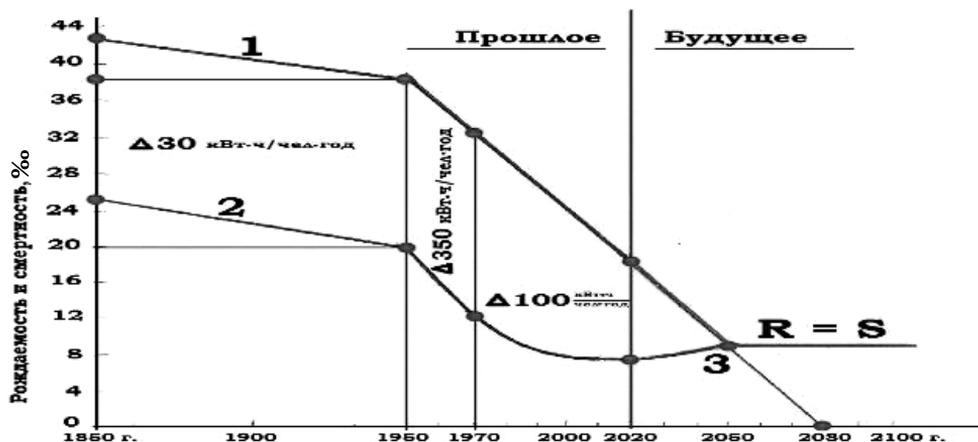


Рис. 2. Изменение рождаемости и смертности населения Земли (1 — кривая рождаемости; 2 — кривая смертности; 3 — точка демографического равновесия)

Fig. 2. Change in fertility and mortality of the world population (1 — fertility curve, 2 — mortality curve, 3 — demographic equilibrium point)

Источник: составлено автором по данным Росстата: [сайт]. — URL: <https://www.gks.ru/databases> (дата обращения: 25.12.2020).

На рис. 2 прослеживаются разные по скорости изменения во времени параметры рождаемости R и смертности S . До 1950 г. при приросте удельного энергопотребления 30 кВт·ч/чел в год жизнь цивилизации протекала в состоянии относительно безопасной энергетики: кривые рождаемости и смертности плавно снижались, а население прирастало. В 1950–1970-х гг. цивилизация была насыщена большим количеством дополнительной энергии. После 1970 г. прирост удельного энергопотребления увеличился до 100 кВт·ч на человека в год, 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 приходится

примерно на 2050 год.

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 на человека, кривая рождаемости получила перегиб и стала резко снижаться, что перевело цивилизацию в качественно новое по демографическим показателям состояние. Кривая смертности снизилась до минимального значения при $E = 22$ МВт·ч/год на человека. Экстраполяция графиков в будущее дает точку их пересечения с координатами $E = 26$ МВт·ч/год на человека и $R = S = 9,5$ ‰, которая определяет момент достижения цивилизацией в 2050 г. равновесного демографического состояния.

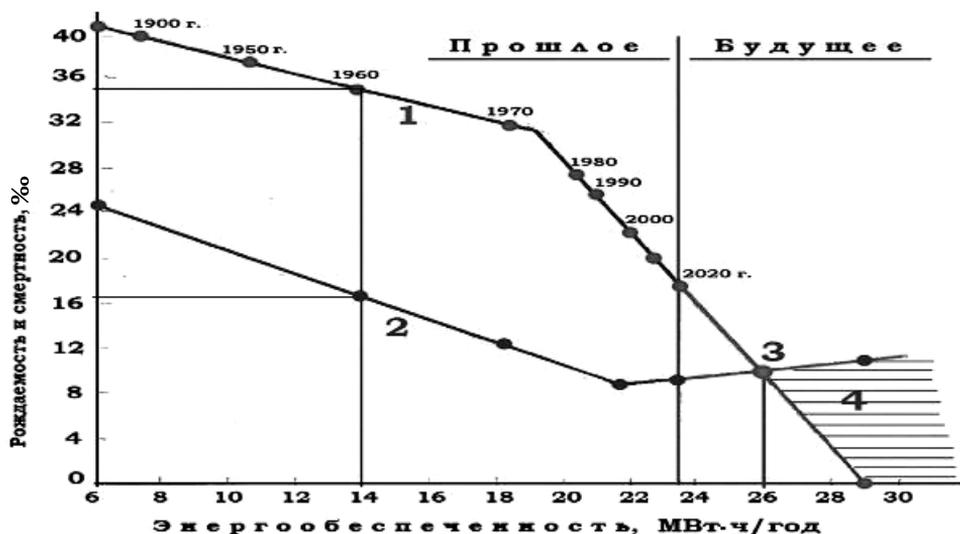


Рис. 3. Изменение рождаемости и смертности населения Земли в зависимости от душевой энергообеспеченности (1 — кривая рождаемости; 2 — кривая смертности; 3 — точка наступления демографического равновесия цивилизации; 4 — область снижения численности мирового населения)

Fig. 3. Change in fertility and mortality of the world population depending on per caput energy consumption (1 — fertility curve, 2 — mortality curve, 3 — the point of onset of the demographic equilibrium of civilization, 4 — area of decline in the world population)

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

В состоянии безопасного по уровню душевого энергопотребления E рождаемость

$$R1 = 45 \cdot 10^{-3} - 0,714 \cdot 10^{-6} \cdot E \text{ (чел/год); } (6 \text{ МВт} \cdot \text{ч/год} < E < 18 \text{ МВт} \cdot \text{ч/год}) \quad (1)$$

$$S1 = 31 \cdot 10^{-3} - 1,071 \cdot 10^{-6} \cdot E \text{ (чел/год); } (6 \text{ МВт} \cdot \text{ч/год} < E < 21,5 \text{ МВт} \cdot \text{ч/год}) \quad (2)$$

До 1970 г. с увеличением энергопотребления E рос уровень жизни, уменьшалась детская смертность и женщины, выполняющие свое предназначение на Земле, стали рожать меньше детей. В экологически благополучной цивилизации снижение рождаемости в равной мере зависит от инстинкта продолжения рода и от разума человека, который в условиях улучшающейся жизни принимает соответствующее обстоятельствам решение. Увеличение значения E улучшает условия жизни людей, снижает их

$$P1 = 14 \cdot 10^{-3} + 0,357 \cdot 10^{-6} \cdot E \text{ (чел/год); } (6 \text{ МВт} \cdot \text{ч/год} < E < 18 \text{ МВт} \cdot \text{ч/год}) \quad (3)$$

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. Со времен овладения огнем биологическая природа человека существенных изменений не претерпела, в то время как после 1970 г. по душевому энергопотреблению выше 18 МВт·ч/год 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 [8] 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 здо-

R и смертность S населения Земли можно представить функциями:

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 неё 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:

ровых 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 мышиной 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 вол-

ны 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 «мышьиного 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 рефлексы 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» (осознанной бездетности); человек становится более эгоистичным. Компьютеры и искусственный интеллект постепенно лишают людей способности напряженно мыслить и трудиться. Работу за людей выполняют машины, автоматические линии и роботы. Можно предположить, что современная цивилизация на новом витке технологического развития вернётся в рабовладельческую формацию, в которой основными средствами производства являются рабы-машины. К тому же человека всё более ослабляет развитие медицины. Врач и писатель В.В. Вересаев говорил, что чем более преуспевает медицина, тем более хиреет человечество¹. Слабые люди дают слабое

потомство, отчего человек деградирует физически и духовно.

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). Первыми на фактор перегруженности антропогенной энергией отреагировали биосфера и климатическая система Земли: исчезают многие формы жизни и явственно заявляют о себе последствия глобального изменения климата. Биосфера от энергетической сверхнагрузки постепенно утрачивает средообразующую функцию и приходит в состояние, непригодное для поддержания жизни [9; 10].

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 уже наблюдается во многих энергообеспеченных странах (табл. 2). Можно предположить, что дальнейший рост душевого энергопотребления может привести технологическую цивилизацию к постепенному угасанию её истории. Если в будущем траектория графика рождаемости останется прежней, то в 2080 г. при значении $E = 29$ МВт·ч/год на человека рождаемость снизится до нуля. Подобный исход 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. Поддача дополнительной порции энергии в социум вызывает систему сложнейших общественных процессов, которые невозможно предугадать и опи-

¹ Вересаев, В.В. Записки врача / В.В. Вересаев // Вересаев В.В. Полное собрание сочинений в 4-х томах. Т. 1. — Москва: Издательство «Правда», 1985. — С. 340–341.

Таблица 2

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

Table 2

Demographic indicators and per capita industrial energy consumption in several regions of the world (2020)

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

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

сать в деталях, как невозможно предугадать броуновское движение молекул воды при её нагревании. Поэтому не обязательно вникать в детали того, как расходуется дополнительная «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.

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 дополнительной энергии, должно появляться новое поколение людей. Важно также понимать, что равнодействующая жизненных интересов человечества заключается не в сохранении современной численности населения, а в сохранении человека как вида и сбережении человеческой цивилизации как таковой [10].

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 нахо-

дится 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., Япония— 2010 г., Россия— в 2015 году. Все эти страны характеризуются высоким показателем душевого энергопотребления—от 45 до 75 МВт·ч/год.

Энерго-демографическая история человечества подвела современную цивилизацию к двум пределам роста. Первый предел роста обусловлен вредным воздействием добычи и использования антропогенной энергии на биосферу, которая от этого становится всё менее пригодной для жизни: снижается биоразнообразие на планете; происходит глобальное изменение климата, учащается частота природных стихийных бедствий² [11]. Каждый кВт·ч антропогенной энергии способствует усилению парникового эффекта в атмосфере и накоплению в климатической системе Земли 16 кВт·ч те-

² The OFDA/CRED International Disaster Database: [сайт].— URL: www.emdat.be—Universite Catholique de Loain-Brussel-Belgium (дата обращения: 05.02.2021).

пловой энергии. Второй предел роста обусловлен вредным воздействием избыточного душевого энергопотребления на самого человека, на его физическое и психическое 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.

Мировое сообщество 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

Энергию, как универсальную меру всех видов человеческой деятельности, удобно использовать при рассмотрении демографической истории цивилизации. Неравенство в использовании энергоресурсов обуславливает неравенство в уровне жизни людей и большое расхождение по демографическим показателям.

Энерго-демографическая история цивилизации показывает, что безопасным и приемлемым для неё 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.

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: 1) глобальное производство первичной энергии в количестве 180 тыс. ТВт·ч/год разрушительно воздействует на биосферу, угнетая выполняемую ею и необходимую для жизни средообразующую функцию; 2) — достигнутое человечеством среднее душевое энергопотребление 24 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 на какое-то время в «зону вымирания». Россия в процессе своего энерго-демографического развития вместе с другими энергообеспеченными странами 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 при душевой энергообеспеченности свыше 26 МВт·ч/год цивилизация может войти в «зону вымирания».

Глобальный экологический кризис свидетельствуют о необходимости перевода цивилизации на рельсы низкоэнергетиче-

ского развития, для осуществления которого следует: 1) активно внедрять наилучшие доступные технологии для улучшения таких показателей рационального природопользования как энергоэффективность производства и культура потребления; 2) остановить до 2030 г. рост глобального производства энергии, не пытаясь при этом снизить численность мирового населения; 3) снизить к 2050 г. мировое производство энергии до 140 тыс. ТВт·ч в год, обеспечив

тем самым менее опасное для человека и биосферы душевое энергопотребление на уровне 18 МВт·ч в год. По мере достижения этих целей все сектора мировой экономики и численность мирового населения на протяжении нескольких поколений естественным образом будут подстраиваться под указанные энергетические константы, и к концу XXI в. цивилизация сможет выйти из состояния глобального кризиса.

Литература и Интернет-источники

1. **Дольник, В. Р.** Энергетический обмен и эволюция животных / В. Р. Дольник // Успехи современной биологии. — 1968. — Т. 66. — № 5. — С. 276–293.
2. **Горшков, В. Г.** Энергетика биосферы и устойчивость состояния окружающей среды / В. Г. Горшков // Итоги науки и техники. — Москва : ВИНТИ, 1990. — 238 с.
3. **Хайтун, С. Д.** «Тепловая смерть» на Земле и сценарий её предотвращения / С. Д. Хайтун. — Москва : ЛИБРОКОМ, 2019. — 192 с.
4. **Пимашков, П. И.** Биосфера и человек. Энергетика взаимодействия / П. И. Пимашков, В. В. Тетельмин. — Москва : ЛЕНАНД, 2019. — 336 с. ISBN 978–5–9710–6652–1.
5. **Капица, С. П.** Парадоксы роста. Законы развития человечества / С. П. Капица. — Москва : Альпина нон-фикшн, 2010. — 70 с. ISBN 978–5–91671–047–2.
6. **Holdren, J.** Population and the energy problem. Population and environment / J. Holdren // Journal of interdisciplinary studies. — 1991. — No. 3. — P. 231–255.
7. **Тетельмин, В. В., Василенко А. Б.** Современная энергетика и энергетика будущего / В. В. Тетельмин, А. Б. Василенко. — Москва : ЛЕНАНД, 2018. — 240 с. ISBN 978–5–9710–5170–1.
8. **Calhoun, Jhon.** Environment and Population: Problems and Adaptation / Jhon Calhoun // Experimental Book Integrating Statements by 162 Contributors. — Praeger : 1983. — P. 486. ISBN 0–275–90955–7.
9. **Тетельмин, В. В., Язев В. А.** Основы рационального природопользования / В. В. Тетельмин, В. А. Язев. — Москва : Интеллект, 2012. — 288 с. ISBN 978–5–91559–122–5.
10. **Медоуз, Д.** Пределы роста / Д. Медоуз и др. — Москва : ИКЦ, 1990. — 316 с.
11. **Тетельмин, В. В.** Биосфера и человек. Глобальное потепление / В. В. Тетельмин, П. И. Пимашков. — Москва : ЛЕНАНД, 2021. — 336 с. ISBN 978–5–9710–7733–6.

Сведения об авторе:

Тетельмин Владимир Владимирович, д.тех.н., проф. Российского университета дружбы народов, Москва, Россия.

Контактная информация: e-mail: v-tetelmin@rambler.ru; РИНЦ Author ID: 450366.

DOI: 10.19181/population.2021.24.2.13

ENERGY-DEMOGRAPHIC HISTORY OF THE MODERN CIVILIZATION**Vladimir V. Tetelmin***Peoples' Friendship University of Russia
(6 Miklukho-Maklay str., Moscow, Russian Federation, 117198,)**E-mail: v-tetelmin@rambler.ru***For citation:**Tetelmin V.V. Energy-demographic history of the modern civilization. *Narodonaselenie [Population]*. 2021. Vol. 24. No. 2. P. 142-153. DOI: 10.19181/population.2021.24.2.13. (in Russ.)

Abstract. *The continuous increase in human energy production per caput is accompanied by an increase in the world population. The work considers the demographic history of civilization as a function of the growing production and use of the energy by mankind. The evolution in the «energy-man» system took place relatively safely for the biosphere and a man up to the value of the per caput energy consumption of 11,000 kW*h/year*person that was achieved by civilization in 1950. 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 development of civilization through analysis of the energy-demographic history of mankind over the past 200 years. 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 ensure transition of civilization to sustainable development, it is proposed to reduce the world energy production to $140 \cdot 10^{12}$ 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.*

References and Internet sources

1. Dolnik V.R. Energeticheskij obmen i evolutsija zhivotnykh. [Energy exchange and animal evolution]. *Uspekhi sovremennoj biologii. [Biology Bulletin Review]*. 1968. Vol. 66. No. 5. P. 276–293. (in Russ.)
2. Gorshkov V.G. Energetika biosfery i ustojchivost' sostojanija okrushaushej sredy.. [Biosphere energy and environmental sustainability] *Itogi nauki i tekhniki [Science and Technology Outcomes]*. Moscow. 1990. 238 p. (in Russ.)
3. Khaitun S.D. «Teplovaja smert'» na Zemle i stsenarij jejo predotvrasheniya. [“Heat Death” of the Earth and Scenarios for Its Prevention]. Moscow. LIBROCOM. 2019. 192 p. (in Russ.)
4. Pimashkov P.I., Tetelmin V.V. Biosfera i chelovek. Energetika vzaimodeistvia. [Biosphere and Man. Interaction Energy]. Moscow. LENAND. 2019. 336 p. ISBN 978–5–9710–6652–1. (in Russ.)
5. Kapitsa S.P. Paradoksi rosta. Zakony razvitiya chelovechestva. [Paradoxes of Growth. The Laws of Human Development]. Moscow. Alpina Non-Fiction. 2010. 70 p. ISBN 978–5–91671–047–2. (in Russ.)
6. Holdren J. Population and the energy problem. *Population and environment. Journal of Interdisciplinary Studies*. 1991. No. 3. P. 231–255.

7. Tetelmin V. V., Vasilenko A. B. *Sovremennaja energetika i energetika buduchego*. [*Modern Energy and Energy of the Future*]. Moscow. LENAND. 2018. 240 p. ISBN 978-5-9710-5170-1. (in Russ.)
8. Calhoun J. *Environment and Population: Problems and Adaptation*. An Experimental book integrating statements by 162 contributors. Praeger. 1983. 486 p. ISBN 0-275-90955-7.
9. Tetelmin V. V. Yazev V. A. *Osnovy prirodopolzovanija*. [*Fundamentals of Rational Nature Management*]. Moscow. Intellect. 2012. 288 p. ISBN 978-5-91559-122-5. (in Russ.)
10. Meadows D. L. *Predely rosta*. [*Limits of Growth*]. Moscow. 1990. 316 p. (in Russ.)
11. Tetelmin V. V., Pimashkov P. I. *Biosfera I chelovek. Globalnoje potepnenije*. [*Biosphere and Man. Global Warming*]. Moscow. LENAND. 2021. 336 p. ISBN 978-5-9710-7733-6. (in Russ.)

Information about the author:

Tetelmin Vladimir Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation.

Contact information: e-mail: v-tetelmin@rambler.ru; Elibrary Author ID: 450366.

Статья поступила в редакцию 11.02.2021, одобрена 20.05.2021, опубликована 30.06.2021.