

УДК 338.12(100)

Л. А. ПУЧКОВ (Горный институт НИТУ «МИСиС»)

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МИРОВЫХ КРИЗИСОВ



Л. А. ПУЧКОВ,
член-корр. РАН,
руководитель Центра
стратегических
исследований

Исследована динамика глобального энергопотребления (ГЭП). Установлены закономерности развития ГЭП, соответствующие принципу наименьшего действия. Показано, что такое развитие характеризуется прямолинейной функцией во времени, скорость роста ГЭП является постоянной величиной и составляет 150 млн т н. э. в год. Превышение этой величины является нарушением физических законов и приводит к кризисам. Установлена предельная величина избыточного ГЭП, при достижении которой наступает мировой кризис. Эта величина составляет 12,5 % оптимальной, соответствующей принципу наименьшего действия. Выявлена взаимосвязь оптимального ГЭП от численности населения Земли, что позволило определить вторую важную константу — нормативное потребление энергии в год на душу населения, составляющее 1,56 т н. э. Превышение этой величины также приводит к нарушению природного энергетического равновесия и формирует мировые кризисы. С позиций энергетической теории проведен анализ мировых кризисов с 1965 г. Показано, что главной и единственной причиной, вызывающей мировые кризисы, является избыточное ГЭП, другие причины являются вторичными.

Ключевые слова: глобальное энергопотребление, константы энергетического развития, мировые кризисы, избыточное энергопотребление.

DOI: <http://dx.doi.org/10.17580/gzh.2015.04.07>

Принято считать, что мировые кризисы в экономике являются следствием действия многочисленных факторов. Однако следует заметить, что какими бы серьезными ни были эти факторы, они отражают внутрисистемные события, тогда как мировой экономический кризис представляет собой глобальное явление в рамках цивилизации и, следовательно, должен рассматриваться на более высоком системном уровне.

Любая сложная система характеризуется не только обилием внутрисистемных взаимосвязей, но и взаимосвязями на общесистемном уровне, которые представляют собой наиболее важные закономерности, проявляющиеся на разных уровнях внутренних систем. Последние события в экономике, связанные с развитием кризиса, ставят вопросы более глубокого системного анализа мировой экономики. В работе [1], в частности, отмечается, что «...системный кризис не сводится к рецессии, росту безработицы или панике вкладчиков банков. Он состоит из ряда эпизодов и волн, охватывающих отдельные секторы экономики, страны и регионы». Задача систематизации кризиса заключается в том, чтобы из этой совокупности эпизодов, отдельных секторов экономики, экономики стран и регионов выявить такие закономерности, которые определяют движение всей глобальной экономической системы.

Экономика как система отличается тем, что на глобальном уровне не имеет системных закономерностей развития. Дело в том, что на глобальном уровне наиболее ярко проявляются физические законы развития мира, и для их открытия и практическо-

го использования необходимо оперировать физическими параметрами и физическими закономерностями. Системы, которые оперируют только внутренними параметрами, относятся к классу непараметрических систем, т. е. таких, у которых при наличии большого количества внутренних параметров и их взаимосвязей отсутствует главный закон развития системы.

Вышестоящей по отношению к глобальной экономической системе является только мировая энергетическая система, которая является объединяющей, первичной для всех остальных природных систем, по крайней мере в пределах Солнечной системы, характеризующейся центральным и единственным источником энергии, каковым является Солнце. С энергетической точки зрения экономика является системой, превращающей различные природные ресурсы в продукты нижестоящих систем, более отвечающие потребностям и возможностям человека. На **рис. 1** представлены закономерности глобального энергопотребления по видам энергоносителей [2].

Интегральное глобальное энергопотребление (ГЭП), очерченное верхней линией, отражает всю динамику внутренних взаимосвязей мировой энергетической системы. Рассмотрим функцию глобального энергопотребления подробнее (**рис. 2**). За период с 1965 по 2012 г. глобальное энергопотребление возросло с 4,2 до 12,6 млрд т н. э. Зависимость $E(t)$ является типичной экстремальной функцией. Так же, как и в работе [3], обработаем эту зависимость методом потенциальной функции, т. е. соединим точки глобальных минимумов. Можно видеть, что

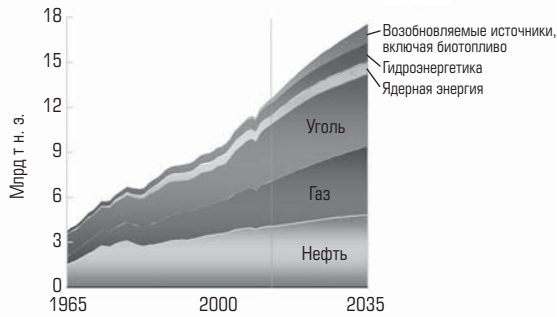


Рис. 1. Глобальное энергопотребление [2]

все точки с большой точностью ложатся на одну прямую линию, разделяющую весь интеграл ГЭП на две неравные части. Нижняя часть, составляющая более 95 % общего ГЭП, характеризуется устойчивым законом развития, верхняя часть представляет собой те эпизоды и волны [1], которые принято рассматривать как кризисные явления.

Таким образом, установлена прямолинейная зависимость устойчивого ГЭП от времени. Ее значимость определяется прежде всего тем, что она полностью соответствует принципу наименьшего действия в классической механике — одному из основных физических законов природы.

Этот факт только подчеркивает то обстоятельство, что эта зависимость является также определяющей и в глобальной экономике, поскольку именно потребляемая энергия является движущей силой экономики, что экономика является составной частью энергетической системы мира, и ее развитие должно описываться физическими закономерностями. В работе [3] аналогичная зависимость была установлена для минерально-энергетического потребления (угля, нефти, газа и урана), теперь же мы убеждаемся в том, что подобная закономерность справедлива для полного

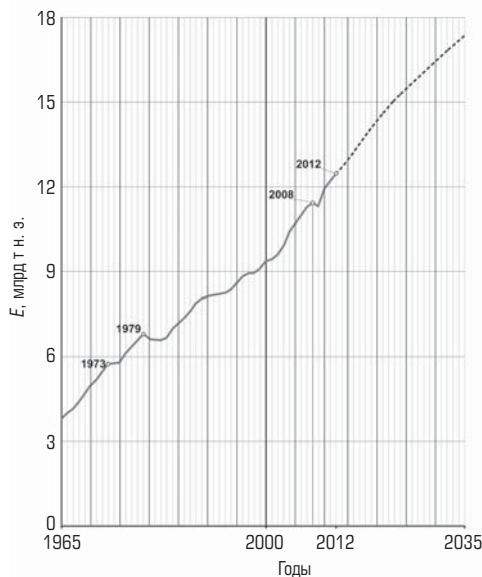


Рис. 2. Глобальное энергетическое потребление (1965–2012 — факт, 2012–2035 — прогноз) [2]

ГЭП, поскольку функция $E(t)$ интегрирует в себе также и гидроэнергию и все источники возобновляемой энергии, что является убедительным аргументом в пользу энергетической теории экономики. Запишем энергетическое уравнение соответствия глобального энергопотребления принципу наименьшего действия в виде

$$E = at, \tag{1}$$

где E — энергия, млрд. т н. э.; t — время, годы; a — коэффициент пропорциональности, млрд т н. э./год.

Коэффициент a представляет собой энергетическую константу ГЭП, сохраняющую свою величину с 1965 по 2012 г. и, как будет показано далее, на длительный прогнозный период. Ее численное значение составляет 0,15 млрд т н. э. в год. Другими словами, годовое приращение глобального энергопотребления, соответствующее физическому закону наименьшего действия, должно составлять 150 млн т н. э. Поскольку речь идет о законе природы, превышение этой величины неизбежно приводит к отрицательным последствиям. Принцип наименьшего действия в его экономическом понимании означает, что при развитии ГЭП по вышеуказанному закону затрачивается минимальная энергия на развитие цивилизации. Отклонение от этого закона означает нарушение фундаментально значимого для развития цивилизации закона природы со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Линейная зависимость закона ГЭП (1) не полностью раскрывает физическую картину движения энергии в мировой экономике. Необходимо понять, на достижение каких целей природной эволюции затрачивается энергия. Мировая экономика не только не отвечает на эти вопросы, но и не ставит их перед собой, ограничиваясь бесконечными калькуляциями краткосрочных и мало-значимых трендов и ситуаций с разными параметрами, весьма далекими от природных процессов развития цивилизации. В конечном итоге это формирует неопределенность не только в экономике, но и в тесно связанной с ней безопасности развития цивилизации. Для ответа на поставленный вопрос относительно целей природной эволюции рассмотрим, на развитие каких конкретных параметров мировой экономики направлено энергопотребление.

Принято считать, что главным таким параметром является глобальный ВВП, по которому оценивается экономическое развитие мира и каждой национальной экономики. Но если посмотреть на динамику его развития, то становится очевидным, что такой подход не может соответствовать целям природной эволюции планеты Земля. Главным основанием для такого утверждения является то обстоятельство, что в экономических прогнозах ВВП нет пределов роста, что не соответствует законам развития природы. Отсутствуют также какие-либо константы развития, не только характерные, но и обязательные для природных процессов, так как они задают долгосрочные закономерности развития системы любого уровня. Сама глобальная функция развития ВВП уже является источником неопределенности развития, приводящая, в частности, к мировым кризисам. Однако будучи распространенной на системы нижнего яруса, многократно усиливает неопределенность на уровне развития стран и в итоге на уровне человека — конечной системы нашего мира. Это можно видеть

по динамике такого индекса, как доход на душу населения (ДНД). Его показатель имеет настолько огромный разброс (по странам и тем более по конкретным душам населения), что характеризовать общую картину распределения ДНД в мире иначе, как хаотичную, невозможно.

Все это приводит к выводу, что взаимосвязь между развитием энергопотребления и другими параметрами необходимо искать только в среде природных факторов, на которые человек не оказывает глобального влияния. Таких факторов немало, но для экономики определяющим является рост численности населения Земли.

Численность населения Земли хорошо изучена историками, демографами и другими учеными [4, 5]. Результаты исследований убедительно свидетельствуют, что рост численности населения характеризуется природной закономерностью развития. Хотя различные события истории и деятельность отдельных государств, направленные на регулирование роста численности населения за счет повышения или понижения рождаемости, и оказывали некоторые локальные воздействия, глобальный рост подчиняется гиперболическому закону развития. Такой же закон проявляется и в отдельных странах, где регулирование осуществляется не только путем влияния на увеличение рождаемости и уменьшение смертности, но и посредством регулирования миграции населения.

Гипербола как функция имеет ряд характерных особенностей. В частности, она характеризуется наличием двух пересекающихся в центре асимптот [6]. Для равносторонней гиперболы асимптоты стремятся к осям X и Y . Откладывая по оси X время t , а по оси Y — численность населения P , построим гиперболу роста численности населения в диапазоне от 1840 до 2050 г. (рис. 3). Исходя из современных прогнозов, численность населения будет возрастать, приближаясь к вертикальной асимптоте — оси Y . Нулевое время t соответствует точке практического слияния гиперболы с ее асимптотой. В рамках принятых в настоящее время прогнозов нулевое время соответствует примерно 2048 г. Гипербола на рис. 3 выражается формулой $P = P_0/t$, где P_0 — численность населения, соответствующая нулевому времени.

Если на график, отражающий установленный закон глобального энергопотребления, наложить точки роста численности населения, фиксируется полное совпадение с прямолинейными законами энергопотребления в интервале времени до 2012 г., а в прогнозе — на весь период роста численности населения до P_0 (рис. 4). Прямолинейная зависимость $P = at$ объясняется тем, что восходящая часть гиперболы на рис. 3 хорошо аппроксимируется линейной функцией. Таким образом, наблюдается аналогия функций энергопотребления и роста численности населения. Отсюда устанавливается непосредственная взаимосвязь между численностью населения и ГЭП:

$$E = bP, \quad (2)$$

где коэффициент пропорциональности b представляет собой величину энергопотребления на душу населения Земли. Этот индекс также является физической константой, определяющей взаимодействие глобальных параметров развития мира, численное значение которого равно 1,56 т. н. э. на душу населения планеты в год. Именно эта величина энергопотребления соответствует

оптимальному развитию мировой экономики. Установленные законы (1) и (2) являются проявлением фундаментальных закономерностей развития экономики, от которых необходимо вести расчет всех остальных ее параметров. Поскольку параметры будут определяться на основе природных законов развития мира, они будут соответствовать оптимальным на каждом системном уровне мировой экономики. С введением в действие законов (1) и (2) экономика переводится из класса непараметрических в класс параметрических систем, что освобождает ее от множества неопределенных внутренних взаимосвязей и существенно повышает прозрачность и предсказуемость развития.

Законы (1) и (2) предоставляют также замечательную возможность исследования мировой динамики в более широком

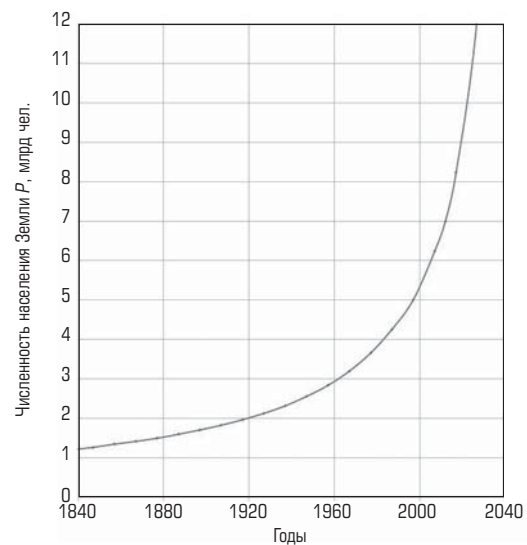


Рис. 3. Демографическая гипербола

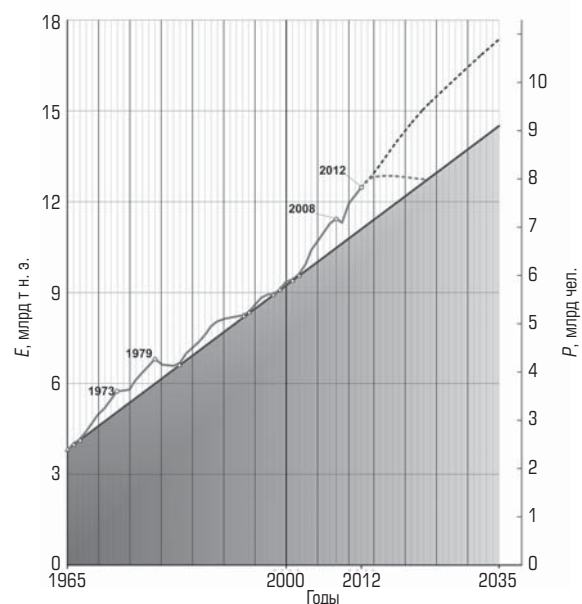


Рис. 4. Глобальное энергопотребление по принципу наименьшего действия

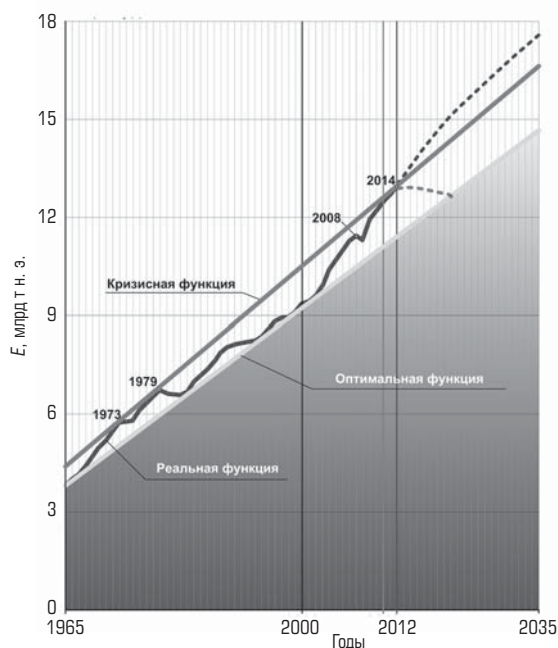


Рис. 5. Кризисное и оптимальное развитие ГЭП

аспекте. Численность населения в формуле (2) представляет собой не что иное, как биологическую массу человечества. Обозначая эту массу как M , можем видеть, что $M = mP$, где m — масса отдельного человека.

Биологическая масса каждого человека в настоящее время не измеряется, хотя это может иметь более важное значение, чем многие иные душевные показатели, поскольку биологическая масса, наряду с энергией и временем, является одной из начальных физических величин, определяющих развитие мира. Пока нет точных значений средней массы человека, примем ее ориентировочно равной 50 кг. В 2012 г. численность населения Земли составила 7 млрд человек, таким образом биологическая масса человечества составляет 350 млн т. С учетом введения в анализ биологической массы формула (2) представляется в более ясном физическом виде

$$E = bM/m. \quad (3)$$

Полученная формула является интерпретацией закона Эйнштейна, определяющего эквивалентность массы и энергии — одного из фундаментальных законов природы. Следовательно, в глобальном потреблении энергии в экономике действуют два фундаментальных закона природы: наименьшего действия и эквивалентности массы и энергии. Эти законы регулируют движение энергии в экономике и, следовательно, движение самой мировой экономики, а их нарушение на глобальном уровне приводит к мировым кризисам, а на уровне нижестоящих систем — к локальным кризисам.

Проблему кризисов рассмотрим на графике реальной функции глобального энергопотребления на **рис. 5**. Кризисы развиваются вследствие отклонения функции $E(t)$ от оптимального значения, определяемого законом (1). Выше было показано, что реальное энергопотребление в экономике не подчиняется физическим законам, и вследствие этого функция $E(t)$ всегда стремится

к избыточному значению, поскольку согласно экономическим канонам, чем выше значение глобального ВВП и, следовательно, глобального энергопотребления, тем лучше. Однако дело обстоит с точностью наоборот. На рис. 5 можно видеть развитие реальной функции энергопотребления. С 1967 по 1973 г. превышение характеризуется высоким темпом роста, и в 1973 г. избыточное энергопотребление достигает 12,5 % по отношению к оптимальному. В 1973 г. рост прекращается и возобновляется в 1975 г., достигая превышения в 12,6 % в 1979 г. В 1979 г. происходит резкий перелом функции, и она устремляется вниз к оптимальному значению. Это означает, что величина избыточного энергопотребления в 12,6 % по отношению к оптимальному значению, определяемому законом наименьшего действия, является критической и недопустимой с позиции законов природы. В экономической литературе описанный кризис связан с арабо-израильским противостоянием, но автор статьи сознательно не связывает эти события с экономическим кризисом, поскольку они являются вторичными по отношению к главной и единственной причине мирового кризиса — избыточному энергопотреблению в нарушение фундаментальных законов природы.

В 1983 г. глобальное энергопотребление возвратилось на оптимальный уровень. Страны, виновные в развитии избыточного энергопотребления, были «наказаны» — производство сократилось на 20–40 %. В развитии энергопотребления произошла перезагрузка, основным элементом которой стало стремление к повышению энергоэффективности производства, которое приводит к снижению энергопотребления. Тем не менее уже в 1983 г. наблюдается новое повышение глобального потребления энергии, которое продолжается до 1989 г., затем происходит его падение по уже знакомому сценарию — реальная функция $E(t)$ стремится к оптимальному значению и достигает его в 1994 г. В 1983–1990 гг. глобальное энергопотребление повышалось в основном в развивающихся странах, из них только СССР находился на уровне потребления, превышающем оптимальный. За этот период потребление энергии в стране увеличилось на 18 % при повышении общего глобального потребления на 22,7 %, что спровоцировало локальный экономический кризис, эпицентром которого стал Советский Союз. Максимальный уровень глобального избыточного энергопотребления в 1989 г. составил 8,2 %, что было явно недостаточно для развития глобального кризиса, но достаточно для локального. В обширной литературе, анализирующей многочисленные причины распада СССР, не находится места для такой причины, как избыточное энергопотребление, однако факты говорят, что такая причина существовала и оказала серьезное влияние на процесс разрушения СССР. В 1994 г. уровень глобального энергопотребления достиг оптимального, предопределенного природой, т. е. линии оптимальной функции $E(t)$.

Период с 1994 по 2002 г. не отличался заметными кризисными проявлениями, рост энергопотребления фактически был пропорционален увеличению численности населения. С 2002 г. избыточное глобальное потребление снова пошло вверх — началось формирование новой кризисной ситуации.

С 2002 по 2008 г. ГЭП повышалось с темпом до 1,5 % в год, увеличившись по сравнению с оптимальным на 8,5 %. В 2008 г. фиксируется некоторое падение ГЭП, но с 2009 г. повышение продолжается, хотя и в несколько меньшем темпе. Сложилась ситуация, почти полностью повторившая картину 1973 г. Причины отклонения ГЭП от заданного мировой экономикой темпа роста в 1973 и 2008 гг. различны, однако представляется, что эти отклонения являются неким сигналом, что дальнейшее повышение ГЭП приведет к более опасной ситуации. Мировая экономика развивается по своим законам, существенно отличающимся от законов природы, поэтому должной реакции на эти ситуации не было. В 2012 г., как и в 1979 г., ГЭП достигает критического уровня в 12,5 %, и становится ясным, что энергетический потенциал мирового кризиса сформирован, осталось только придать импульс резкому повороту функции энергопотребления в сторону его падения. Это и произошло в 2014 г. Вновь оставим в стороне реальные события, которые экономика называет причинами кризиса, поскольку совершенно ясно, что они вторичны, тогда как первичной и единственной причиной кризиса является недопустимое, с позиции природной эволюции, избыточное потребление энергии мировой экономикой. Ясно также, что падение будет продолжаться до оптимального уровня, соответствующего принципу наименьшего действия, т. е. до потребления, равного 1,56 т н. э. в год на душу населения планеты.

Вопрос заключается в том, каким образом падение ГЭП распределится по отдельным странам и по разным энергетическим ресурсам. Ответ на этот вопрос может быть дан путем решения дифференциальных уравнений, следующих из закона ГЭП (1). На основе таких решений можно определить локальные функции развития энергопотребления в разных странах, соответствующие

законам природного развития как в кризисный, так и в посткризисный периоды. Пока же можно уверенно утверждать, что кризис затронет и главных виновников избыточного энергопотребления в мире, к которым прежде всего относятся США. Огромный государственный долг США представляет собой не что иное, как кредит, взятый у природы в виде избыточного энергопотребления за многие годы, и наступило историческое время его возврата. Другие страны, отличающиеся избыточным потреблением энергии, также понесут потери, пока мировое равновесие не будет достигнуто, и ГЭП не возвратится на оптимальный уровень.

Библиографический список

1. *May V. A., Ulyukaev A. V.* Глобальный кризис и тенденции экономического развития // Вопросы экономики. 2014. № 11.
2. *Statistical Review of World Energy 2014. The BP Energy Outlook 2035.* URL: <http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/energy-outlook/outlook-to-2035.html>. (дата обращения 22.04.2014).
3. *Пучков Л. А.* Прогноз минерально-энергетического потребления при бескризисном развитии экономики // Горный журнал. 2014. № 7. С. 45–48.
4. *Капица С. П.* Сколько людей жило, живет и будет жить на Земле. — М., 1999. — 134 с.
5. *Бродель Ф.* Что такое Франция? — М., 1995. Кн. 2 : Люди и вещи. Гл. 4.1 : Численность народонаселения и ее колебания на протяжении веков. — 244 с.
6. *Корн Г., Корн Т.* Справочник по математике для научных работников и инженеров. — М. : Наука, 1973. — 832. **л**

*Пучков Лев Александрович,
e-mail: nok@mail.ru*

«GORNYI ZHURNAL»/«MINING JOURNAL», 2015, № 4, pp. 41–45	
Title	Energy and global crisis
DOI	http://dx.doi.org/10.17580/gzh.2015.04.07
Author 1	Name & Surname: Puchkov L. A.
	Company: Mining Institute, National University of Science and Technology MISiS (Moscow, Russia)
	Work Position: Corresponding Member RAS, Head of Strategic Research Center
	Contacts: nok@mail.ru
Abstract	The study focuses on the dynamics of energy consumption in the world. The mechanisms of the energy consumption growth corresponding to the laws of the least action are defined. It is shown that the growth of the global consumption of energy is characterized by a linear function of time, the energy consumption growth rate is a constant value equal to 150 Mt of oil equivalent per year. Exceeding of this value leads to infringement of physical laws and results in a crisis. The threshold overconsumption of energy in the world, upon reaching of which the world crisis begins, is defined. This value makes 12.5 % of the optimal energy consumption in accordance with the law of the least action. The found dependence between the optimal energy consumption in the world and the Earth population has allowed finding another important index—the annual energy demand per capita, which is 1.56 t of oil equivalent. This value corresponds to the optimal economic advancement in the world. Exceeding of this value also results in disturbance of natural energy equilibrium and the world crisis. From the standpoint of the energy theory, the causes of the global crisis events over the period from 1965 up till now have been analyzed. It is shown that the main (and the only) cause of a world crisis is the energy overconsumption, the other causes being secondary.
Keywords	Global energy consumption, energy development constants, world crisis, excess energy consumption.
References	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>May V. A., Ulyukaev A. V.</i> Globalnyy krizis i tendentsii ekonomicheskogo razvitiya (Global crisis and tendencies of economic development). <i>Voprosy ekonomiki = Problems of economics</i>. 2014. No. 11. 2. <i>Statistical Review of World Energy 2014. The BP Energy Outlook 2035.</i> Available at: http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/energy-outlook/outlook-to-2035.html. (accessed: April 22, 2014). 3. <i>Puchkov L. A.</i> Prognoz mineralno-energeticheskogo potrebleniya pri beskrisisnom razvitiy ekonomiki (Forecast of mineral-energetic consumption with unlimited development of economics). <i>Gornyy Zhurnal = Mining Journal</i>. 2014. No. 7. pp. 45–48. 4. <i>Kapitsa S. P.</i> <i>Skolko lyudey zhilo, zhivet i budet zhit na Zemle</i> (How many people lived, live and will live on Earth). Moscow, 1999. 134 p. 5. <i>Fernand Braudel.</i> <i>Chto takoe Frantsiya?</i> (The Identity of France). <i>Kniga 2: Lyudi i veshchi. Glava 4.1: Chislennost narodonaseleniya i ee kolebaniya na protyazhenii vekov</i> (Book 2: People and Production. Chapter 4.1: Population and its changes for the centuries). Moscow, 1995. 244 p. 6. <i>Korn G., Korn T.</i> <i>Spravochnik po matematike dlya nauchnykh rabotnikov i inzhenerov</i> (Mathematical Handbook for scientists and engineers). Moscow : Nauka, 1973. 832 p.