

УДК 330.341: 338.45

¹*Е.Е. Кабанова*, ²*Е.В. Дуплий*

¹Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Финансовый университет при Правительстве РФ», Москва, email: kabanovae@list.ru

²Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный социальный университет (РГСУ)», Москва, email: e-4994928284@yandex.ru

ПИКИ МИРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОДУКТОВ – ИСТОРИЧЕСКИЙ ДИСКУРС И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

Ключевые слова: добыча полезных ископаемых, мировая экономика, пики производства, пики ресурсов, подушевые показатели, пределы роста, промышленное производство.

Предметом исследования статьи является добыча полезных ископаемых и производство важнейших промышленных продуктов в мировом масштабе. В работе проведён ретроспективный анализ динамики промышленного производства и его ресурсного обеспечения в непосредственной связи с изменением численности мирового народонаселения. Исследование пиков и соотнесение их с перспективами дальнейшего экономического развития и поддержания роста мирового потребления. В ходе работы применялись такие методы общенаучного познания как анализ и синтез, а также графический и табличный методы обработки информации. В результате исследования построены статистические временные ряды добычи и производства ряда важнейших полезных ископаемых и промышленных продуктов, выявлена связь пиков производства и добычи с мировыми кризисными явлениями в экономике. Даются прогнозы дальнейшего развития мировой экономики на основании информации о доступности ресурсной базы для обеспечения растущих потребностей мирового народонаселения и поддержания привычного уровня жизни. В ходе работы установлено, что снижение потребления ресурсов в странах Запада по причинам деиндустриализации, повышения эффективности производства и отрицательных демографических показателей нивелируется экономическим ростом в развивающихся государствах. Поэтому пик производства многих видов сырья, в том числе в расчёте на душу населения, пока не достигнут. В энергетике наблюдается перенос фокуса с добычи углеводородов в направлении возобновляемой и газовой энергетики. Однако, нет оснований полагать, что возобновляемые источники в полной мере смогут удовлетворить растущие потребности цивилизации в энергии на фоне постепенного отказа от атомной энергетики и недостаточного внимания, уделяемого развитию гидроэнергетики. Исходя из текущих тенденций, ожидается постепенное нарастание проблемы доступа к дешёвым энергоресурсам и наступлению энергоголода в ближайшие десятилетия в ряде стран мира по мере исчерпания месторождений углеводородов.

¹*Е.Е. Kabanova*, ²*E.V. Dupliy*

¹Federal State Educational Budgetary Institution of Higher Education «Financial University under the Government of the Russian Federation», Moscow, email: kabanovae@list.ru

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian State Social University (RSSU)”, Moscow, email: e-4994928284@yandex.ru

PEAKS OF THE WORLD PRODUCTION OF RAW MATERIAL RESOURCES AND INDUSTRIAL PRODUCTS – HISTORICAL DISCOURSE AND PROSPECTS FOR FURTHER DEVELOPMENT

Keywords: mining, world economy, production peaks, resource peaks, per capita indicators, growth limits, industrial production.

The subject of the research of the current article is the extraction of minerals and the production of the most important industrial products on a global scale. The paper provides a retrospective analysis of the dynamics of industrial production and its resource provision in direct connection with the change in the world population. Study of peaks and their correlation with the prospects for further economic development and maintaining the growth of world consumption. In the course of the work, such methods of general scientific knowledge as analysis and synthesis, as well as graphical and tabular methods of information processing were used. As a result of the study, statistical time series of extraction and production of a number of the most important minerals and industrial products were constructed, and the relationship between production and production peaks and global economic crises was revealed. Forecasts are given for the further development

of the world economy based on information on the availability of the resource base to meet the growing needs of the world population and maintain the usual standard of living. In the course of the work, it was found that the decline in resource consumption in Western countries due to deindustrialization, increased production efficiency and negative demographic indicators is offset by economic growth in developing countries. Therefore, the peak of production of many types of raw materials, including per capita, has not yet been reached. In the energy sector, there is a shift in focus from hydrocarbon production to renewable and gas energy. However, there is no reason to believe that renewable sources will be able to fully meet the growing energy needs of civilization against the background of the gradual abandonment of nuclear energy and insufficient attention paid to the development of hydropower. Based on current trends, a gradual increase in the problem of access to cheap energy resources and the onset of energy starvation in the coming decades in a number of countries of the world are expected as hydrocarbon deposits are depleted.

Исследование закономерностей и перспектив производства сырьевых и промышленных продуктов даёт важные статистические оценки прошлого, текущего и будущего развития, как отдельных государств, так и человеческой цивилизации в целом. Основой стабильного развития и благополучного социально-экономического состояния является беспрепятственный доступ к необходимому количеству ресурсов (в первую очередь энергетических), которые позволяют обеспечить растущие потребности мирового населения в промышленных товарах. Последние, в конечном счёте, либо расходуются непосредственно на обеспечение населения благами цивилизации, либо участвуют в дальнейших циклах выпуска товаров прямого потребления.

Популярный тезис о снижении энергоёмкости и ресурсоёмкости ВВП при ближайшем рассмотрении выглядит достаточно неоднозначно. Конечно, есть определённые успехи в энергосбережении отдельных направлений в экономике. Но в целом, например, в России, с 2008 г. процесс снижения энергоёмкости ВВП остановился [1]. Принимая во внимание практически неизменное количество жителей в России, можно отметить, что энергопоток на душу населения в целом остаётся неизменным. Это же касается и ряда других развитых государств, где процесс интенсификации потребления ресурсов практически или полностью остановился (поскольку рост населения в них незначителен, либо отрицательный) и сопровождается аналогичными малозначимыми изменениями величины промышленного производства и повышением его эффективности. Однако, это касается лишь развитых государств, тогда как основная часть

населения проживает в развивающихся странах. Поэтому увеличение народонаселения в целом вызывает опережающий рост спроса на ресурсы. Это происходит в связи с тем, что малоразвитые страны постепенно снижают разрыв с развитыми странами по уровню потребления, а это усиливает эффект ресурсоёмкости от увеличения числа жителей планеты в целом. Из примеров таких государств можно назвать Китай, Индию, Вьетнам, Индонезию, которые входят в число крупнейших по численности населения государств, и которые быстро двигаются по пути экономического роста. Что вызывает и соответствующий опережающий рост потребления сырья. Однако, наблюдается и встречный процесс – деиндустриализации и снижения численности населения некоторых ведущих в экономическом плане стран Запада, в частности, ряда стран Европы и Японии. И эта тенденция усилилась в пандемию 2019-2020 гг.

Ключевым видом ресурсов, обеспечивающим в современном мире не только стабильность отдельных государств, но и их экономическое и политическое значение, являются энергоресурсы – нефть, газ, уголь. Сюда также можно включить электроэнергетический потенциал, в который в том числе входит атомная и гидроэнергия, стабильные (в отличие от солнечной и ветряной генерации) источники энергии для экономики [2]. Особую важность добычи природных ресурсов для мировой экономики, международных сравнений этих показателей и исследования пиков их производства подчёркивали А. В. Иванищев и А. А. Пермяков [3], Кикилашвили К. В. [4], Цыпин А.П. и Овсянников В.А. [5], А. А. Макаров [6], Соловьёва Ю.В. [7], Ульянин Ю.А. [8]. В целом перечисленные авторы

склоняются в своих выводах, либо цитируют прогнозы экспертных организаций о том, что пик добычи большей части ресурсов ещё не достигнут. Существенным недостатком перечисленных авторских публикаций является отсутствие расчётов на душу населения, хотя именно этот показатель имеет решающее значение в связи с постоянно растущим количеством жителей на Земле. В текущей работе этот недочёт будет устранён.

Цель исследования

Тенденция роста потребления ресурсов выражается в общем повышении давления на ресурсную базу и окружающую среду. В какой-то момент наступает пик производительности по отдельным видам сырья, вызванный исчерпанием легкодоступных месторождений. Как следствие, возникает нарастающий с разной скоростью дефицит, в том числе и продуктов переработки, сопровождающийся ростом цен и очередными движениями в сторону попыток повышения доступности оставшейся сырьевой базы. Не исключениями являются в таких случаях экономическое и политическое давление на страны, внутренние и военные конфликты, истинная причина которых может быть скрыта под различными предложениями.

Таким образом, исследуя динамику производства важнейших сырьевых и промышленных продуктов, можно с одной стороны ближе продвинуться к пониманию природы экономических кризисов прошлых лет, а с другой – получить дополнительные данные для прогнозирования их в будущем.

Материал и методы исследования

Исходя из необходимости расширения взгляда на исследование пиков производства в мировой индустрии, в настоящей статье приводятся временные ряды производства ряда не только сырьевых, но и промышленных товаров, имеющих важнейшее значение для мировой экономики. В целом рассмотрены: добыча нефти, природного газа, угля, генерация электроэнергии (отдельно указаны безуглеродные источники электрогенерации). Кроме энергоресурсов рассмотрен выпуск следующих базовых промышленных продуктов: цемента, сырья для производства удобрений (калийных солей и фосфора),

выплавка стали и ряда цветных металлов, в том числе лития и редкоземельных элементов, имеющих особое значение в современной индустрии электротранспорта и возобновляемой энергетики.

В качестве источников данных были использованы: отчёты BP Statistical Review of World Energy 2022, Геологической Службы США (USGS), Steel Statistical Yearbook, база данных ОЭСР (OECD), Ежегодники Большой Советской Энциклопедии и сборники Народное Хозяйство СССР (за период до 1990 г.), а также ежегодники «Россия и страны мира» разных лет издания.

Результаты исследования и их обсуждение

Энергетические ресурсы

Как уже было сказано выше, доступ к энергетической базе является главным сырьевым фактором успешного экономического развития любого государства. Как отмечал Трубицин О. К. [9], каждый уровень развития производства основывается на своём ключевом виде топлива, и в процессе энергоперехода мы можем наблюдать изменение основного вида энергоресурса, на котором основывается развитие в данный отрезок времени. По мнению Трубицина О. К., международная элита разуверилась в возможностях дальнейших энергетических переходов и будет концентрировать внимание на снижении рождаемости человечества в целом, сокращении потребления ресурсов. То есть – на регрессивных моделях развития цивилизации. Хотя возможности, например, бриднерной ядерной энергетики и замкнутого топливного цикла при определённых условиях может в значительной степени нивелировать исчерпание традиционной углеводородной базы [8]. Также недостаточно освоены гидроресурсы, запасы торфа [10]. Однако, эти перспективные направления энергоперехода тормозятся либо искусственно, либо в связи с низкой экономической целесообразностью текущего времени.

Для статистического подтверждения взглядов Трубицина О. К. на политику мировой элиты рассмотрим динамику добычи углеводородного сырья, как в абсолютном выражении, так и в расчёте на душу населения (см. рис. 1 и 2).

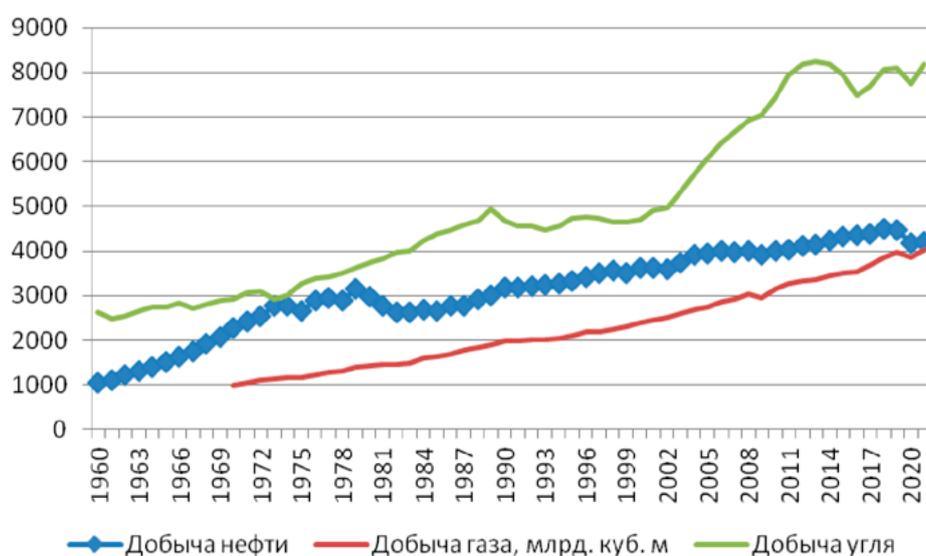


Рис. 1. Динамика мировой добычи углеводородного сырья в 1960-2021 г.г., млн. тонн

Источник: составлено авторами по материалам исследования.

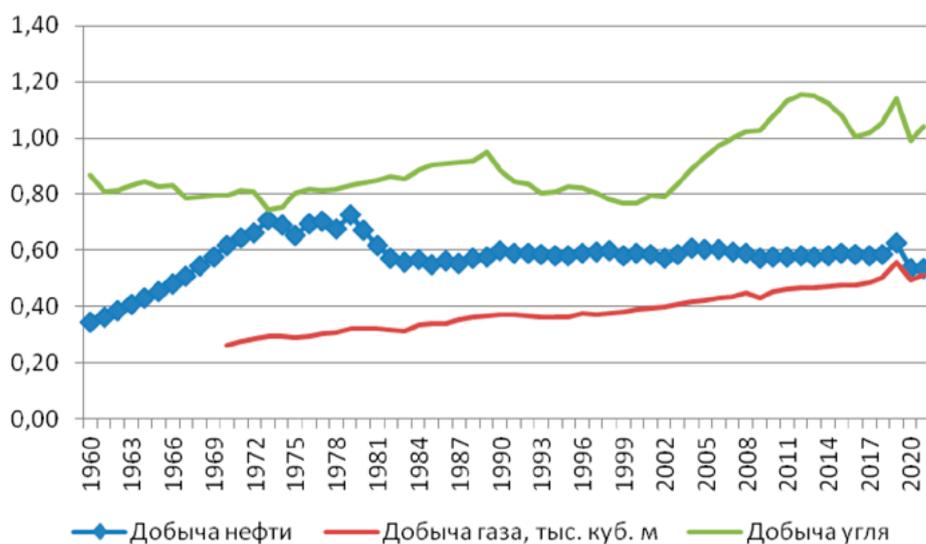


Рис. 2. Динамика мировой добычи углеводородного сырья в 1960-2021 г.г., тонн на душу населения

Источник: составлено авторами по материалам исследования.

Как видно из рисунка 1, в абсолютном выражении добыча углеводородного сырья до последнего времени в целом демонстрировала рост, хотя его характер для отдельных видов сырья был неоднозначен. Если график роста добычи газа стабилен на всём исследуемом периоде,

то нефтедобыча после Арабо-Израильского конфликта 1973 г. демонстрировала стагнацию производства в течение почти двух последующих десятилетий. И лишь к началу 90-х г.г. вернулась к стабильному повышению показателей извлечения нефти из недр.

Добыча угля росла вплоть до 1990 г. Распад СССР прервал динамичное развитие угледобычи в мировом масштабе, и общий кризис угледобычи на фоне экономических преобразований Постсоветского пространства продолжался более 10 лет. Только начавшийся экономический подъём в Китае, основанный на легкодоступных угольных ресурсах, с начала 00-х г.г. показал взрывной рост добычи. Однако, быстрая выработка ресурсов уже с 2012 г. привела к стагнации добычи. Другими словами, пик угля в абсолютном исчислении добычи был пройден 10 лет назад.

Теперь взглянем на показатели в выражении на душу населения (рисунок 2).

Рисунок 2 раскрывает достаточно любопытную информацию. Угледобыча с 1960 г. по примерно начало 00-х г.г. в расчёте на душу населения была в целом стабильна с небольшими отклонениями год от года и незначительным повышением в 80-е г.г. Экономический скачок в Китае даёт лишь относительно небольшую прибавку в 00-е г.г. Причём пик угледобычи на душу населения был пройден в 2012 г. – десятилетие назад. Соответственно, дешёвый уголь для дальнейшего ускоренного развития Китая уже закончился и может лишь поддерживать текущий уровень потребления со слабовыраженной тенденцией к снижению.

Пик нефтедобычи же был достигнут в 1979 г., затем в течение всего лишь трёх лет последовало обрушение показателя до стабильного уровня настоящего времени. То есть, нефть уже с конца 60-х г.г. не обеспечивает увеличение энергопотребления на душу населения в мировом масштабе, а весь прирост последних 40 лет приходится на другие виды энергетических ресурсов.

Только добыча газа показывает стабильную положительную динамику на всём протяжении исследуемого периода. Таким образом, опасения мировой элиты, сформулированные Трубициным О. К. как необходимость сокращения потребления в силу исчерпания энергоресурсов, не лишены логического основания. Действительно, если принимать во внимание рост численности населения, то подушное производство энергоресурсов за последние 60 лет выглядит

не очень обнадёживающе. Угля, за счёт Китая, в мире в целом стали добывать чуть больше, нефти – заметно меньше. И фактически растущие потребности в сырьевых энергоресурсах в будущем могут быть удовлетворены лишь за счёт дальнейшего роста добычи газа. Хотя газодобыча, скорее всего, уже в ближайшем будущем будет неспособна заместить снижение выработки месторождений нефти и угля.

Электроэнергетика

Будет излишним говорить о важности электроэнергии в современной экономике и быту. Можно лишь отметить, что рост генерации электроэнергии – это неременный атрибут социального, промышленного и научно-технического прогресса, что хорошо проиллюстрировано на рисунке 3.

Рисунок 3 отражает нарастающий рост мировой электрогенерации в абсолютном выражении. Как будет показано на рисунке 4 ниже, подушное показатели также постоянно растут, что отражает выравнивание в разнице в уровне жизни развитых и развивающихся государств – последние постепенно догоняют более успешные экономики. В связи с этим, ожидаемый пик производства электроэнергии, очевидно, наступит позднее пика численности населения.

Также на рисунке 3 видна негативная тенденция отказа от атомной энергетики (пик генерации в 2005 г.) и относительно медленное развитие гидроэнергетики. Соответственно, основная часть прироста генерации до 2021 г. приходилась на тепловую и возобновляемую энергетику (ВИЭ). Причём ВИЭ-генерация демонстрирует взрывной рост, начиная со второй половины 00-х г.г.

Рисунок 4 в целом повторяет информацию рисунка 3, лишь деградация атомной энергетики за последние десятилетия в мировом масштабе просматривается более чётко. Также можно отметить, что гидрогенерация на протяжении последнего полувека в расчёте на душу населения в целом стабильна, лишь немного опережая прирост населения. То есть, прирост показателей в увязке с ростом численности жителей обеспечивается на протяжении исследуемого периода тепловой энергетикой.

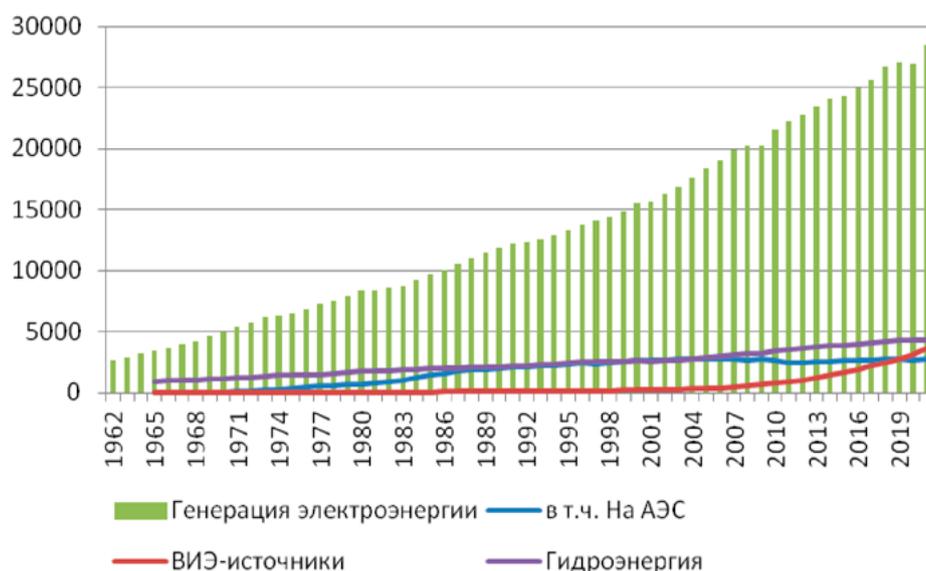


Рис. 3. Динамика мировой генерации электроэнергии в 1960-2021 г.г., млрд. кВт*ч
 Источник: составлено авторами по материалам исследования.

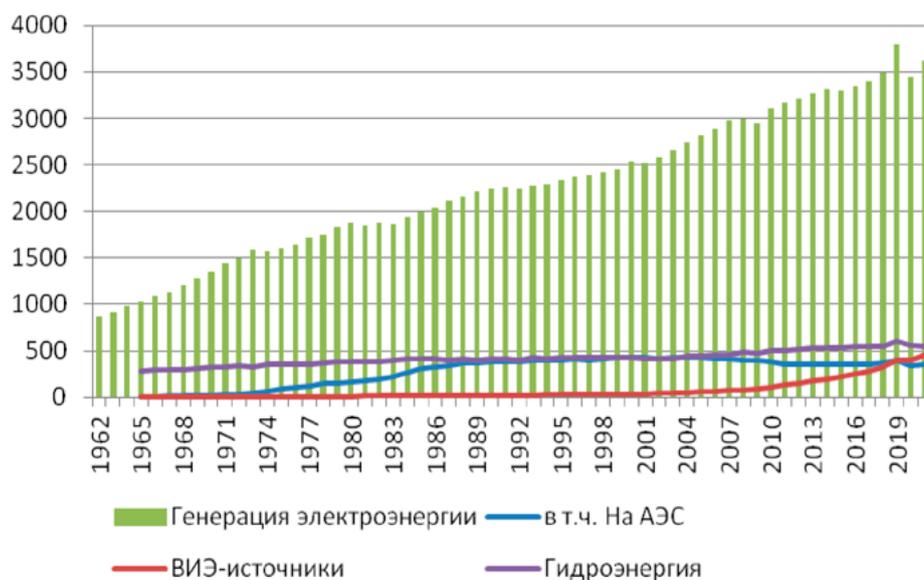


Рис. 4. Динамика мировой генерации электроэнергии в 1960-2021 г.г., кВт*ч на душу населения
 Источник: составлено авторами по материалам исследования.

Лишь в последние годы наблюдается рост «зелёной» энергетики, который, впрочем, не даёт ощутимого эффекта для показателя генерации на душу населения в целом. Очевидно, возобновляемые источники заменяют выбытие АЭС и замедление ввода мощностей углеродной энергетики.

В подушевом исчислении пик генерации электроэнергии (в том числе на ГЭС) был достигнут в 2019 г., затем на показатель оказала ощутимое влияние пандемия COVID-19. Однако, есть все основания предполагать, что к 2024 г. доковидные значения будут достигнуты.

Пик атомной генерации на душу населения пройден в 2001 г. Последующий отказ ряда развивающихся стран от развития энергии атома в пользу солнечной и ветрогенерации привёл к резкому ухудшению показателей работы АЭС. В Китае развитие программы ядерной энергетики такжекратно ниже вложений в возобновляемые источники энергии. Очевидно, это направление не рассматривается как приоритетное ни в одной из стран мира.

Металлы

Производство металлов и химического сырья с точки зрения компактности предоставления информации целесообразно показывать в расчёте только на душу населения. Это касается данных рисунков 5, 6, 7 и 8 ниже.

Несмотря на то, что все виды металлов применяются в современной экономике, сталь, алюминий и медь можно обобщённо назвать «традиционными» продуктами металлургии в противовес «современным» – литию, никелю и редкоземам (РЗМ), которые имеют особое значение в производстве аккумуляторов, солнечных батарей и ветрогенераторов. Поэтому на рисунках эти условные виды металлов показаны отдельно.

На рисунках 5 и 6 можно заметить тенденцию сокращения выплавки «традиционных» стали, меди, алюминия. А также никеля с середины 70-х г.г. вплоть до начала промышленной революции в Китае с начала 00-х г.г. Другими словами, в металлургии, если брать в расчёт рост населения, с Арабо-Израильского конфликта 1973 г. вплоть до начала 00-х г.г. наблюдалась стагнация производства. Данные рисунков свидетельствуют о переносе фокуса мирового развития из традиционных промышленных центров Европы и Северной Америки в Азию, страны которой развиваются опережающими темпами, обеспечивая рост подушевых показателей выплавки металлов в мировом масштабе. Будет излишним отметить, что выплавка стали на душу населения по данным Steel Statistical Yearbook в Китае намного опережает аналогичные показатели для России, США, Германии, ряда других крупных

европейских государств и в 2020 г. превысило показатели Японии (755 кг против 659 кг). То есть, лишь рост производства в Китае позволил преодолеть пики производства металлов 1973 г., и максимумы производства наблюдались в доковидный 2019 г.

В то же время динамика производства РЗМ и лития – главных элементов для выпуска оборудования для возобновляемой энергетики – демонстрирует впечатляющий рост за последнее десятилетие (см. рисунок 6). Это свидетельствует о значительном росте потребления в секторе производства солнечных панелей и ветрогенераторов, а также элементов аккумуляции энергии, который характеризуется и ростом выработки электроэнергии в «зелёном» секторе, что видно на рисунках 3 и 4 выше. Таким образом, казалось бы пройденные в 2006-07 г.г. пики производства никеля и РЗМ, были преодолены несколько лет назад. Судя по повышающемуся спросу на распределительную и ВИЭ-генерацию, производство этих «современных» металлов будет расти в обозримом будущем. Это же касается и лития, значительный рост спроса на который наблюдается с 2016 г. – всего за 6 лет его производство выросло втрое.

Химическое сырьё

Калийные соли и фосфор являются несинтезируемым искусственно сырьём и не могут быть вторично переработаны как, например, металлы, и расходуются практически безвозвратно. Поэтому исчерпание месторождений будет иметь катастрофические последствия для сельского хозяйства. А динамика их добычи должна находится в примерном соответствии с ростом населения.

Как видно на рисунке 7, добыча калийных солей и фосфоритов увеличивалась вплоть до середины 70-х г.г., затем наступил период стагнации до 1990 г. Поворотным моментом вновь стал Арабо-Израильский конфликт, после которого рост потребления в расчёте на душу населения прекратился. А увеличение добычи в абсолютном значении лишь компенсировало рост мирового населения.

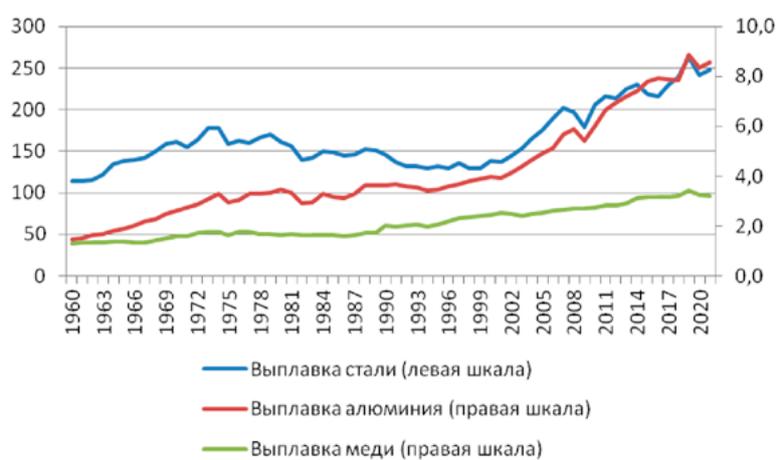


Рис. 5. Динамика мирового производства металлов в 1960-2021 г.г., кг на душу населения

Источник: составлено авторами по материалам исследования

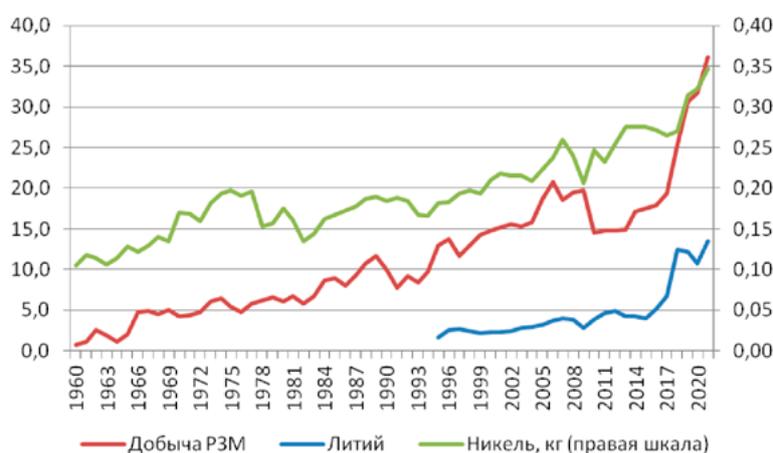


Рис. 6. Динамика мирового производства металлов в 1960-2021 г.г., грамм на душу населения

Источник: составлено авторами по материалам исследования.

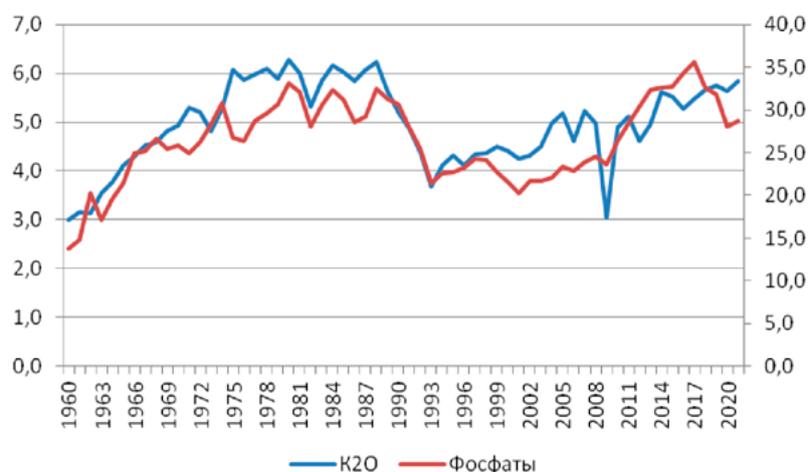


Рис. 7. Динамика мировой добычи калийных солей (по содержанию K2O) и фосфатов (валовая добыча) в 1960-2021 г.г., кг на душу населения

Источник: составлено авторами по материалам исследования.

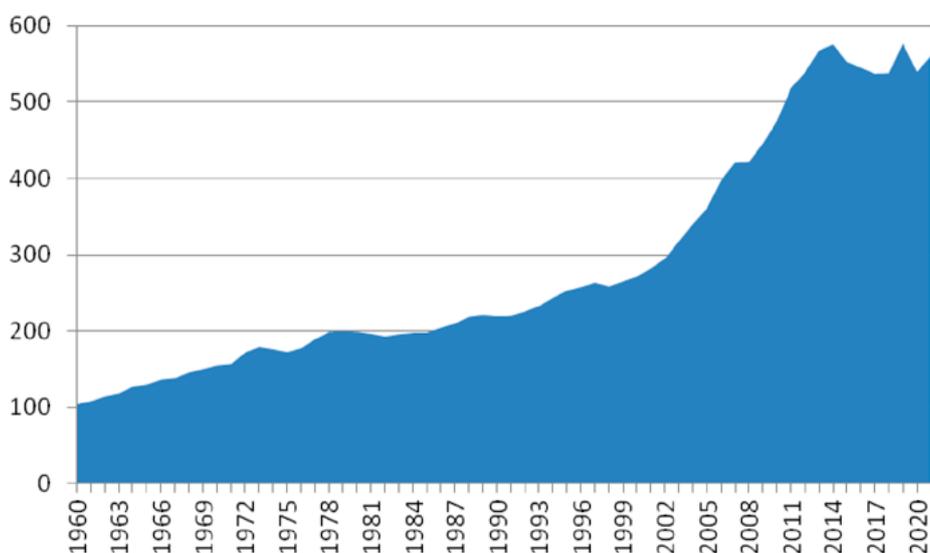


Рис. 8. Динамика мирового производства цемента в 1960-2021 г.г., кг на душу населения

Источник: составлено авторами по материалам исследования.

Распад СССР повлёк за собой обвальное падение показателей на уровне середины 60-х г.г., поскольку прекратилась активная химизация почв на территории бывшего СССР. Однако, с середины 00-х г.г. вновь наблюдается рост добычи, поскольку с одной стороны постепенно восстанавливаются объёмы внесения удобрений на территории постСССР, а с другой – сказывается интенсификация сельского хозяйства в Китае, где потребление калийных удобрений с 2002 по 2020 г.г. выросло вдвое, фосфатов – в полтора раза. Именно Китай является крупнейшим потребителем удобрений, который имеет наибольшее влияние на динамику общемировых показателей.

Цемент

Потребление цемента является отражением инвестиционной активности и даёт объективное понимание динамики социально-экономических процессов как в отдельных странах, так и в мире в целом.

На рисунке 8 хорошо заметны основные мировые кризисы, вызывающие на некоторое время стагнацию производства цемента – это Арабо-Израильский конфликт 1973 г., кризис 1979 г.,

распад СССР в 1990 г., Азиатский финансовый кризис 1997-1998 г.г., мировой кризис 2008-2009 г.г. Но поворотным моментом в историческом росте производства цемента на душу населения стал пик 2014 г., после которого рост прекратился полностью.

Есть все основания полагать, что пик цемента (в расчёте на душу населения) в мире пройден, поскольку свыше 60% производится в Китае, а рост потребления цемента в этой стране в последнее десятилетие примерно стабилен. Китай в силу начавшегося сокращения численности населения уже не сможет обеспечивать экономический рост в длительной перспективе, соответственно, не испытывая необходимости в значительном социально-культурном, инфраструктурном и промышленном строительстве.

Выводы

Не смотря на интенсивную добычу полезных ископаемых, на Земле ещё достаточно экономически доступных ресурсов. Это подтверждается рядом статистических наблюдений в текущей статье – пики добычи и производства ряда ископаемых и промышленных продуктов ещё не пройдены, следовательно, возможности обеспечения растущего

населения планеты основными видами промышленной продукции не исчерпаны. Хотя уже в достаточно отдалённом прошлом достигнуты пики производства в расчёте на душу населения по нефти, углю, калийным солям в атомной энергетике. Отчасти снижение доступности энергоресурсов компенсируется развитием газовой и возобновляемой электрогенерации. А снижение добычи калийных солей компенсируется увеличением технологичности сельского хозяйства за счёт применения средств защиты растений, интенсивное применение которых относится к 80-м г.г. XX в. – когда наблюдалось некоторое снижение добычи калия и фосфора из недр.

По приведённым в статье материалам, утверждения о невозможности следующего энергоперехода с целью продолжения дальнейшего роста потребления,

хотя и не бесспорны, но не лишены здравого смысла. Ещё Арабо-Израильский конфликт и последующее падение душевых показателей потребления ряда ресурсов продемонстрировало ограниченность возможностей роста потребления ресурсов вслед за увеличением численности мирового населения. И лишь экономический подъём в Китае положительно сказался на общемировых показателях добывающей и обрабатывающей промышленности. Однако, судя по стагнации потребления цемента в Китае и снижению добычи угля, надо полагать, что период активного роста в стране закончился.

Активно развиваются секторы, связанные с возобновляемыми источниками энергии – активно растёт добыча и производство редкоземельных элементов, никеля и лития.

Библиографический список

1. Дружинин П.В. Влияние модернизации российской экономики на ее электроемкость // Дружеровский вестник. 2016. № 1 (9). С. 124-138. DOI: 10.17213/2312-6469-2016-1-124-138.
2. Маркова В.М., Чурашев В.Н. Эволюция прогнозов развития мировой и российской энергетики: способ ответа на экономические вызовы // Мир экономики и управления. 2020. Т. 20. № 3. С. 108-138. DOI: 10.25205/2542-0429-2020-20-3-108-138.
3. Иванищев А.В., Пермяков А.А. Исследование структурных закономерностей в долгосрочной динамике объема мировой добычи нефти // Инновации и инвестиции. 2016. № 4. С. 99-106.
4. Кикилашвили К.В. Индикаторы глобальных трансформаций нефтяной отрасли // Экономика и управление: проблемы, решения. 2017. Т. 4. № 10. С. 15-25.
5. Цыпин А.П., Овсянников В.А. Сравнительный анализ динамики темпов роста (снижения) добычи полезных ископаемых России и США в 1970-2013 гг // ФЭн-наука. 2014. № 8 (35). С. 7-10.
6. Макаров А.А., Митрова Т.А., Веселов Ф.В. и др. Перспективы электроэнергетики в условиях трансформации мировых энергетических рынков // Теплоэнергетика. 2017. № 10. С. 5-16. DOI: 10.1134/S0040363617100083.
7. Соловьева Ю.В., Черняев М.В. Энергоемкость экономики и энергоэффективность: проблемы и перспективы // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. 2019. № 6. С. 118-130. DOI: 10.24411/2071-6435-2019-10127.
8. Ульянин Ю.А., Харитонов В.В., Юршина Д.Ю. Перспективы ядерной энергетики в условиях истощения традиционных энергетических ресурсов // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. 2017. № 4. С. 5-16. DOI: 10.26583/npe.2017.4.01.
9. Трубицын О.К. Роль энергетических кризисов во Всемирной истории // Философия и гуманитарные науки в информационном обществе. 2021. № 4 (34). С. 12-40.
10. Носов В.В., Цыпин А.П., Баканач О.В. и др. Статистический анализ состояния и развития гидро и теплоэнергетики России // Экономические науки. 2022. № 209. С. 147-153. DOI: 10.14451/1.209.147.