

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В РОССИИ В УСЛОВИЯХ СМЕНЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО УКЛАДА

Получено 05.04.2022 Доработано после рецензирования 11.05.2022 Принято 19.05.2022

УДК 632.15 JEL F63, F64 DOI <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2022-5-2-15-27>

Глазкова Валерия Викторовна

Канд. экон. наук, доц. каф. менеджмента и инноваций, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Российская Федерация

ORCID: 0000-0002-5995-8585

E-mail: leram86@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Анализ функционирования отрасли теплоснабжения в России показал негативные тенденции в ее развитии. Одним из способов повышения эффективности деятельности отрасли является ее модернизация и инновационное развитие, которые должны способствовать энергетической безопасности теплоснабжения. Автором отмечается, что энергетическая безопасность теплоснабжения должна рассматриваться не только в ключе качественных и бесперебойных поставок ресурсов, но и с позиций минимизации негативного воздействия на окружающую среду. В статье подчеркивается, что мировой топливно-энергетический комплекс находится в условиях перехода к новому энергетическому укладу, развивающемуся по трем направлениям: децентрализации, декарбонизации и цифровизации. В этих условиях отрасль теплоснабжения в России также подвергнется трансформации, поэтому целесообразно говорить о процессах ее развития и модернизации, учитывающих принципы сбалансированного экологического развития, энергосбережения и ресурсосбережения, а также рационального дополнения традиционной и возобновляемой энергетики. Целью исследования является попытка сформировать ряд специальных принципов, в соответствии с которыми должна функционировать и развиваться система теплоснабжения России в условиях перехода к новому энергетическому укладу. Для достижения поставленной цели в статье предлагается решить следующие задачи: рассмотреть современное состояние отрасли теплоснабжения и выделить основные тенденции ее развития, выявить суть нового энергетического уклада и условия его смены, определить принципы экологической безопасности и экологической эффективности теплоснабжения в качестве специальных принципов функционирования и развития системы теплоснабжения в условиях смены энергетического уклада. В качестве методов исследования применялись диалектический, формально-логический и системно-структурный методы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Топливо-энергетический комплекс, теплоснабжение, энергетическая безопасность, энергетический уклад, технологический уклад, промышленная революция, экологическая безопасность, забота об окружающей среде

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Глазкова В.В. Функционирование и развитие системы теплоснабжения в России в условиях смены энергетического уклада // E-Management. 2022. Т. 5, № 2. С. 15–27.



FUNCTIONING AND DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN HEAT SUPPLY SYSTEM IN THE ENERGY SYSTEM TRANSFORMATIONS

Received 05.04.2022

Revised 11.05.2022

Accepted 19.05.2022

Valeriya V. Glazkova

Cand. Sci. (Econ.), Assoc. Prof. at the Management and Innovation Department, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russia

ORCID: 0000-0002-5995-8585

E-mail: leram86@mail.ru

ABSTRACT

The analysis of the functioning of the heat supply industry in Russia revealed negative trends in its development. One of the ways to increase the efficiency of its activities is modernization and innovative development, which should contribute to the energy security of heat supply. It is noted that the energy security of heat supply should be considered not only in the key of high-quality and uninterrupted supply of the resource, but also from the standpoint of minimizing the negative impact on the environment. The article emphasizes that the global fuel and energy complex is in transition to a new energy system, developing in three directions: decentralization, decarbonization and digitalization. Under these conditions, the heat supply industry in Russia will also undergo transformation, so it is advisable to talk about the processes of its development and modernization, taking into account the principles of balanced environmental development, energy and resource conservation, as well as rational complement of traditional and renewable energy. The purpose of the study is an attempt to form a number of special principles according to which the heat supply system of Russia should function and develop in the conditions of transition to a new energy system. To achieve this goal, the article proposes to solve the following tasks: to consider the current state of the heat supply industry and highlight the main trends in its development, to identify the essence of the new energy system and the conditions for its change, to define the principles of environmental safety and environmental efficiency of heat supply as special principles for the functioning and development of the heat supply system in the context of a change in the energy system. Dialectical, formal-logical and system-structural methods were used as research methods.

KEYWORDS

Fuel and energy complex, heat supply, energy security, energy structure, technological structure, industrial revolution, environmental safety, environmental care

FOR CITATION

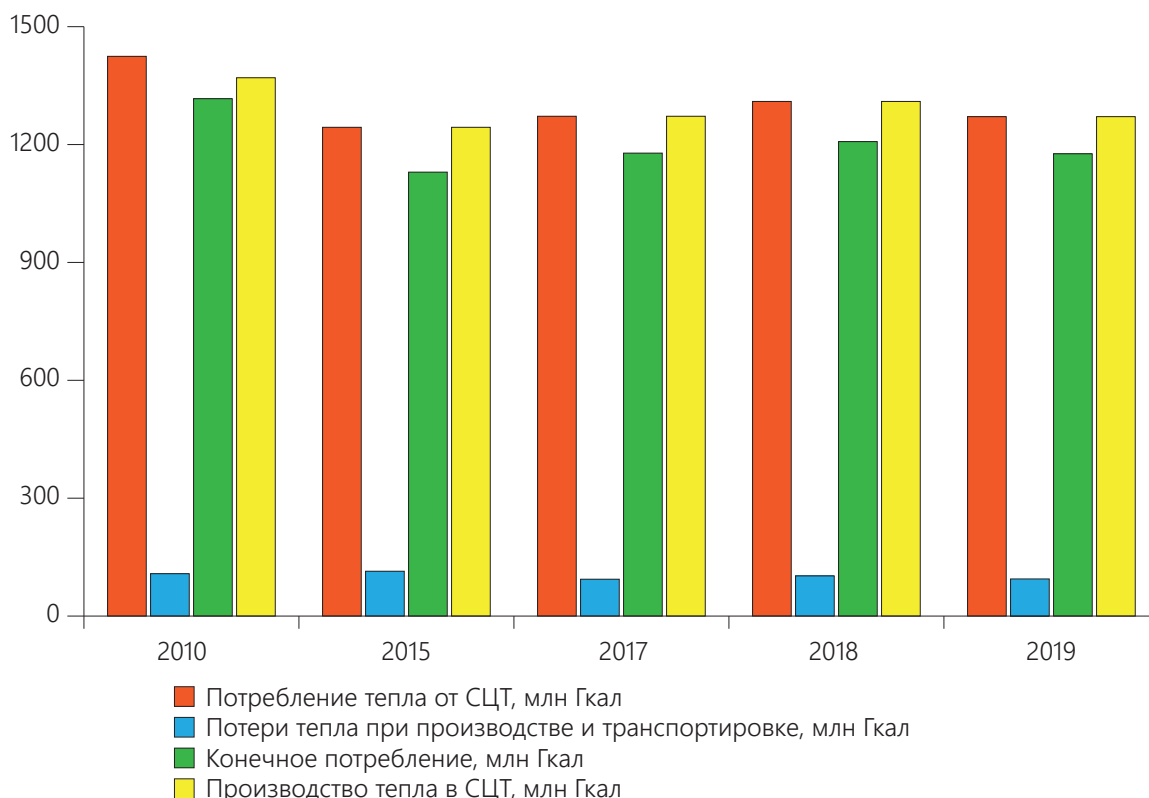
Glazkova V.V. (2022) Functioning and development of the Russian heat supply system in the energy system transformations. *E-Management*, vol. 5, no. 2, pp. 15–27. DOI: 10.26425/2658-3445-2022-5-2-15-27



ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Вопросы функционирования теплоснабжения, которое не только способствует развитию национальной экономики, но и несет в себе важную социальную функцию, в последние годы не теряют актуальности. Исследователи и эксперты отрасли отмечают ряд проблемных областей и негативных тенденций, сложившихся в теплоснабжении России. Это значительно снизило эффективность его функционирования [Цуверкалова, 2020; Терентьева, 2020].

Для анализа проблем отрасли целесообразно рассмотреть тенденции в потреблении и производстве тепла (рис. 1). Следует отметить снижение потребления на 10,8 % и производства тепла на 7,2 % за период с 2010 г. по 2019 г., а также ежегодный средний размер потерь тепла при производстве и транспортировке, который составляет 8 %. Это является негативной тенденцией в функционировании отрасли. Данные финансового баланса сектора централизованного теплоснабжения за 2010–2019 гг. отражают его убыточность: в 2010 г. убыток теплоэнергетики и централизованного теплоснабжения составил 74,5 млрд руб., в 2015 г. убыток составил 169,6 млрд руб., в 2019 г. – 187,3 млрд руб.



Составлено автором по материалам источника [Семикашев, Терентьева, 2022] / *Compiled by the author on the materials of the source [Semikashv, Terentyeva, 2022]*

Рис. 1. Динамика потребления и производства тепла в России за период 2010–2019 гг.
Figure 1. Dynamics of heat consumption and production in Russia for the period 2010–2019

Ряд исследователей сходятся во мнении, что условиями решения накопившихся проблем в теплоэнергетике являются ее модернизация и повышение ее инновационной деятельности [Стенников, 2009; Малкова, Малков, 2018; Ковалев, Проскурякова, 2014; Гетманов, Дрождинина, 2006].

ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ / THEORY AND METHODS

Повышение эффективности функционирования теплоснабжения в России должно быть выражено бесперебойным и надежным энергообеспечением, что в значительной степени влияет на безопасность энергопоставок и позволяет говорить об энергетической безопасности теплоснабжения. В.Е. Рассказов и М.П. Мельникова

отмечают¹, что энергетическая безопасность характеризуется не только бесперебойными поставками ресурса, но и не нарушением при этом процессе экологического равновесия [Рассказов, 2015]. Исследователи Е. Дубровин и И. Дубровин предлагают рассматривать теплоэнергетический комплекс с позиции экологии в четырех аспектах (как искусственно созданный руками человека объект, как самостоятельную техногенную экологическую систему, как продукт общественного труда и как мощный стационарный источник загрязнения), считая, что уровень экологического загрязнения достиг уже такого масштаба, что проблему защиты окружающей природной среды, в том числе и при функционировании топливно-энергетического комплекса (далее – ТЭК), необходимо решать безотлагательно, а в процессе осуществления модернизации российской энергетики и промышленности экологические проблемы должны иметь первостепенное значение. В этой связи указанные авторы вводят для теплоснабжения новое «свойство экологической безопасности», под которым понимается комплексное свойство объекта и его подсистем, проявляющееся в способности не нарушать качества природной (естественной) и антропогенной (искусственной) окружающей среды, а также устранять или снижать до минимума негативные последствия своего воздействия на состояние природного баланса во всех средах своего функционирования [Дубровин, Дубровин, 2019].

В мировом масштабе модернизация ТЭК происходит в трех направлениях: децентрализация, декарбонизация (отказ от угля) и цифровизация. В России, по мнению экспертов отрасли, декарбонизация, и, в частности, альтернативная энергетика развиваются слабо: дешевое топливо и дорогой капитал, зависимость от современных технологий и разработок иностранного происхождения, сложившаяся модель энергорынка и приоритет экономических факторов перед факторами энергоэффективности и экологии в значительной степени повлияли на формирование рынка теплоэнергетики в России за последние годы. Ряд исследователей отмечает, что модернизация сложившегося технологического уклада в теплоснабжении займет не менее 15 лет, в течение которых необходимо решить вопросы увеличения мощностей в большой генерации, модернизации существующих мощностей, развития энергосбережения в стране и др. [Verstina, Meshcheryakova, 2015].

В этой ситуации очевидно, что доля новых энергетических технологий и инноваций во всем мире, в том числе и в России, будет расти. Эта тенденция позволяет экспертам отрасли отмечать смену энергетического уклада. Результаты исследования норвежского информационно-аналитического центра отражают, что через 30 лет около 70 % мировой электроэнергии будет вырабатываться солнечными и ветровыми электростанциями при не снижающемся объеме потребления энергии. Уже сейчас в Великобритании энергия от возобновляемых источников занимает 33 % общего энергопроизводства, а ветроэнергетика Дании производит 41 % энергии, часть из которой страна экспортирует.

В качестве препятствий к изменению энергетического уклада в России, который предполагает снижение потребления угля, нефти и газа и повышение скорости внедрения новых технологий и инноваций, выделяют:

- высокую долю производства тепла, обусловленную климатическими особенностями нашей страны;
- высокий объем перекрестного субсидирования в электроэнергетике;
- сложившиеся тенденции в модернизации, когда идет замена старого оборудования на новое, но такое же морально устаревшее.

Неэффективность существующего энергетического уклада, в котором электрическая и тепловая энергосистемы «пробуксовывают» и не дают возможности активного развития страны, заключающегося в модернизации и пространственно-технологическом рывке, основанном на новых принципах и установках, по мнению исследователя Е.Г. Гапо, обуславливает переход к новому энергетическому укладу, более эффективно и надежно [Гапо, 2016].

Вопросы смены энергетической системы рассматривал и Ю.А. Плакиткин, который описал прохождение миром нескольких энергетических укладов (см. рис. 2) и отметил, что во второй половине XXI в. газовый уклад заменит неуглеводородный, который аккумулирует альтернативные источники энергии. Это не значит, что остальные виды ресурсов не будут использоваться в мировой энергетике. По мнению Ю.А. Плакиткина, их доля в мировом производстве значительно сократится по сравнению с неуглеводородными ресурсами. Исследователь считает, что в настоящие дни наступает долговременная реализация газового уклада в российской

¹Мельникова М.П. (2020). Теплоснабжение России: состояние и перспективы развития. Режим доступа: <https://www.e-zim.ru/assets/files/art044.pdf> (дата обращения: 04.04.2022).

энергетике: электроэнергетика и теплоэнергетика страны все в большей мере «переходят» на энергопродукт (газ), обладающий большей энергетической ценностью, чем уголь [Плаkitкин, 2018].

Исследователи Н.И. Данилов и Я.М. Щелоков также выделили ряд этапов развития мировой энергетики, в основе которых лежит господствующий источник энергии:

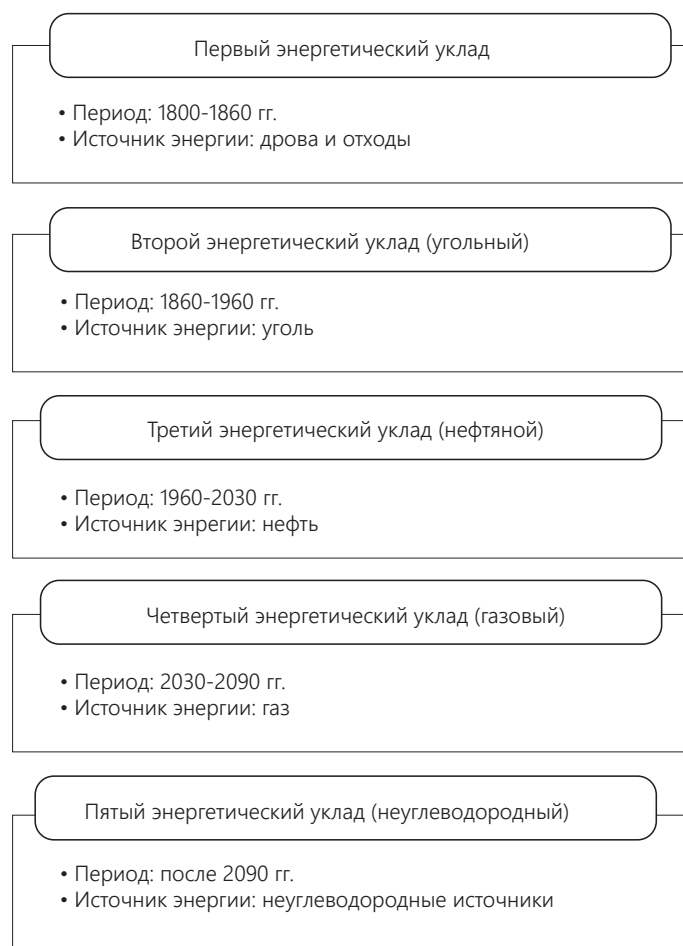
– эпоха мускульной энергетики, продолжающаяся до VII–X вв., когда тепло солнца и огня использовалось для обогрева и бытовых нужд человека. Авторы отмечают, что в этот период на планете возобновляемые энергоресурсы накапливались;

– эпоха механоэнергетики, длившаяся до XVIII в., когда в хозяйственной и производственной жизни дополнительно стала использоваться механическая энергия возобновляющих энергоресурсов – воды и ветра. В этот период, по мнению авторов, энергетические ресурсы и окружающая среда были еще практически в первозданном виде;

– эпоха химической теплоэнергетики, которая длится по настоящее время, а главным источником энергии является химическая энергия, выделяющаяся при сгорании полезных ископаемых (угля, нефти, газа).

Отличие эпохи химической теплоэнергетики от двух предыдущих в том, что природные ресурсы истощаются и происходит загрязнение окружающей среды продуктами сгорания и отходами производства, что поднимает вопрос о переходе к следующей эпохе сбалансированной энергетики на возобновляющихся энергоресурсах и создании экологически чистых производств. По мнению авторов, новая энергетическая эпоха, основанная на сбалансированной энергетике, должна привести окружающую среду в состояние равновесия, позволяющего ей восстанавливаться, а возможность достижения данного состояния реализуется за счет использования в производстве принципов энергосбережения и рационального ресурсопользования [Данилов, Щелоков, 2008].

Соглашается с подобной позицией и Д. Ермолаев², отмечая, что изменение спроса и структур производства в обозримом будущем приведет к тому, что существующая энергосистема столкнется с различными проблемами, одной из которых является рост объема производства возобновляемых источников энергии за счет многочисленных рассредоточенных частных производителей возобновляемых источников энергии. Такая ситуация приведет к перебоям в балансе энергии и мощности, а также изменению структуры потребления в сторону энергоэффективных устройств (например, энергоэффективные тепловые насосы, энергоэффективные дома и др.). Сложившаяся топливная система потребует серьезной трансформации, модернизации и внедрения компонентов нового технологического уклада, которые должны происходить при активном государственном участии на первоначальном этапе реализации (в виду критической сложности и дороговизны нового энергетического уклада), а далее активно поддерживаться и транслироваться остальными субъектами энергетики. Описанная исследователем трансформация в ТЭК закрепляется понятием нового энергетического уклада, представляющего собой переход



Составлено автором по материалам источника [Плаkitкин, 2018] / *Compiled by the author on the materials of the source [Plakitkin, 2018]*

Рис. 2. Характеристика мировых энергетических укладов
Figure 2. Characteristics of the world energy systems

²Ермолаев Д.А. (2021). Платформенные трансформации на энергетическом рынке: новый энергетический уклад и платформенная экономика // Горизонты событий. №2. Режим доступа: <https://sg-sofia.com.ua/new-energy-order-and-platform-capitalism> (дата обращения: 04.04.2022).

к декарбонизированной, децентрализованной и цифровой энергетической системе, характерными процессами которой будет внедрение новых бизнес-моделей и создание цифровой инфраструктуры в форме энергетических платформ [Еромлаев, 2021].

Г. Еромленко также отмечает, что основой нового мирового энергетического уклада является новый низкоуглеродный технологический уклад, основанный на использовании возобновляемых источников энергии и ресурсосбережении³. Для России характерны как большие резервы углеводородного ископаемого сырья, так и высокий ресурсный потенциал возобновляемой энергетики, поэтому переход России на новый энергетический уклад должен проходить в соответствии с принципом рационального дополнения традиционной (атом, нефть, газ и уголь) и возобновляемой энергетик.

Таким образом, можно заключить, что последние 40–50 лет хозяйственная деятельность человека в значительной степени меняет облик нашей планеты. В последние годы из-за технологического развития и осознания необходимости заботы об окружающей среде дискуссии на тему смены энергетического уклада, основанной на декарбонизации мировой экономики, не утихают. Однако здесь стоит заметить, что суть нового энергетического уклада заключается не в полном отказе от углеводородной энергетики, а в замене источников энергии, которые позволяют минимизировать негативное влияние на окружающую среду в процессе эксплуатации, но удовлетворять при этом растущие потребности в энергии в условиях изменения структуры потребления в сторону энергоэффективных устройств.

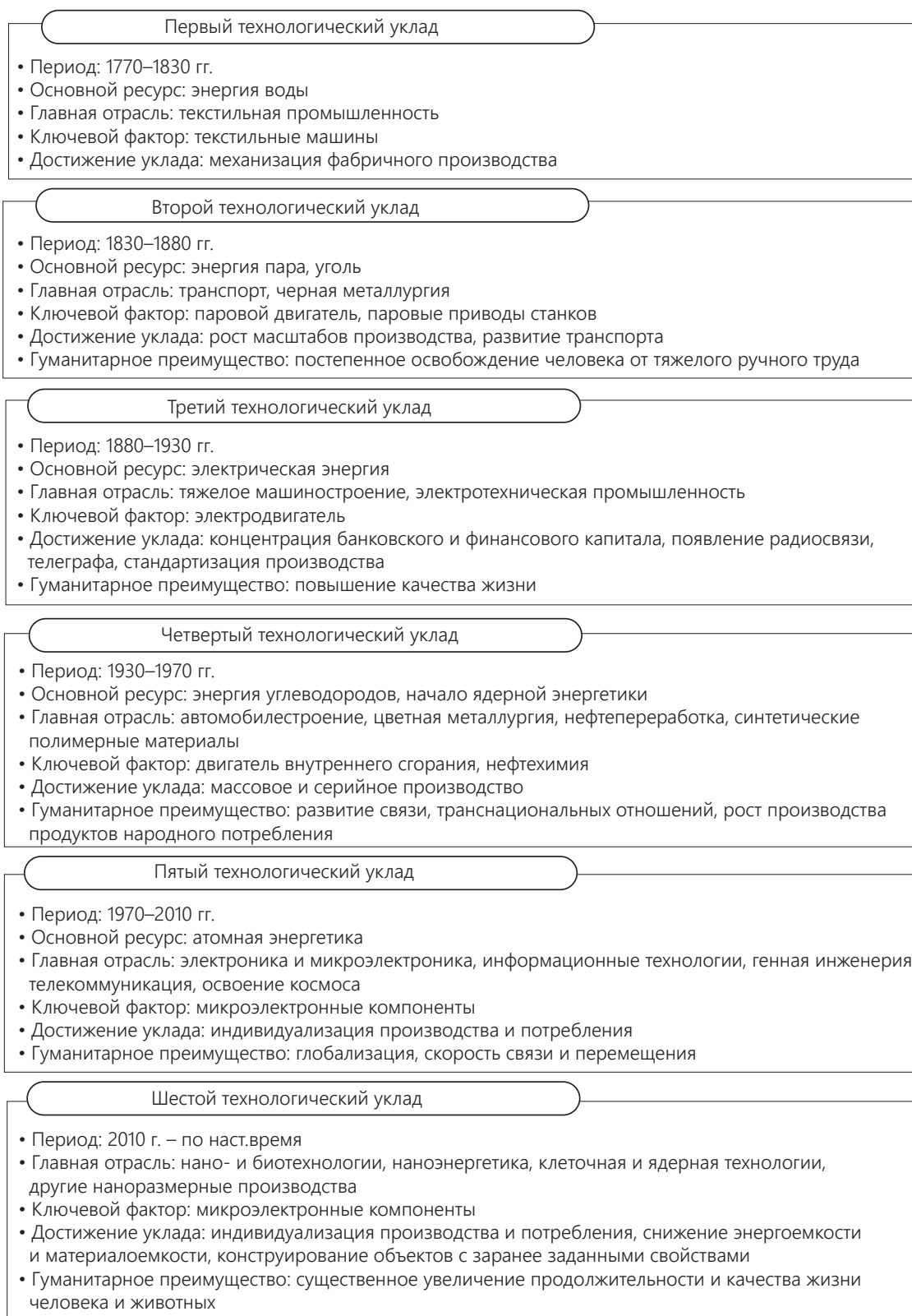
Существует мнение, что триада «энергетика – двигатель – материал» определяет лицо эпохи. В этой связи возникает необходимость рассмотреть сложившуюся в мировой экономике теорию технологических укладов, под которыми в общем смысле понимается экономическая эпоха, обусловленная уровнем развития энергетики, способствующим развитию технологических, информационных, транспортных и организационно-финансовых систем [Данилов, Щелоков, 2008]. Смену технологических укладов предопределяет, с одной стороны, научно-технический прогресс, и с другой – инерция мышления общества, так как новая технология появляется значительно раньше, чем она начинает масштабно приниматься, внедряться и использоваться.

Современный темп технологического развития, как и первый технологический уклад, принято отсчитывать с начала первой промышленной революции, произошедшей в Англии. В 90-е г. XX в. современный российский экономист С.Ю. Глазьев связал глубокие изменения в технике (технологии производства), отмеченные Н.Д. Кондратьевым, со сменой технологических укладов. Технологический уклад по С.Ю. Глазьеву характеризуется единым техническим уровнем составляющих его производств, связанных вертикальными и горизонтальными потоками качественно однородных ресурсов, опирающихся на общие ресурсы квалифицированной рабочей силы, общий научно-технический потенциал и пр. [Глазьев, 2018].

Согласно теории технологических укладов, мировая экономика прошла пять этапов. Ряд ученых сходится во мнении, что мы еще не достроили пятый и не перешли на шестой, так как кроме развития информационных технологий, от пятого уклада все осталось прежним. Существуют также подходы, в которых уже выделено шесть технологических укладов [Андреященко, 2018; Кошовец, Ганичев, 2017], но в виду того, что шестой технологический уклад еще не получил свое завершение, его характеристика на текущий момент носит прогнозный характер и с течением времени, возможно, претерпит изменение (рис. 3). А исследователи С.С. Ибраимова и Г.П. Горуновский говорят о перспективах седьмого технологического уклада [Ибраимова, Горуновский, 2015]. Следует сразу отметить, что несмотря на то, что границы технологических укладов и их характеристика в разных источниках могут отличаться, их основная идея сохраняется.

Как отмечают авторы [Андреященко, 2018; Кошовец, Ганичев, 2017], в рамках первого технологического уклада энергия воды и ветра использовалась для приведения машин в движение, а человеческая сила и труд имели еще огромное значение. В то время как на втором этапе началась механизация производств основных отраслей, а основным энергоносителем стал уголь. В этот период бурно развивается транспорт. Третий технологический уклад характеризуется применением электрической энергии при повсеместном внедрении электротехники. Электрический двигатель становится основой транспортной системы.

³Еромленко Г. (2015). Мир бесповоротно вступил в новый энергетический уклад. А мы – еще нет // Новости экспертизы в НИУ ВШЭ. Режим доступа: <https://www.hse.ru/news/expertise/166993422.html> (дата обращения: 04.04.2022).

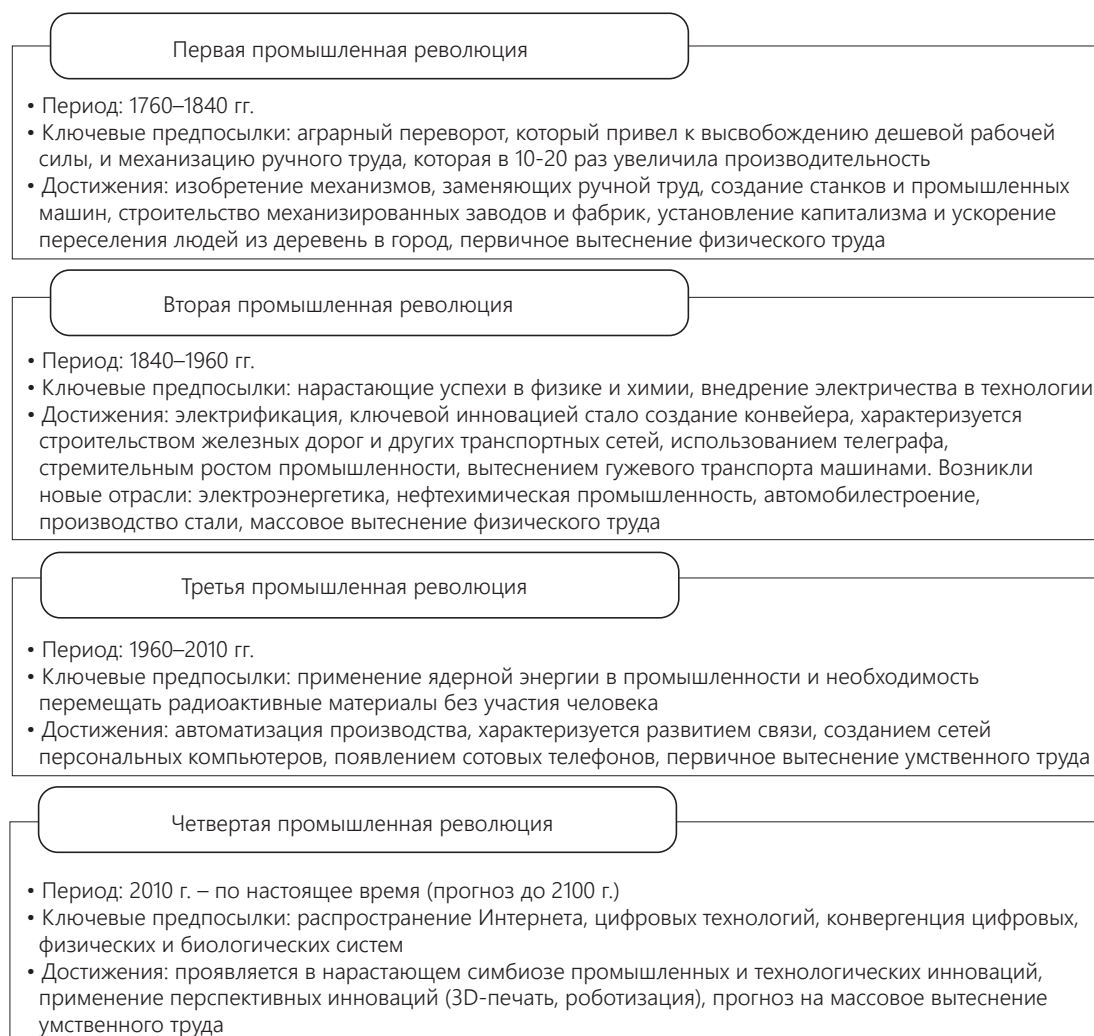


Составлено автором по материалам источников [Андреященко, 2018; Кошовец, Ганичев, 2017] / *Compiled by the author on the materials of the sources [Andreyashchenko, 2018; Koshovets, Ganichev, 2017]*

Рис. 3. Характеристика технологических укладов
Figure 3. Characteristics of technological systems

Четвертый технологический уклад основывается на широком внедрении технологии двигателя внутреннего сгорания и развитии конвейерного производства. Основным энергоносителем становится нефть, вследствие чего развивается нефтехимия. К концу четвертого уклада начинается развитие атомной энергетики, и уже следующему этапу соответствует атомная энергия и другие новые источники энергии (газ, «зеленая энергетика»). В этот же период развиваются технологии микроэлектроники и интернет-технологии. Шестой энергетический уклад начал развиваться в начале XXI в., и эксперты сходятся во мнении, что доминирующее положение он приобретет к 2030-м гг. Считается, что он будет основан на нано- и биотехнологиях, а также возобновляемых источниках энергии.

Несмотря на то, что структура индустриальной экономики определяется энергетической основой, транспортными технологиями и доминирующим материалом, считается, что именно новый источник энергии повышает возможности цивилизации и способствует переходу к новому технологическому укладу. Таким образом, на протяжении многих веков энергия играет одну из ключевых ролей в развитии мира. К примеру, Дж. Рифкин указывал на связь третьей промышленной революции с качественными изменениями в энергетике в тот период. Под промышленной революцией принято понимать перестройку общества под влиянием инноваций в технологиях и технике, которая сопровождается скачком производительности труда. В настоящее время принято считать, что мир вступил в четвертую промышленную революцию. Краткая характеристика предыдущих промышленных революций представлена на рисунке 4.



Составлено автором по материалам источников [Булдыгин, 2017; Балацкий, 2019] / *Compiled by the author on the materials of the sources [Buldygin, 2017; Balatsky, 2019]*

Рис. 4. Характеристика промышленных революций
Figure 4. Characteristics of industrial revolutions

Стоит отметить, что четвертая промышленная революция, происходящая сейчас, в отличие от трех предыдущих еще не привела к прорыву в промышленности, ее особенность не в повышении производительности, а в продуктивности и гибкости. Если в ходе первых трех промышленных революций созданные инновационные технологии облегчали труд человека, то четвертая может принести вытеснение труда человека в виду использования сложных цифровых систем и алгоритмов, искусственного интеллекта. Кроме того, в последние годы велась дискуссия, выделять ли отдельно четвертую промышленную революцию, или же мир находится еще в незавершенной третьей. Однако доказательная база экономиста К. Шваба позволила внедрить и использовать понятие Индустрия 4.0 (или неоиндустриализация) и говорить о наступлении четвертой промышленной революции.

В попытке установить связь между концепциями технологических укладов С.Ю. Глазьева и четырьмя промышленными революциями исследователи С.А. Толкачев и А.Ю. Тепляков вводят новое понятие: «технологический мегацикл», который представляет собой последовательность трех технологических волн (производственной, транспортной и инфокоммуникационной), циклически сменяющих друг друга и определяющих основное содержание соответствующих технологических укладов. Технологическая волна представляет собой период времени, в течение которого происходит опережающее развитие локомотивных секторов экономики, способствующих дальнейшему обновлению соответствующей производственной и инфраструктурной базы. При этом производственная технологическая волна характерна для начала промышленной революции: транспортная волна способствует ее развитию, а инфокоммуникационная волна, с одной стороны, выполняет функцию совершенствования управления процессами, а с другой – является переходным связующим звеном между промышленными революциями⁴. Соотношение промышленных революций, технологических укладов и технологических мегациклов кратко представлено в таблице 1.

Таблица 1. Соотношение промышленных революций, технологических укладов и технологических мегациклов
Table 1. The ratio of industrial revolutions, technological patterns and technological megacycles

Промышленная революция	Технологический уклад	Период	Технологическая волна	Технологический мегацикл
I	I	До 1840-х гг.	Производственная	ПЕРВЫЙ
	II	1840–1870 гг.	Транспортная	
I-II	III	1870–1910 гг.	Инфокоммуникационная	
II		1910–1940 гг.	Производственная	
	IV	1940–1970 гг.	Транспортная	
II-III	V	1970–2010 гг.	Инфокоммуникационная	ТРЕТИЙ
III	VI	2010–2040 гг.	Производственная	
	VII	2040 гг.	Транспортная	

Составлена автором по материалам источников [Толкачев, Тепляков, 2021] / Compiled by the author on the materials of the sources [Tolkachev, Teplyakov, 2021]

Таким образом, исследователи выделили три технологических мегацикла.

1. Первый мегацикл производственной и технологической волной полностью охватывает первый и второй технологические уклады и первую промышленную революцию; инфокоммуникационная волна данного мегацикла включает часть третьего технологического уклада, а также стыковой период первой и второй промышленных революций.

2. Второй мегацикл производственной волной охватывает третий технологический уклад, транспортной волной – четвертый технологический уклад, а инфокоммуникационной волной – пятый технологический уклад. Второй технологический мегацикл включает вторую промышленную революцию и стыковой период второй и третьей промышленных революций.

3. Третий мегацикл охватывает третью промышленную революцию, и включает пока две волны: производственную, охватывающую шестой технологический уклад, и транспортную волну, предполагающую охват нового седьмого технологического уклада, начало которого авторы прогнозируют к 2040-м гг.

⁴ Толкачев С.А., Тепляков А.Ю. (2021). Кто главный? Как соединить технологические уклады и промышленные революции // Капитал страны. Режим доступа: https://kapital-rus.ru/articles/article/kak_soedinit_tehnologicheskie_uklady_i_promyshlennye_revologii/ (дата обращения: 24.03.2022).

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Как уже отмечалось ранее, энергия играет важную, если не ключевую, роль в развитии мира. Однако обратной стороной ее влияния является экологическая составляющая, обуславливающая необходимость рационального использования энергии, в том числе за счет применения энергоэффективных технологий. Авторы Н.И. Данилов и Я.М. Щелоков даже вводят такую научную категорию, как энергетический способ производства, которая по своему характеру охватывает взаимное переплетение технологического и экологического способов производства, способы обеспечения общества (производства и населения) энергией и экологические последствия применения этих способов [Данилов, Щелоков, 2008]. Это утверждение позволяет упомянутым исследователям говорить об энерго-экологических укладах, характеризующих с энергетических позиций взаимоотношение технологических и экологических укладов [Яковец, 2008].

В этой связи сопоставим периоды энергетических укладов, выделенные Ю.А. Плаkitкиным (рис. 2), а также периоды технологических укладов и периоды промышленных революций, соотнесенные авторами С.А. Толкачевым и А.Ю. Тепляковым (табл. 1). Результаты отразим в таблице 2.

Таблица 2. Соотношение промышленных революций, технологических и энергетических укладов

Table 2. The ratio of industrial revolutions, technological and energy structures

Промышленная революция	Технологический уклад	Энергетический уклад	Период	Технологическая волна	Технологический мегацикл
I	I	I	До 1840-х гг.	Производственная	ПЕРВЫЙ
	II		1840–1870 гг.	Транспортная	
I–II	III	II	1870–1910 гг.	Инфокоммуникационная	
II			1910–1940 гг.	Производственная	ВТОРОЙ
II–III	IV	III	1940–1970 гг.	Транспортная	
	V		1970–2010 гг.	Инфокоммуникационная	
III	VI	IV	2010–2040 гг.	Производственная	ТРЕТИЙ

Составлено автором по материалам источников [Плаkitкин, 2018; Толкачев, Тепляков, 2021] / Compiled by the author on the materials of the sources [Plakitkin, 2018; Tolkachev, Teplyakov, 2021]

На основании таблицы 2 можно заключить, что переход на шестой технологический уклад, четвертую промышленную революцию и четвертый энергетический уклад происходили практически в один период – начало 2000-х гг. Следовательно, данный период можно считать началом нового производственного развития и перестройки мировой экономики на основе научно-технического прогресса, под влиянием инноваций и использования новых источников энергии, а в рамках теплоэнергетики данный период можно считать новым энергетическим укладом, основанным на низкоуглеродной сбалансированной энергетике, отражающей принципы энергосбережения, рационального ресурсопользования и заботы об окружающей среде. Это положение, в свою очередь, вызывает необходимость выстраивать процессы управления топливно-энергетическим комплексом с учетом ключевых факторов в структуре потребления энергии в увязке с ситуацией на энергоисточниках, сочетая при этом в ходе его модернизации возможность использовать традиционные и нетрадиционные источники энергии в зависимости от территориальных ресурсов.

Ряд авторов сходится во мнении, что модернизация энергосистемы способна принести максимально полезные для экономики, экологии и социальной сферы результаты. Л.Л. Каменик предлагает применять эколого-экономическую сбалансированность как метод регулирования развития производственных процессов [Каменик, 2018]. Для выбора рациональных способов организации теплоснабжения авторами А.А. Гришан и Б.В. Гусевым предложен метод координации, который учитывает условия развития системы теплоснабжения на определенной территории, а функционирование системы теплоснабжения предлагается выстраивать на основе двух принципов: экологической безопасности (в виде ответственности каждого субъекта теплоснабжения за загрязнения окружающей среды из-за сжигания топлива на энергоисточнике) и эффективности теплоснабжения (доминирование энергосбережения в системах теплоснабжения) [Гришан, Гусев, 2009].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ / CONCLUSION

Тепловая энергия является ключевым ресурсом для экономического и социального развития территории, при этом функционирование систем теплоснабжения оказывает существенное воздействие на окружающую среду. Поэтому одной из важных задач является разработка организационно-экономических методов управления теплоснабжением, способствующих повышению энергетической и экономической эффективности деятельности отрасли с одной стороны, и снижению нагрузки от ее функционирования на окружающую среду с другой. Следует отметить, что на протяжении последних десятилетий уже предпринимались попытки внедрения энерго-экологических способов производства. Однако ухудшающаяся экологическая обстановка (о которой свидетельствуют данные Всемирного банка, отражающие рост энергопотребления и увеличение выбросов углекислого газа по всему миру, в том числе и в России) показывает, что этих попыток недостаточно, и необходим новый энерго-экологический уклад. Чтобы наша страна была готова к переходу на новый энергетический уклад, целесообразно создавать принципиально новые системы энергоснабжения и теплоснабжения с участием всех субъектов ТЭК. Новая система должна трансформироваться в условиях нового энергетического уклада, ориентированного на развитие неуглеводородных источников, и основываться на принципах энергетической и экологической безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андреященко В.А. (2016). Роль наноматериалов в формировании 6-го технологического уклада // Мировые тренды развития. В помощь кураторам студенческих групп: Сборник 2. Караганда: Изд-во Карагандинского государственного технического университета. 217 с. Режим доступа: <https://www.kstu.kz/wp-content/uploads/2016/01/2-semestr-2-tema-rus.doc> (дата обращения: 04.04.2022).
- Балацкий Е.В. (2019). Глобальные вызовы четвертой промышленной революции // Terra Economicus. № 17(2). С. 6–22. <https://doi.org/10.23683/2073-6606-2019-17-2-6-22>
- Булдыгин С.С. (2017). Концепция промышленной революции: от появления до наших дней // Вестн. Том. гос. ун-та. №420. С. 91–95. <https://doi.org/10.17223/15617793/420/12>
- Гаши Е.Г. (2016). Предпосылки и приоритеты нового энергетического уклада // Даниловские чтения. Пленарные доклады. С. 3–8.
- Гетманов В.В., Дрождина А.И. (2006). Обоснование концепции энергетической безопасности и устойчивого развития теплоснабжающих предприятий // Вестник МГТУ. № 4. Т. 9. С. 601–605.
- Глазьев С.Ю. (2018). Рывок в будущее. Россия в новых технологическом и мирохозяйственном укладах. М.: Книжный мир. 768 с.
- Гришан А.А., Гусев Б.В. (2009). Повышение экологической безопасности и эффективности систем теплоснабжения // Вестник МГСУ. № 4. С. 81–91.
- Данилов Н.И., Щелоков Я.М. (2008). Основы энергосбережения: учебник. Екатеринбург: ГУ СО «Институт энергосбережения». 526 с.
- Дубровин Е., Дубровин И. (2019). Экологическая безопасность теплоэнергетического комплекса // Тепловая энергетика. № 6. Режим доступа: <https://www.eprussia.ru/teploenergetika/15/169.ht> (дата обращения: 04.04.2022).
- Ибраимова С.С., Горюновский Г.П. (2015). Перспективы седьмого технологического уклада в России и за рубежом. // Научно-аналитический журнал «Наука и практика» Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. № 4 (20). С. 56–62.
- Каменик Л.Л. (2018). Эколого-экономическая сбалансированность – стратегия управления инновационным развитием общества XXI века // Вопросы инновационной экономики. № 1. Т. 8. С. 25–38.
- Ковалев А., Проскурякова Л. (2014). Инновации в российском теплоснабжении: возможности, барьеры, механизмы // Инновации и экономика. Т. 8, № 3. С. 42–57.
- Кошовец О.Б., Ганичев Н.А. (2017). Нанотехнологии и формирование шестого технологического уклада: ожидания и реальность // Проблемы прогнозирования. № 4. С.44–51.
- Малкова Т.Б., Малков А.В. (2018). Проблемы повышения инновационной деятельности предприятий теплоснабжения региона // Экономика промышленности № 2. Т. 11. С. 169–176. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2018-2-169-176>
- Плакиткин Ю.А. (2018). Закономерности инновационного развития мировой экономики. Энергетические уклады XXI века // Экологический вестник России. Режим доступа: <http://ecovestnik.ru/index.php/stati-2/2878-osobennosti-mirovykh-energeticheskikh-ukladov-khkh-veka> (дата обращения: 04.04.2022).

- Рассказов В.Е. (2015). Экология и переход к новому энергетическому укладу // Транспортное дело России. № 1. С. 130–133.
- Семикашев В.В., Терентьева А.С. (2022). Альтернативная котельная – новый инвестиционный механизм развития централизованного теплоснабжения в России // Проблемы прогнозирования. № 2. С. 105–118. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-191-105-118>
- Стенников В.А. (2009). Основные положения перспективного развития теплоснабжения России // Энергетическая политика. № 2. С. 3–9.
- Терентьева А.С. (2020). Основные проблемы централизованного теплоснабжения в России на современном этапе // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. №18. С. 253–273. <https://doi.org/10.47711/2076-318-2020-253-273>
- Цуверкалова О.Ф. (2020). Анализ современного состояния и тенденций развития отрасли теплоснабжения в РФ // Вестник Алтайской академии экономики и права. № 11–3. С. 554–559.
- Яковец Ю.В. (2008). Смена энергоэкологических способов производства // Энергия: экономика, техника, экология. № 1. С. 42–48.
- Verstina N.G., Meshcheryakova T.S. (2015). Reducing energy consumption in industrial enterprises in modern conditions // Biosciences Biotechnology Research Asia. No. 2 (12). Pp. 1411–1423.

REFERENCES

- Andreyashchenko V.A. (2016), “The role of nanomaterials in the formation of the 6th technological order”, In: *World development trends. For curators of student groups: Collection 2*, Publishing House of Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan, 217 p. Available at: <https://www.kstu.kz/wp-content/uploads/2016/01/2-semestr-2-tema-rus.doc> (accessed 04.04.2022).
- Balatsky E.V (2019), “Global challenges of the Fourth Industrial Revolution”, *Terra Economicus*, no. 17(2), pp. 6–22. DOI: 10.23683/2073-6606-2019-17-2-6-22. <https://doi.org/10.23683/2073-6606-2019-17-2-6-22>
- Buldygin S.S. (2017), The concept of the Industrial Revolution: from appearance to the present day, *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*, no. 420, pp. 91–95. <https://doi.org/10.17223/15617793/420/12>
- Danilov N.I., Shchelokov Ya.M. (2008), *Fundamentals of energy saving: textbook*. Institute of Energy Saving, Yekaterinburg, Russia. (In Russian).
- Dubrovin E., Dubrovin I. (2019), “Environmental safety of the thermal power complex”, *Thermal power engineering*, no. 6. Available at: <https://www.eprussia.ru/teploenergetika/15/169.ht> (accessed 04.04.2022).
- Gasho E.G. (2016), “Prerequisites and priorities of the new energy system”, In: *Danilov readings: Plenary reports*, pp. 3–8.
- Getmanov V.V., Drozhdinina A.I. (2006), “Substantiation of the concept of energy security and sustainable development of heat supply enterprises”, *Vestnik Murmanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, vol. 9, no. 4, pp. 601–605.
- Glaz'ev S.Yu. (2018), *A leap into the future. Russia in the new technological and world economic structures*, Book World, Moscow, Russia. (In Russian).
- Grishan A.A., Gusev B.V. (2009), “Improving environmental safety and efficiency of heat supply systems”, *Vestnik MGSU*, no. 4, pp. 81–91.
- Ibraimova S.S., Gorunovskii G.P. (2015), “Prospects of the seventh technological order in Russia and abroad”, *Scientific and Analytical Journal “Science and Practice” of the Plekhanov Russian University of Economics*, no. 4 (20), pp. 56–62.
- Kamenik L.L. (2018), “Ecological and economic balance – a strategy for managing the innovative development of society of the XXI century”, *Issues of Innovative Economy*, no. 1, vol. 8, pp. 25–38.
- Koshovets O.B., Ganichev N.A. (2017), “Nanotechnologies and the formation of the sixth technological order: expectations and reality”, *Problems of forecasting*, no. 4, pp.44–51.
- Kovalev A., Proskuryakova L. (2014), “Innovations in Russian heat supply: opportunities, barriers, mechanisms”, *Innovations and Economics*, no. 3, vol. 8, pp. 42–57.
- Malkova T.B., Malkov A.V. (2018), “Problems of increasing the innovative activity of heat supply enterprises in the region”, *Industrial Economics*, vol. 11, no. 2, pp. 169–176. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2018-2-169-176>
- Plakitkin Yu.A. (2018), “Patterns of innovative development of the world economy. Energy patterns of the XXI century”, *Ecological Bulletin of Russia*. Available at: <http://ecovestnik.ru/index.php/stati-2/2878-osobennosti-mirovykh-energeticheskikh-ukladov-khkh-veka> (accessed 04.04.2022).

- Rasskazov V.E. (2015), “Ecology and transition to a new energy system”, *Transportnoe delo Rossii*, no. 1, pp. 130–133.
- Semikashov V.V., Terentyeva A.S. (2022), “Alternative boiler house – a new investment mechanism for the development of district heating in Russia”, *Problems of forecasting*, no. 2, pp. 105–118. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-191-105-118>
- Stennikov V.A. (2009), “The main provisions of the long-term development of heat supply in Russia”, *Energy Policy*, no. 2, pp. 3–9.
- Terentyeva A.S. (2020), “Analysis of the main district heating issues in Russia at the present stage”, *Scientific works: Institute of National Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences*, no. 18, pp. 253–273. <https://doi.org/10.47711/2076-318-2020-253-273>
- Tsuverkalova O.F. (2020), “Analysis of the current state and trends of development of the heat supply industry in the Russian Federation”, *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*, no. 11–3, pp. 554–559.
- Verstina N.G., Meshcheryakova T.S. (2015), “Reduction of energy consumption at industrial enterprises in modern conditions”, *Biosciences Biotechnology Research Asia*, no. 2 (12), pp. 1411–1423.
- Yakovets Yu.V. (2008), “Change of energy-ecological methods of production”, *Energy: Economics, Technology, Ecology*, no. 1, pp.42–48.