МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ Факультет технологий управления и гуманитаризации

Кафедра «Философские учения»

РЕФЕРАТ

по дисциплине «Философия и методология науки»

на тему: «Методология решения проблемы повышения энергоэффективности путем рационального использования вторичных энергоресурсов»

Тема диссертации: «Развитие теплоэнергетической системы предприятия за счет утилизации низкотемпературных вторичных энергоресурсов»

Исполнитель: Лагойко Ангелина Александровна

магистрант кафедры

«Промышленная теплоэнергетика и

теплотехника»

специальность 1-43 80 03 «Теплоэнергетика и теплотехника»

дневное отделение

Минск, 2022

# СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc96689865)

[1 ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЕГО АКТУАЛЬНОСТЬ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ 5](#_Toc96689866)

[1.1 Связь энергосбережения и экономики 5](#_Toc96689867)

[1.2 Республика Беларусь в системе энергосбережения 7](#_Toc96689868)

[2 МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ 10](#_Toc96689869)

[3 РЕАЛИЗАЦИЯ ПОДХОДА НА ПРИМЕРЕ ДИССЕРТАЦИИ 13](#_Toc96689870)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 20](#_Toc96689871)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 21](#_Toc96689872)

# ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития технологий проблемы энергоэффективности совместно с вопросом повышения экологической безопасности производства становятся центральным объектом исследований на промышленных предприятиях. Внедрение таких проектов как в международных компаниях, так и в отечественных нарастает с каждым годом и также является приоритетным направлением развития экономической деятельности.

Повышение актуальности энергосбережения и использования вторичных энергоресурсов в связи с глобальными и локальными ресурсными кризисами привело к формированию на предприятиях политики рационального использования энергоресурсов. Вследствие чего актуальными остаются вопросы совершенствования технологий, которые будут более энергоэффективными в рамках отдельных производств, так и энергетической системы в целом.

Объектом исследования является промышленное предприятие, обладающее потенциалом для повышения энергоэффективности путем рационального использования вторичных энергоресурсов.

Вторичные энергетические ресурсы – энергия, получаемая в ходе любого технологического процесса в результате недоиспользования первичной энергии или в виде побочного продукта основного производства и не применяемая в этом технологическом процессе [2].

Эффективное использование топливно-энергетических ресурсов – использование всех видов энергии экономически оправданными, прогрессивными способами при существующем уровне развития техники и технологий и соблюдении законодательства [2].

Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов –достижение максимальной эффективности использования топливно-энергетических ресурсов при существующем уровне развития техники и технологий и соблюдении законодательства [2].

Предметом исследования является совокупность мероприятий как организационно – экономических, так и технических для повышения эффективного использования топливно-энергетических ресурсов.

Целью исследования стала разработка теоретико-методического материала на промышленном предприятии, способствующее реализации принципов энергоэффективности.

# ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЕГО АКТУАЛЬНОСТЬ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Энергосбережение – организационная, научная, практическая, информационная деятельность государственных органов, юридических и физических лиц, направленная на снижение расходов и потерь топливно-энергетических ресурсов в процессе их добычи, переработки, транспортировки, хранения, производства, использования и утилизации.

Одним из действенных способов уменьшить влияние человека на природу является повышение эффективности использования энергии. Современная энергетика, основанная в первую очередь на использовании ископаемых видов топлива (нефть, газ, уголь), оказывает существенное воздействие на окружающую среду. Начиная от добычи, переработки и транспортировки энергоресурсов и заканчивая их сжиганием для получения тепла и электроэнергии – все это весьма пагубно отражается на экологическом балансе планеты [1]. Таким образом, вопрос повышения энергоэффективности экономики сейчас является одним из самых важных для всех стран без исключения.

Энергосбережение сейчас становится одним из приоритетов любого предприятия, работающего в сфере производства или сервиса, как в экологических требованиях, так и экономической сфере. Это обусловлено тем, что удельные энергозатраты на производство основных видов продукции в Республике Беларусь значительно выше, чем в западноевропейских странах. Одной из основных причин такого положения являются устаревшие энергорасточительные технологии, оборудование и приборы [10].

## ****1.1 Связь энергосбережения и экономики****

Рациональное использование и снижение расхода использования ресурсов органического топлива (уголь, нефть, природный газ), повышение эффективности конечного потребления энергии во всех секторах экономики, развитие возобновляемых источников энергии (биомассы, гидроэлектроэнергии, солнечной энергии, энергии ветра и геотермальной энергии и других источников) – все это, вместе взятое, может обеспечить потребности человечества в энергии и, следовательно, его устойчивое развитие в глобальном масштабе [1].

Развитие общества находит выражение в растущей необходимости удовлетворения определенных потребностей. Удовлетворение большей части этих потребностей связано с необходимостью потребления энергии непосредственно либо для производства товаров или оказания услуг. Таким образом, использование энергии является жизненно важным для социально-экономического развития и вносит свой вклад в улучшение условий жизни, повышая комфортность жилья, совершенствуя средства передвижения, облегчая условия труда и т.д.

Одной из основ промышленной цивилизации всегда было крупномасштабное и все возрастающее потребление энергии как в области производства продукции, так и в сфере их потребления. В связи с этим в некоторых странах негативное воздействие на окружающую природу, на человека и его здоровье, вызванное производством и потреблением энергии, достигло угрожающего уровня.

Повышение энергетической эффективности должно рассматриваться как выявление и реализация мер и инструментов с целью обеспечить удовлетворение потребностей в услугах и товарах при наименьших экономических и социальных затратах на необходимую энергию и при минимальных расходах, необходимых для сохранения природной среды в гармонии с устойчивым развитием на местном, национальном, региональном и мировом уровнях [6].

Ограничения, связанные с охраной окружающей среды, в сочетании с экономическими и политическими ограничениями в области энергообеспечения существенно влияют на определение стратегии устойчивого развития, то есть стратегии обеспечения необходимого качества жизни всех ныне живущих жителей планеты и будущих поколений и минимизации опасности для окружающей среды, экономических и социальных издержек, связанных с производством и потреблением энергии. Это и есть то, что называется стратегией энергосбережения [6].

Энергосбережение – это фактор экономического развития на практике показавший, что во многих случаях дешевле осуществить меры по экономии энергии или вообще избежать ее использования, чем увеличить ее производство. Это означает, что финансовые ресурсы, предназначенные для расширения производства энергии, могли бы быть направлены на другие виды деятельности по повышению жизненного уровня людей. Помимо такого глобального эффекта от высвобождения значительных финансовых ресурсов, весьма велико и непосредственное влияние роста эффективности использования энергии на производственную деятельность в плане повышения продуктивности и конкурентоспособности промышленности. Следует учитывать и тот факт, что развитие национального производства передового энергетически эффективного оборудования позволит выйти с таким оборудованием на зарубежные рынки [6].

Повышение эффективности использования топлива и энергии является самым дешевым путем защиты окружающей среды. Кроме того, польза для окружающей среды – это бесплатная награда по сравнению с затратами на меры, специально реализуемые для защиты окружающей среды и контролю за загрязнением. Поэтому энергосберегающие мероприятия должны занимать приоритетное место в государственной экологической политике, а национальная стратегия энергосбережения должна быть составной частью экономических стратегий.

## 1.2 Республика Беларусь в системе энергосбережения

В Беларуси работа в сфере энергосбережения и развития возобновляемых источников энергии проводится давно – уже более 15 лет. Энергетические потребности экономики Республики Беларусь удовлетворяются в основном за счет использования органического топлива, большая часть которого импортируется из-за рубежа, и поэтому повышение эффективности использования энергии является для республики условием устойчивого развития экономики. Развитие национальной экономии, ее важнейших отраслей – промышленности и энергетики – неразрывно связаны с энергосбережением [2].

В нашей стране на протяжении многих лет последовательно проводится государственная политика в области энергосбережения. Для реализации политики энергосбережения принят ряд программных документов, которые учитывают современные реалии и вызовы, ориентируют все сферы экономической и социальной жизни на постоянное внедрение энергоэффективных технологий, проведение модернизации и освоение инноваций, формирование и продвижение массовой культуры бережливого отношения к ресурсам.

Дальнейшее снижение энергоемкости ВВП, обеспечение экономии топливно-энергетических ресурсов и увеличение доли местных видов топлива требует напряженной работы и значительной инвестиционной поддержки.

Основой для проведения государственной политики в сфере энергосбережения являются приоритетные направления повышения эффективности использования энергоресурсов. Технические направления энергосбережения реализовываются путем инвестирования энергоэффективных проектов в рамках отраслевых, региональных программ энергосбережения и перечня мероприятий по энергосбережению республиканского значения. Политика энергосбережения, целенаправленно проводимая в Республике Беларусь с 1993 года, предусматривает в качестве долгосрочной цели снижение энергоемкости ВВП до среднемирового уровня и максимально возможное вовлечение в топливный баланс местных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) [1].

В предстоящие несколько лет повышение энергоэффективности экономики Республики Беларусь будет строиться на повышении эффективности использования топлива при производстве тепловой и электрической энергии, внедрении новых энергосберегающих технологий, оборудования, приборов и материалов, увеличении использования местных видов топлива, в том числе возобновляемых энергоресурсов, повышении эффективности работы существующих котельных и технологических печей, снижении потребления топливно-энергетических ресурсов в жилищном фонде, в том числе за счет увеличения термосопротивления ограждающих конструкций зданий и сооружений, структурной перестройке отраслей экономики [1].

# МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методология **–** тип рационально-рефлексивного сознания, направленный на изучение, совершенствование и конструирование методов в различных сферах духовной и практической деятельности [3].

В своей диссертационной работе в качестве метода познания в изучении проблемы энергосбережения я использую такое направление, как системный подход.

Системный подход – направление методологии научного познания, в основе которого лежит рассмотрение объекта как системы: целостного комплекса взаимосвязанных элементов (И.В. Блауберг, В.Н. Садовский, Э.Г. Юдин); совокупности взаимодействующих объектов (Л. фон Берталанфи); совокупности сущностей и отношений (Холл А.Д., Фейджин Р.И., поздний Берталанфи) [7].

Главная концепция системного подхода состоит в следующем: изучение (познание – анализ) некоторой системы необходимо проводить, не только изучая ее части, но и в «обратном» направлении — определив основные свойства системы как целого, интерпретировать функционирование и развитие ее частей (подсистем) с точки зрения системы в целом [7].

Основные принципы системного подхода [7]:

1. Целостность, позволяющая рассматривать одновременно систему как единое целое и в то же время как подсистему для вышестоящих уровней.
2. Иерархичность строения, то есть наличие множества (по крайней мере, двух) элементов, расположенных на основе подчинения элементов низшего уровня элементам высшего уровня. Реализация этого принципа хорошо видна на примере любой конкретной организации. Как известно, любая организация представляет собой взаимодействие двух подсистем: управляющей и управляемой. Одна подчиняется другой.
3. Структуризация, позволяющая анализировать элементы системы и их взаимосвязи в рамках конкретной организационной структуры. Как правило, процесс функционирования системы обусловлен не столько свойствами её отдельных элементов, сколько свойствами самой структуры.
4. Множественность, позволяющая использовать множество кибернетических, экономических и математических моделей для описания отдельных элементов и системы в целом.
5. Системность, свойство объекта обладать всеми признаками системы [7].

Системный подход, как и любая другая научная методология, опирается на эксперимент и ориентирован на выявление закономерностей, непосредственно следующих из наблюдений и экспериментов. Эксперименты ставятся на основе принятой исследователем теоретической концепции исходя из целей и задач исследователя, поэтому они заведомо носят прагматический и ситуационный характер (однако этот взгляд объективен). На основании выявленных факторов и закономерностей создается модель объекта, среды и ситуации. В дальнейшем исследователь имеет дело с моделью. Модель заменяет ему теорию, модель ориентирована на потребности исследователя и становится источником последующих выводов, домыслов и гипотез [8].

Системнологический метод, или метод системного подхода к решению проблем жизнедеятельности, представляет собой метод исследования, преодолевающий фрагментарность человеческого восприятия. Он исходит из целостности окружающей реальности и оперирует следующими понятиями: система, компонент, связь, структура и т. д.

Система – это реальность, извлеченная интеллектом исследователя из более общей реальности, состоящая из компонентов, связанных в целое предназначением системы. При описании системы различаются два типа связей, обнаруживающих себя в процессе изменений состояний компонента или при выражении взаимных влияний между компонентами: первый тип можно назвать связью наследования свойств компонентов, или наследованием; второй – связью взаимодействия, или взаимодействием.

Структура системы выражается совокупностью компонентов и набором взаимодействий между ними. Изменение характера связи наследования приводит к изменению структуры, а изменения во взаимодействии между компонентами влекут за собой изменения внутри компонентов, сопровождаемые эффектами взаимодействий [8].

# РЕАЛИЗАЦИЯ ПОДХОДА НА ПРИМЕРЕ ДИССЕРТАЦИИ

Изучение объекта с позиции системного подхода включает следующие аспекты:

* системно-элементный (выявление элементов, составляющих данную систему);
* системно-структурный (изучение внутренних связей между элементами системы);
* системно-функциональный (выявление функций системы);
* системно-целевой (выявление целей и подцелей системы);
* системно-ресурсный (анализ ресурсов, требуемых для функционирования системы);
* системно-интеграционный (определение совокупности качественных свойств системы, обеспечивающих ее целостность и отличных от свойств ее элементов);
* системно-коммуникационный (анализ внешних связей системы со внешней средой и другими системами);
* системно-исторический (изучения возникновения системы, этапов ее развития и перспектив).

Таким образом, системный подход - это методологическое направление в науке, основная задача которого состоит в разработке методов исследования и конструирования сложноорганизованных объектов - систем разных типов и классов [9].

В ходе написания диссертации должна быть проведена следующая работа: оценено состояние класса исследуемой теплотехнической системы, выполнен синтез расчетной исследуемой системы, разработан алгоритм реализации математической модели на базе модульного и интегрального методов расчёта, проведено численное исследование системы, выполнена параметрическая оптимизация системы, оценено влияние характеристик отдельных элементов на эффективность функционирования системы.

Особое внимание в диссертации было уделено более глубокому изучению методов моделирования технических систем на макроуровне и практике их применения для анализа и оптимизации теплотехнических объектов. Учебный материал, используемый материал, сознательно сконцентрирован на моделировании технических систем. Важно было взглянуть на технический объект именно с точки зрения представления его как системы (системный подход), т. е. совокупности взаимосвязанных элементов, обладающей свойствами, отличными от свойств отельных элементов. Это позволило увидеть внутреннее взаимодействие элементов, понять смысл и внутреннюю логику инженерных методик расчета различных теплотехнических установок, научиться составлять алгоритмы подобных расчетов, легче разбираться в логике функционирования в новых технических объектах.

Моделирование – метод, основывающийся на использовании модели в качестве средства исследования явлений и процессов природы. Под моделями понимаются системы, замещающие объект познания и служащие источником информации о нём. Модели – это такие аналоги, сходство которых с оригиналом существенно, а различие – несущественно [4].

Моделирование предполагает исследование реально существующих предметов, явлений, социальных процессов, органических и неорганических систем. А это значит, что сферы применения моделирования, по существу, неограниченны. Ими охватываются все процессы. Но это вовсе не означает, что моделирование является единственным и исчерпывающим методом познания, хотя моделирование присуще всякому познавательному процессу [5].

Главная особенность моделирования в том, что это метод опосредованного познания с помощью объектов-заместителей. Модель выступает как своеобразный инструмент познания, который исследователь ставит между собой и объектом и с помощью которого изучает интересующий его объект. Именно эта особенность метода моделирования определяет специфические формы использования абстракций, аналогий, гипотез, других категорий и методов познания.

Необходимость использования метода моделирования определяется тем, что многие объекты (или проблемы, относящиеся к этим объектам) непосредственно исследовать или вовсе невозможно, или же это исследование требует много времени и средств [5].

Как было сказано выше, способом, с помощью которого будет рассмотрена проблема, разрабатываемая в моей диссертации, будет некое абстрактное представление идеализированной модели предложенного метода утилизации низкотемпературных тепловых потоков и последующее исследование этой модели по критериям эффективности, основным из которых является – экономия первичных энергетических ресурсов.

В самом общем случае задача моделирования технологической схемы технической системы заключается в определении ее состава (совокупности элементов), структуры (системы связей между элементами) и совокупности режимных и конструктивных параметров при заданных характеристиках сырьевых потоков и готовой продукции, функции цели и ограничений на параметры.

На основании информации, полученной в результате предварительного обследования объекта моделирования, т.е. реально существующего объекта, формируется его расчетная технологическая схема. Для реализации каждой стадии технологического процесса подбирается один или несколько технических элементов.

После определения состава технологических элементов устанавливаем и уточняем связи между ними по потокам вещества и энергии. Определяются также связи с внешними системами, в том числе с окружающей средой. Каждому конкретному материальному или энергетическому потоку соответствует связь, поэтому возможны варианты, когда два элемента имеют несколько общих связей, направления которых могут быть противоположными.

Таким образом, при составлении технологических схем используются два типа элементов: технологические и транспортные. К первым относятся элементы, в которых происходят преобразования массы и энергии, ко вторым – элементы, служащие для транспорта материальных и энергетических потоков, т.е. для соединения технологических элементов между собой.

Теплоносители и рабочие тела, посредством которых осуществляются различные технологические процессы в элементах оборудования и связи между ними, будем называть энергоносителями. Условно принимаем, что связи по механической и электрической энергии также осуществляются соответствующими энергоносителями. Каждая стационарная связь характеризуются строго заданным направлением, соответствующим действительному направлению движения потока энергоносителя между элементами оборудования. Связи, осуществляемые каким-либо теплоносителем (если известен их состав), однозначно определяются одним расходным и двумя термодинамическими параметрами его состояния, и поэтому их считают трехпараметрическими. Механические и электрические связи количественно характеризуются мощностью, поэтому их называют однопараметрическими.

После построения структуры системы и определения состава в нее входящих элементов оценивается сложность расчетной схемы и определяется уровень глубины исследования.

Обычно на предварительной стадии разработки теплотехнических систем можно не учитывать потери энергии и вещества в транспортных потоках, поэтому связи между элементами рассматриваются как чисто информационные. При более детальной проработке расчетная схема усложняется: при этом каждую связь можно рассматривать как комбинацию с фиктивным дискретным в пространстве элементом, к которому относят потери энергии и (или) вещества в транспортном соединении. С другой стороны, чтобы не усложнять математическую модель, можно эти потери отнести к соответствующим элементам, количественно учитывая их в уравнениях баланса через коэффициенты потерь энергии и вещества в окружающую среду.

Математическая модель объекта может быть представлена в виде совокупности математического описания структуры системы, системы балансовых уравнений элементов системы, системы ограничений на параметры и функции цели.

Графом в общем случае принято считать совокупность отрезков произвольной длины и формы, называемых дугами, и точек пересечения дуг, называемых вершинами. Использование теории графов позволяет осуществить математически строгое и достаточно наглядное рассмотрение структуры технологической схемы.

Для решения поставленной задачи достаточно проанализировать сокращенную систему балансовых уравнений, состоящую только из уравнений энергетических и материальных балансов. При этом считаем, что известны зависимости или алгоритмы определения энтальпий теплоносителей и рабочих тел в виде функций от термодинамических параметров.

Для каждого элемента системы записываются следующие уравнения:

* баланса энергии для k-го элемента:

; (3.1)

* материального баланса для i-го энергоносителя в k-м элементе:

 (3.2)

* изменения давления i-го энергоносителя в k-м элементе:

 (3.3)

* изменения энтальпии i-го энергоносителя в k-м элементе:

 (3.4)

В этих уравнениях упоминаются следующие величины:

*G* – расход энергоносителя;

*N* – мощность электрической или механической связи;

*р* и *h* – соответственно давление и энтальпия энергоносителя исходящей (“) или входящей (‘) связи элемента;

*∆р* и *∆h* – соответственно изменения давления и энтальпии соответствующих теплоносителей в элементах;

γ – коэффициент, учитывающий потери связывающего потока в окружающую среду.

*Nk* и *Pk* – число трехпараметрических и однопараметрических связей. Слагаемые, определяющие потоки, входящие в элемент, в уравнениях записываются как положительные «+», выходящие – как отрицательные «-».

После составления математической модели теплотехнической системы можно переходить к параметрической оптимизации.

При неизменной технологической схеме системы решение этих задач, как правило, не вызывает особых сложностей. Серьезные трудности возникают, если в ходе анализа необходимо менять ее структуру, т.е. при реализации структурной оптимизации. В этом случае надо перестраивать математическую модель. изменение вида технологической схемы системы влечет изменение в общем случае числа элементов и соответственно количества связей, а, следовательно, происходят изменения в математической модели. Наиболее удобно такую перестройку математической модели делать, пользуясь матрицей соединений и матрицей функциональных связей параметров. В этом случае появляется возможность запрограммировать логические операции перестройки вида технологической схемы установки, т.е. можно автоматизировать изменения вида схемы в процессе моделирования.

В общем случае системы балансовых уравнений представляют собой системы нелинейных уравнений. При расчете сложных нелинейных систем уравнений наибольшее распространение получили численные итерационные методы (простой и модифицированной итераций, Зейделя, Ньютона и др.).

Целью численного исследования являлось получение численных значений для искомых параметров системы. Подготовка к расчёту заключалась в составлении балансовых уравнений и разделении переменных, входящих в них на зависимые, управляемые и регламентированные.

Расчет балансовых уравнений производился в программе ***Microsoft Excel****.*

***Microsoft Excel*** содержит сотни операторов и встроенных функций для решения различных технических задач. Программа позволяет выполнять численные и символьные вычисления, производить операции со скалярными величинами, векторами и матрицами, автоматически переводить одни единицы измерения в другие.

**Решение систем уравнений *Microsoft Excel* осуществляет численными методами. При этом должно быть задано некоторое начальное приближение для тех переменных, значение которых необходимо найти. Основываясь на этих начальных данных, *Microsoft Excel* будет последовательно уточнять решение до тех пор, пока не подберет наиболее точные значения.**

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение хотелось бы отметить, что энергосбережение – это фактор экономического развития на практике показавший, что во многих случаях дешевле осуществить меры по экономии энергии или вообще избежать ее использования, чем увеличить ее производство. Это означает, что финансовые ресурсы, предназначенные для расширения производства энергии, могли бы быть направлены на другие виды деятельности по повышению жизненного уровня людей. Помимо такого глобального эффекта от высвобождения значительных финансовых ресурсов, весьма велико и непосредственное влияние роста эффективности использования энергии на производственную деятельность в плане повышения продуктивности и конкурентоспособности промышленности.

Для достижения данной цели (энергосбережения) были решены следующие задачи:

1. Разработана математическая модель на макроуровне в составе формализованного описания технологической схемы;
2. Разработан алгоритм решения поставленной задачи;
3. Проведено численное исследование.

В основе разработки математической модели исследования были использованы балансовые уравнения отражающие основные законы сохранения энергии и массы. Неточность полученных результатов объясняется тем, что часть основных элементов была принята как «черный ящик» для упрощения исследуемой схемы, что, в конечном счете, и повлекло за собой погрешность разработанной математической модели.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Беларусь | Импорт и Экспорт | Весь мир | Все товары | Стоимость (долл. США) и Изменение стоимости, г/г (%) | 2009 - 2020 [Электронный ресурс] // Trend Economy – Режим доступа: https://trendeconomy.ru/data/h2/Belarus/TOTAL – Дата доступа: 27.01.2022.
2. Беларусь и страны Европы [Электронный ресурс] // Министерство иностранных дел Республики Беларусь – Режим доступа: https://mfa.gov.by/bilateral/europe/ – Дата доступа: 27.01.2022.
3. Методология [Электронный ресурс] // Электронная библиотека Института философии РАН– Режим доступа: https://iphlib.ru/ library/collection/newphilenc/document/HASH01e202fe7b591ef6cabae3e1. – Дата доступа: 12.02.2022.
4. Методология научных исследований в энергетике [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: https://rep.bntu.by/handle/data/41526. – Дата доступа: 12.02.2022.
5. Методология философии [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: https://studrb.ru/works/entry29152kMpXSY. – Дата доступа: 12.02.2022.
6. Общая информация о внешней торговле: направления, задачи, итоги за актуальный период [Электронный ресурс] // Министерство иностранных дел Республики Беларусь – Режим доступа: https://mfa.gov.by/trade/– Дата доступа: 27.01.2022.
7. Системный подход [Электронный ресурс] // Академик – Режим доступа: https://dic.academic.ru/ dic.nsf/ruwiki/118429. – Дата доступа: 12.02.2022.
8. Системный метод исследования [Электронный ресурс] // Учебные материалы для студентов – Режим доступа: https://studme.org/ 354640/bzhd/sistemnyy\_metod\_issledovaniya. – Дата доступа: 12.02.2022.
9. Системный подход и его развитие [Электронный ресурс] // Учебные материалы для студентов – Режим доступа: https://studme.org/ 1924070111174/ekonomika/sistemnyy\_podhod\_ego\_razvitie. – Дата доступа: 12.02.2022.
10. Энергосбережение – путь повышения эффективности [Электронный ресурс] // Администрация Первомайского района г. Минска – Режим доступа: https://pervadmin.gov.by/page-3572. – Дата доступа: 27.01.2022.