

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО  
«Сибирский федеральный университет»  
институт

«Электроэнергетика»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ А.В. Коловский  
подпись      инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

13.03.02. «Электроэнергетика и электротехника»  
код – наименование направления

Анализ топливно – энергетического баланса по РХ с целью эффективного  
использования энергетических ресурсов  
тема

Руководитель	_____	доцент, к. э. н.	<u>Н.В. Дулесова</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>А.С. Сизоненко</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____		<u>И.А. Кычакова</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Абакан 2022

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО  
«Сибирский федеральный университет»  
институт

«Электроэнергетика»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
А.В.Коловский  
подпись    инициалы, фамилия  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**  
в форме бакалаврской работ

Студенту \_\_\_\_\_ Сизоненко Александру Сергеевичу \_\_\_\_\_

(фамилия, имя, отчество)

Группа (ХЭН 18–01) Направление (специальность) 13.03.02 \_\_\_\_\_

номер

код

«Электроэнергетика и электротехника» \_\_\_\_\_

наименование

Тема выпускной квалификационной работы: Анализ топливно – энергетического баланса по РХ с целью эффективного использования энергетических ресурсов

Утверждена приказом по институту № 211 от 15.04. 2022 г.

Руководитель ВКР Дулесова Н.В., к.э.н. доцент кафедры «Электроэнергетика»

(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для ВКР количество домохозяйств; значения объемов потреблённой электрической энергии, оптовые цены, производство, экспорт, импорт энергоресурсов.

Перечень разделов ВКР:

Введение

1 Теоретическая часть

1.1 Обзор нормативной и методической базы энергетических обследований.

1.2 Характеристика обследуемого объекта Республики Хакасия

2 Аналитическая часть

2.1 Топливо-энергетический комплекс РХ: современное состояние, основные проблемы развития

2.1 Сравнение видов топлива

3 Практическая часть

3.1 Расчет цены межтопливной конкуренции природного газа

3.2 Расчет стоимости электроэнергии для населения с целью перехода на электроотопление, с учетом доставки энергоресурсов до домохозяйств

3.3 Расчет нормативных объемов потребления электроэнергии для нужд отопления домохозяйств

Заключение

Список использованных источников

Перечень графического материала:

1. Эффективное использование энергоресурсов в РХ

2. Сравнение видов топлива

3. Расчет нормативных объемов потребления электроэнергии для нужд отопления домохозяйств

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_

подпись

/Н.В. Дулесова  
инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_

подпись

/А.С. Сизоненко  
инициалы, фамилия

05.05. 2022 г.

## РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа на тему «Анализ топливно – энергетического баланса по РХ с целью эффективного использования энергетических ресурсов Хакасия» содержит 50 страниц текстового документа, 16 таблицы, 3 рисунка, 30 использованных источников, 3 листа графического материала.

Актуальность выбранной темы заключается в необходимости перевода частного сектора на электроотопление в Республике Хакасия.

Объектом исследования являются топливно-энергетический баланс Республики Хакасия.

Предмет исследования – анализ, способы, методы расчета норматива электропотребления на отопление частных домохозяйств.

Цель работы: анализ топливно-энергетического баланса по РХ с целью эффективного использования энергоресурсов.

Цель достигается решением таких задач, как:

- Анализ межтопливной конкуренции в Республики Хакасия;
- Выявление оптимального энергоресурса;
- Разработка мероприятий по переводу частного сектора на экологически чистый вид энергоресурса.

Практическая значимость работы – применение современных методик расчета может значительно упростить определение норматива электропотребления для нужд отопления с целью перевода частного сектора на электроотопление, а разработанная методика может быть использована специалистами энергосбытовых компаний.

## **ABSTRACT**

The bachelor's thesis on the topic "Analysis of the fuel and energy balance for the effective use of various energy resources in the Republic of Khakassia" contains 50 pages of a text document, 16 tables, 3 figures, 30 sources used, 3 a sheet of graphic material.

The relevance of the chosen topic lies in the need to transfer the private sector to electric heating in the Republic of Khakassia

The object of the study is the fuel and energy balance of the Republic of Khakassia.

The subject of the study is the analysis, methods, methods of calculating the standard of electricity consumption for heating private households.

The purpose of the work: analysis of the fuel and energy balance according to RH for the purpose of efficient use of energy resources.

The goal is achieved by solving such tasks as:

- Analysis of inter-fuel competition in the Republic of Khakassia;
- Identification of the optimal energy resource;

Development of measures for the transfer of the private sector to an environmentally friendly type of energy resource.

The practical significance of the work is that the use of modern calculation methods can significantly simplify the definition of the standard of electricity consumption for heating needs in order to transfer the private sector to electric heating, and the developed methodology can be used by specialists of power supply companies.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Теоретическая часть.....	8
1.1 Обзор нормативной и методической базы энергетических обследований.....	8
1.2 Характеристика обследуемого объекта Республики Хакасия.....	8
2 Аналитическая часть. Эффективное использование энергоресурсов в РХ....	12
2.1 Топливо-энергетический комплекс РХ: современное состояние, основные проблемы развития.....	13
2.2 Сравнение видов топлива.....	17
3 Практическая часть.....	23
3.1 Расчет цены межтопливной конкуренции природного газа.....	23
3.2 Расчёт стоимости электроэнергии для населения с целью перехода на электроотопление, с учётом доставки энергоресурсов до домохозяйств.....	31
3.3 Расчет нормативных объемов потребления электроэнергии для нужд отопления домохозяйств.....	34
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	40
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	41
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	44

## ВВЕДЕНИЕ

Энергетический баланс является естественным базовым элементом для создания различных производных показателей потребления энергии (например, потребление энергии на душу населения или на единицу валового внутреннего продукта) и эффективности её использования. Статистики также используют энергетический баланс как высококачественный проверочный инструмент точности данных, поскольку явный избыток энергии в процессах преобразования или значительные потери свидетельствуют о проблемах с отчётными данными.

Составление и анализ топливно-энергетического баланса для территориально-ориентированных объектов позволяет:

- доказать предполагаемую потребность в топливе, электрической и тепловой энергии для осуществления жизнедеятельности населения и выполнения производственной программы;
- определить более рациональные методы покрытия потребности в топливе и энергии, и качестве,
- выявить излишние потери топлива и энергии и разработать меры по их устранению;
- установить нормативы энергопотребления;
- определить приоритетные меры по сбережению энергии и более экономичные направления улучшения топливно-энергетического хозяйства;
- определить потенциал энергосбережения.

Топливо-энергетический баланс (ТЭБ) выступает как инструмент анализа, прогноза по развитию данного региона. ТЭБ несет в себе информацию о том, кем и на какие цели используются те или же другие энергоресурсы, как они изменяются из одних форм в другие, какие существуют факторы, действующие на их потребление и т.п. С помощью ТЭБ мы сможем не только проанализировать, но и спрогнозировать факторы повышения энергоэффективности.

## **1 Теоретическая часть**

### **1.1 Обзор нормативной и методической базы энергетических обследований**

Топливо-энергетический баланс Республики Хакасия за 2020 год, утвержденный распоряжением Главы Республики Хакасия – Председателем Правительства Республики Хакасия от 30.09.2021 105-рп, составлен в соответствии с приказом Минэнерго России от 14.12.2011 600 «Об утверждении Порядка составления топливо-энергетических балансов субъектов Российской Федерации, муниципальных образований», который в свою очередь признан утратившим силу с 23 ноября 2021 года приказом Минэнерго России от 29.10.2021 1169 «Об утверждении Порядка составления топливо-энергетических балансов субъектов Российской Федерации, муниципальных образований» [4,5].

На данный момент действующая нормативная база Республики Хакасия является Распоряжение Главы Республики Хакасия – Председателя Правительства Республики Хакасия от 30.09.2021 № 105-рп «Об утверждении топливо-энергетического баланса Республики Хакасия за 2020 год» [27].

Так же разработаны планы мероприятий «дорожная карта» предусматривающего достижение целевых топливо-энергетических балансов Республики Хакасия в целях обеспечения граждан доступными и экологичными источниками энергии утверждённой распоряжением Главы Республики Хакасия – Председателя Правительства Республики Хакасия от 20.04.2022 г. № 46-рп [25].

### **1.2 Характеристика обследуемого объекта Республики Хакасия**

Республика Хакасия расположена в юго-западной части Восточной Сибири, в пределах Саяно-Алтайской горной системы и занимает площадь



61600 км<sup>2</sup>, что составляет 0,36% от территории Российской Федерации (далее – РФ) и 1,2% – от территории Сибирского федерального округа (далее – СФО). Регион граничит: на севере и востоке – с Красноярским краем; на юге и юго-западе – с Республиками Тыва и Алтай; на западе – с Кемеровской областью.

В республику входят 99 муниципальных образований, в том числе 5 городских округов, 8 муниципальных районов, 86 городских и сельских поселений.

Численность населения за 2021 год составила 520,8 тыс. человек – это 0,4% численности населения РФ и 2,8% – СФО. Плотность населения – 8,7 человека на 1 км<sup>2</sup>. Расстояние от столицы Республики Хакасия – города Абакана до г. Москвы составляет 4218 км [26].

В структуре валового регионального продукта Республики Хакасия в 2021 году промышленное производство занимало 56,1%, оптовая и розничная торговля – 17,9%, транспортировка и хранение – 12,8%, сельское хозяйство – 8,7%, строительство – 4,5% [4].

Ведущими в промышленном секторе республики являются организации металлургического производства, электроэнергетики, добычи полезных ископаемых, производства пищевых продуктов, производства напитков, которые поставляют на общероссийские рынки электроэнергию, каменный уголь, железную руду, молибденовый концентрат, золото, алюминий, алюминиевую фольгу, облицовочные изделия из мрамора, контейнеры, пиломатериалы, кондитерские изделия, молочную и кисломолочную продукцию, консервы [4].

Хакасия – один из уникальных в природно-ресурсном отношении регионов Российской Федерации. Только в разведанных месторождениях сосредоточено 23,6% общероссийских запасов молибдена, 27% барита, 13% облицовочных камней, 6,5% бентонита, 3,5% каменного угля. Ведется добыча железа, золота, минеральных и радоновых вод, барита, мрамора, гранитов. Разведаны месторождения меди, фосфоритов, свинца, цинка, асбеста, гипса, нефрита, жадеита. Имеются разведанные запасы нефти и газа [27].

Государственным кадастром месторождений и проявлений на территории Республики Хакасия учитывается 339 объектов, в том числе 207 месторождений (без угольных месторождений), 41 участок в пределах четырех угольных месторождений, 81 проявление полезных ископаемых [26].

Основные отрасли Хакасии представлены такими крупнейшими предприятиями, как АО «РУСАЛ Саяногорский алюминиевый завод» – значимый в России производитель алюминиевых сплавов, центр тестирования и внедрения инновационных технологий РУСАЛа, лидер по выпуску сплавов среди российских алюминиевых заводов (в структуре экспорта региона алюминий и изделия из него занимают более 77%), АО «РУСАЛ САЯНАЛ» – большой российский завод по производству алюминиевой фольги и упаковочных материалов на ее основе, ООО «СУЭК-Хакасия» – лидирующая угольная компания республики, ООО «Разрез Аршановский», АО «Угольная компания «Разрез Степной», гидроэлектростанция филиал ПАО «РусГидро» – «Саяно-Шушенская ГЭС им. П.С. Непорожного» – крупнейшая по установленной мощности электростанция России (далее – Саяно–Шушенская ГЭС).

Республика Хакасия является приоритетным регионом для стратегических инвестиций компании «Союзметаллресурс». В регионе находятся основные активы компании ООО «Сорский горно-обогатительный комбинат», ООО «Сорский ферромолибденовый завод». Производством ферромолибдена занимается Сорский ферромолибденовый завод, который работает в тесной связке с ООО «Сорский ГОК». Комплекс по производству ферромолибдена в республике производит около 80% данного ферросплава в стране.

Хакасия располагает развитой сетью организаций топливно-энергетического комплекса, потенциал которого обеспечивается мощными гидроэнергетическими ресурсами, а также богатыми запасами угольных месторождений.

В энергосистему республики входят: крупнейшая в России гидроэлектростанция – Саяно-Шушенская ГЭС (установленная мощность 6400 МВт, среднегодовая выработка 24 млрд кВт·ч), Майнская ГЭС и три электроцентрали (Абаканская, Абазинская и Сорская ТЭЦ) с суммарной мощностью 7016 МВт. Саяно-Шушенская ГЭС является самым мощным источником покрытия пиковых нагрузок в Единой энергосистеме России и Сибири.

Общая площадь лесного фонда составляет 65% всей территории республики. Общий запас древесины – 441,8 млн м<sup>3</sup>, в том числе хвойных пород – 363,9 млн м<sup>3</sup>, особую ценность представляют кедровые леса.

Общая площадь Абакана составляет 11277 га, из которых 1768 га – застроенная территория. При этом частный сектор занимает 1240 га – около 70% застройки. Практически все частные дома отапливаются углем и являются одной из главных причин загрязнения атмосферного воздуха в столице Хакасии [26].

## **2 Аналитическая часть. Эффективное использование энергоресурсов в РХ**

Повышение энергоэффективности – является основным направлением, которое активно поддерживаются и регулируются на законодательном уровне. Еще в 2009 году был принят Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ», вместе с которым в нашу жизнь пришло такое понятие, как класс энергоэффективности. В июне 2021 года в документ были внесены незначительные изменения.

Законодательство предусматривает использование материалов, исключая нерациональный расход энергоресурсов как в процессе строительства зданий и сооружений, так и в процессе их эксплуатации [21].

Почему же такие понятия, как энергоэффективность и энергосбережение, настолько важны.

Энергосбережение – это максимальное снижение потерь энергии как при доставке энергии конечному потребителю, так и при использовании энергоресурсов.

Энергоемкость производства – количество энергии, затраченное на производство единицы продукции. Чем меньше энергоемкость, тем выше энергоэффективность.

Развитие человечества характеризуется расширяющимся применением и увеличивающимся потреблением энергии, что обусловило две альтернативные тенденции [2].

Первая тенденция – постоянно увеличивающееся потребление топливно-энергетических ресурсов.

Потребление энергоресурсов в мире в течение прошлого века увеличилось более чем в 10 раз, превысив в его конце 15 млрд. тонн условного топлива (т.у.т.) [6].

Вторая тенденция – возрастающее потребление энергоресурсов приводит к негативным последствиям для среды обитания человека, истощению энергоресурсов.

Для анализа используем данные из топливно-энергетического баланса Республики Хакасия за 2020 год, смотреть приложение.

## **2.1 Топливо-энергетический комплекс РХ: современное состояние, основные проблемы развития**

Топливо-энергетический баланс Республики Хакасии имеет ресурсный потенциал. В РХ – содержится 2,83 общероссийского электроэнергетического и гидротехнического потенциала, около 3,8 запасов угля. Несмотря на маленькие показатели, площадь Республики Хакасия 61900 кв2 [3], где доля от общей площади РФ составляет – 0,36 %.

Таблица 6 – Ресурсный потенциал Республики Хакасия

Ресурс, балансовый запас	Значение	Доля от России, %
1	2	3
Электроэнергетический и гидроэнергетический потенциал, млн. кВт·ч	30,08	2,83
Уголь (категории Хакаский), млн. тонн	20,14	3,80
Нефтепродукты, тыс. тонн	518,48	0,10

В Республики Хакасия в 2020 г. конечное потребление составило – 4,35 млн т.у.т., где доля от общероссийского потребления составило – 0,52 %, наиболее энергоемкими секторами по-прежнему остаются «промышленность» (69,5%), «Население» (12,4%) и «Транспорт и связь» (7,1%), прочее (11%).

Структура потребления топлива в среднем по России преимущественно газовая – 58%, а в Республике Хакасия она ориентирована в основном на уголь – 83%, что заметно осложняет экологическую обстановку в республике [4].

Экология тесно связана с энергосбережением, т.к. процессы производства электроэнергии, добычи топлива для ее получения в настоящее время не являются экологически чистыми. Чем больше мы сэкономим энергии, тем меньше потребуется ее произвести, т.е. тем чище будет наша окружающая среда.

Так ежегодно с наступлением отопительного периода, который с учетом климатических особенностей региона длится до 8 месяцев, уровень загрязнения воздуха в Абакано-Черногорской агломерации в разы превышает предельно допустимые значения. Это происходит из-за того, что частный жилой сектор городов отапливается, главным образом, наиболее дешевым топливом – каменным углем.

В среднем владельцы дома площадью от 80 до 100 м<sup>2</sup> за отопительный сезон сжигают в печи около 5 тонн угля. Каждая тонна топлива дает около 7 гигакал. тепла. Но, помимо тепловой энергии, печи выбрасывают в воздух твердые вещества: при производстве каждой гигакалории от 60 до 100 килограммов. Получается, что один дом за отопительный сезон выбрасывает в атмосферу от 300 до 500 килограммов твердых веществ.

Построение топливно-энергетического баланса и его анализ осуществлены на базе данных по Республике Хакасия. Динамика электропотребления энергосистемы Республики Хакасия показано в виде диаграммы на рисунке 1.

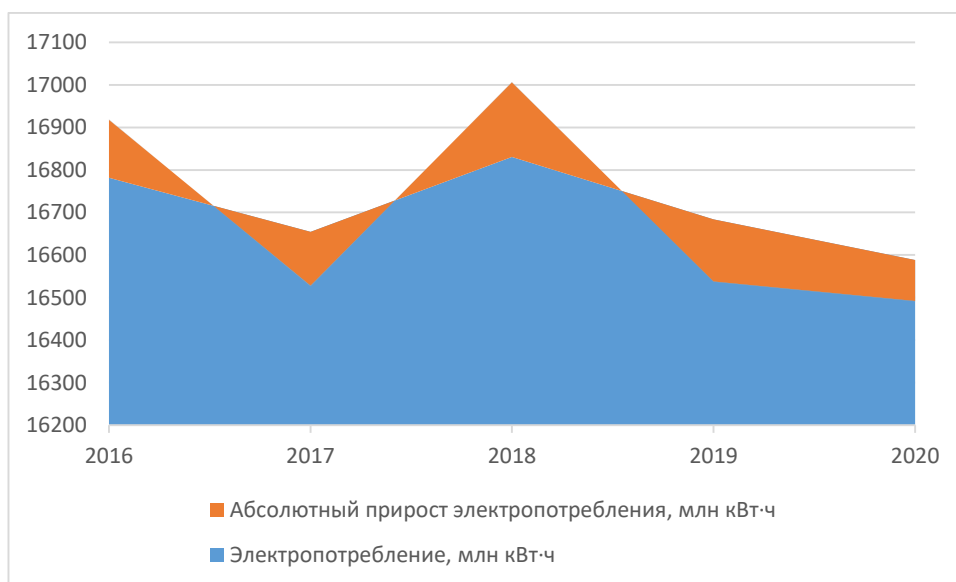


Рисунок 1 – Динамика электропотребления энергосистемы Республики Хакасия

Анализ структуры потребления указывает на то, что в 2018 году идёт увеличение потребление электроэнергии относительно прошлых годов, это вызвано по причине многих разных факторов, в том числе и развития стихийного майнинга, с которым Республика Хакасия столкнулась из-за введенных запретов в других странах и перебазируванием значительного количества оборудования в Республику Хакасию. Соответственно, фактический рост электрических нагрузок существенно превысил.

Динамики основных показателей энерго и электроэффективности по Республике Хакасия представлена на рисунке 2.

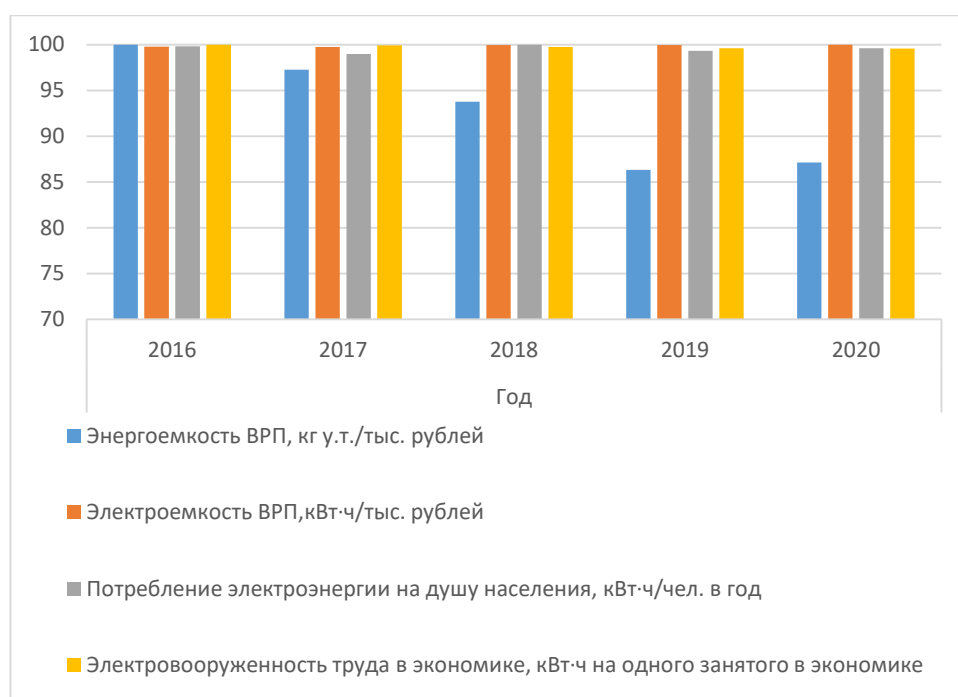


Рисунок 2 – Динамика основных показателей электроэффективности

Анализ показал, что в сопоставимых условиях энергоемкость валового регионального продукта (ВРП) за рассматриваемый период снизилась на 12%. Это значит, что ежегодный темп снижения составил всего 1,2%. Таким образом энергетическая стоимость производства ВРП, рассматриваемая в достаточно длительной перспективе (4 года), проявляет устойчивую и статически достоверную тенденцию к увеличению. Из вышперечисленного можно сказать,

что эффективность использования электроэнергии в целом по республике устойчиво снижалась.

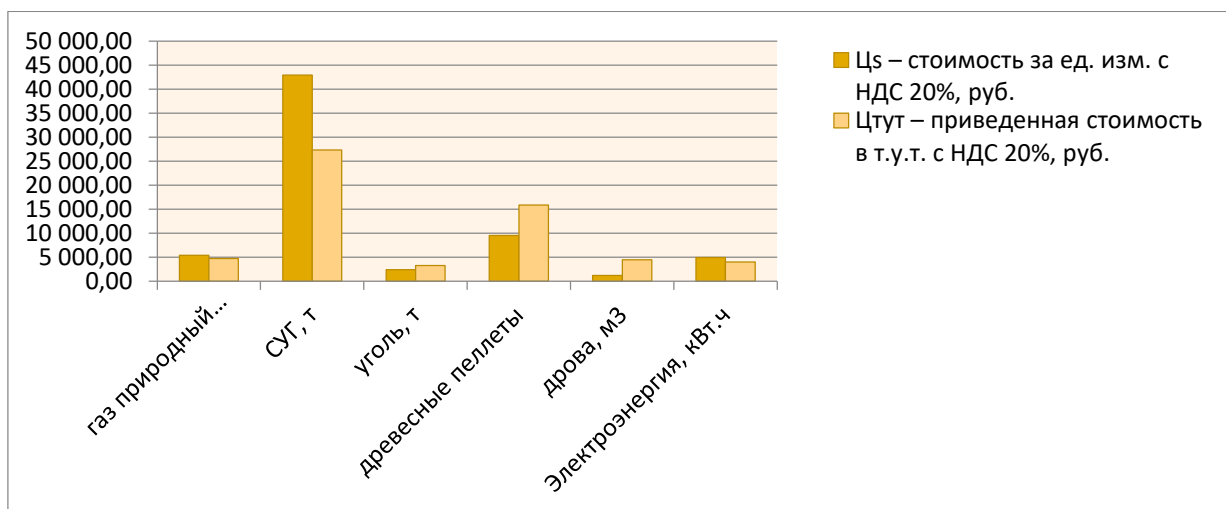


Рисунок 3 – График цен на энергоресурсы за 2021 год в Республики Хакасия

Анализируя данные графика, можно сказать, что самым дешевым топливом на территории Республики Хакасии является уголь.

Стоит отметить, что, исходя из однопродуктового баланса угля, можно выделить, что около 90% процента угля экспортируют из Республики, это вызвано видом угля, т.к. в РХ добывают каменный уголь, и, следовательно, стоит вопрос, для чего тогда мы ввозим уголь на территорию РХ, а всё потому, что почти все котельные в республике потребляют бурый уголь, это вызвано рядом преимуществ бурого угля и оборудования на котельных, не предназначенных для потребления каменного угля.



Потребление населением угля около 6% от потребления первичной энергии, несмотря на такой маленький процент, экологическая обстановка в Республике Хакасия, а в частности в городах Абакана и Черногорска не лучшая, усугубляют экологическую ситуацию особенности географического расположения и климата.

Оптимальным решением проблемы является переход частного сектора на электроотопление. Для перехода частного сектора на электроотопление в г. Абакан необходимо определить нормативный объём потребления электроэнергии для нужд отопления домохозяйств, однако газ дешевле угля, поэтому необходимо сравнить два вида энергии, электричество и газ.

## **2.2 Сравнение видов топлива**

Рассматривались группы потребителей в соответствии с таблицей 10, в которой группы 1-3 анализировались индивидуально, а группы 4-7 и население рассматривались агрегировано в составе потребителей населенного пункта.

Группы потребителей ниже выделенного порога рассматриваются агрегировано за исключением населения.

Таблица 7 – Ценовые сценарии

Группы конечных потребителей	Объемные диапазоны групп конечных потребителей*	Ценовой сценарий 1	Ценовой сценарий 2	Ценовой сценарий 3	Ценовой сценарий 4
1	2	3	4	5	5
1-я группа	от 500 млн. м <sup>3</sup> в год до 1 млрд. м <sup>3</sup> в год	–	–	–	4 811
Группа 1а	свыше 1 млрд. м <sup>3</sup> в год	–	–	–	4 811
2-я группа	от 100 млн. м <sup>3</sup> до 500 млн. м <sup>3</sup> в год включительно	–	–	–	4 811
3-я группа	от 10 до 100 млн. м <sup>3</sup> в год включительно	–	–	–	4 811
Агрегированная группа потребителей (группы 4-7)	от 1 до 10 млн. м <sup>3</sup> в год включительно+ от 0,1 до 1 млн. м <sup>3</sup> в год включительно+ от 0,01 до 0,1 млн. м <sup>3</sup> в год включительно+ от 0,01 до 0,1 млн. м <sup>3</sup> в год включительно+ до 0,01 млн. м <sup>3</sup> в год включительно	–	–	–	4 811
8-я группа	население	–	–	–	4 811

Согласно пункту 15.1 приказа Федеральная антимонопольная служба Российской Федерации от 10.07.2020 № 638/20 «Об утверждении оптовых цен на газ, используемых в качестве предельных минимальных и предельных максимальных уровней оптовых цен на газ, добываемый ПАО «Газпром».

Таблица 8 – Оптовые цены на газ

Субъект СФО	Оптовые цены, используемые в качестве предельного минимального уровня оптовых цен на газ, руб./1000 м <sup>3</sup> (без НДС) с 1 августа 2021 года	Оптовые цены, используемые в качестве предельного максимального уровня оптовых цен на газ, руб./1000 м <sup>3</sup> (без НДС) с 1 августа 2021 года
1	2	3
Республика Алтай газопровод «Барнаул-Бийск-Горно-Алтайск», граница Алтайского края-г. Горно-Алтайск	5 032	5 125
Республика Тыва	–	–
Республика Хакасия	–	–
Алтайский край (Кроме покупателей газа, поступающего по газопроводу «Барнаул-Бийск-Горно-Алтайск» (участок 87 км-граница Алтайского края)	4 668	4 754
(газопровод «Барнаул-Бийск - Горно-Алтайск» участок 87 км-граница Алтайского края)	5 032	5 125
Красноярский край	-	-
Иркутская область	-	-
Кемеровская область-Кузбасс	4 684	4 772
Новосибирская область	4 434	4 517
Омская область	4 801	4 890
Томская область (314 391 кв. км)	4 333	4415
Средняя арифметическая величина руб./1000 м <sup>3</sup> (без НДС)	4 712	4 800

Согласно данным размещенным в сети Интернет (<https://assisteNot.regportal-tariff.ru>) в Хакасии отсутствуют потребители энергоресурсов, которые косвенно можно отнести к 1-ой или 1а группе потребителей таблицы 10, теоретически переведя потребителей с угля на СПГ, однако наиболее энергоемкое предприятие это ресурсоснабжающее предприятие г. Абакана – Филиал «Абаканская ТЭЦ» АО «Енисейская ТГК (ТГК-13)».

Оно относится ко 2-ой группе потребителей, потребляющее первичные энергоресурсы в эквивалентном объеме от 100 млн. м<sup>3</sup> до 500 млн. м<sup>3</sup> газа в год.

Таблица 9 – Сравнительный анализ расходов при сжигании энергоресурсов в 2021 году

Вид энергоресурса	Теплотворная способность				Объемная плотность вещества ( $\rho=m/V$ )	Цена за единицу с НДС 20%		Коэфф. полезного действия (КПД) системы отопления, %	Цена за (с НДС 20%)	
	МДж		кВт·ч			единица измерения	руб.		1 кВт·ч, руб.	1 Гкал, руб.
	(1МДж=0,278кВт·ч)									
1	2		3		4	5	6	7	8	9
Электричество (население-1,65 руб./кВт*ч)	–		1,0 кВт·ч		–	кВт·ч	1,65	100%	1,65	1 918,60
Электричество (прочие потребители 1 ЦК, НН-7,23 р/ кВт*ч)	–		1,0 кВт·ч		–	кВт·ч	7,23	100%	7,23	8 406,98
Метан (CH <sub>4</sub> , температура кипения: -161,6 °С)	39,8 МДж/м <sup>3</sup>		11,1 кВт·ч/м <sup>3</sup>		0,72 кг/м <sup>3</sup>	1000 м <sup>3</sup>	5 199,60	94%	0,54	630,14
Пропан-бутан (СУГ-сжиженный углеводородный газ) АО «Красноярсккрайгаз»	46,8 МДж/кг	25,3 МДж/л	13 кВт·ч/кг	7 кВт·ч/л	0,54 кг/л	кг	44,24	94%	0,50	579,46

Окончание таблицы 9 – Сравнительный анализ расходов при сжигании энергоресурсов в 2021 году

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Дизельное топливо	42,7 МДж/кг	11,9 кВт·ч/кг	0,85 кг/л	л	50,6	92%	5,00	5 816,83
Дрова (берёзовые, влажность-12%)	15 МДж/кг	4,2 кВт·ч/кг	470-720 кг/м <sup>3</sup> (600 для расчета)	м <sup>3</sup>	1 249,20	90%	0,55	640,46
Бурый уголь (Канско-Ачинский 3700 ккал/кг-Аб ТЭЦ)	15,49 МДж/кг	4,31 кВт·ч/кг	1200-1500 кг/м <sup>3</sup>	тонна	1 090,00	90%	0,28	326,74
Каменный уголь (Хакасский-5400 ккал/кг)	22,608 МДж/кг	6,28 кВт·ч/кг	1200-1500 кг/м <sup>3</sup>	тонна	2 442,00	90%	0,43	502,39

Анализируя сводную таблицу 9, можно сделать вывод, что газификация экономически не целесообразна при использовании в качестве топлива природный газ (СПГ-Метан), поскольку при сжигании угля стоимость 1 кВт·ч (1 Гкал) на 13,3% ниже, чем при сжигании СПГ, расчет произведен без учета стоимости строительства и обслуживания инфраструктуры.

Использование сжиженного углеводородного газа (СУГ-пропан-бутан) дороже угля в 8,3 раз, а электроэнергии в 3,8 раза при тарифе для населения в 1,65 руб./кВт·ч без учета строительства и эксплуатации газгольдеров и газопроводов.

Если рассматривать самого крупного потребителя угля в Хакасии-Филиал «Абаканская ТЭЦ» АО «Енисейская ТГК (ТГК-13)», который приобретает уголь вагонами по стоимости 1090 рублей за тонну бурого угля с доставкой, то разница в цене по сравнению с СПГ почти в 1,77 раза меньше относительно угля или на 56% ниже относительно сжигания СПГ с учетом КПД.

### 3 Практическая часть

#### 3.1 Расчет цены межтопливной конкуренции природного газа

Ценой межтопливной конкуренции для газа является расчетная величина стоимости природного газа, при которой за планируемый период окупаются затраты на модернизацию/техническое перевооружение предприятия, связанные с переходом на природный газ [5].

Цена межтопливной конкуренции – это минимальная стоимость тонны условного топлива для конкурирующих видов топлив.

Для расчета цены межтопливной конкуренции для каждого потребителя  $i$  соответствующей группы потребления. Рассматривались группы потребителей в соответствии с таблицей 7, в которой группы 1-3 анализировались индивидуально, а группы 4-7 и население рассматривались агрегировано в составе потребителей населенного пункта. В ходе доработки методики определялся конкретный порог по годовому потреблению для индивидуального рассмотрения группы. Группы потребителей ниже выделенного порога рассматриваются агрегировано за исключением населения, ценового сценария  $j$  для каждого прогнозного года формируется таблица 10 [5].

Таблица 10 – Цены межтопливной конкуренции для потребителей в 2021 году

Вид топлива	ед. изм.	$C_s$ – стоимость за ед. изм. с НДС 20%, руб.	$K$ – коэффициент перевода в т.у.т.	$C_{тут}$ – приведенная стоимость в т.у.т. с НДС 20%, руб.
1	2	3	4	5
газ природный сетевой	1000 куб. метров	5 402,06	1,14	4 738,65
СУГ	тонна	42 912,80	1,57	27 332,99
уголь	тонна	2 394,10	0,727	3 293,12

Окончание таблицы 10 – Цены межтопливной конкуренции для потребителей в 2021 году

1	2	3	4	5
древесные пеллеты	тонна	9 535,10	0,6	15 891,83
дрова	1 м <sup>3</sup>	1 200,00	0,266	4 511,28
прочее твердое топливо	тонна	–	–	–

где

$\Pi_s$  – стоимость топлива за единицу измерений – средняя оптовая стоимость топлива с учетом доставки в субъекте Российской Федерации;

$K$  – коэффициент перевода в т.у.т., выбирается в соответствии с приложением № 3 к приказу Министерства энергетики Российской Федерации от 29.06.2021 № 1169;

$\Pi_{\text{тут}}$  – стоимость энергетической единицы (т.у.т.) на соответствующем виде топлива в рублях.

$\Pi_{\text{тут}}$  определяется как:

$$\Pi_{\text{тут}} = \Pi_s / K$$

В таблице 10 строка «газ природный» заполнялся с учетом отношения розничной цены газа для данной группы потребителей  $i$  к оптовой цене газа  $\Pi_{\text{опт}}$ .

Выполнение неравенства  $\Pi_{\text{Газрасч}ij} \leq \Pi_{\text{тут}}$  является необходимым условием для принятия решения о переходе  $i$ -го потребителя на газ для ценового сценария  $j$ . Вычисление розничного тарифного меню для зоны вне ЕСГ описано ниже.

Ценовые сценарии формулировались в виде таблицы цен  $\Pi$  в соответствии с классификацией конечных групп потребителей (Таблица 1), где  $i=1,2,3$ , - номер группы потребителей.

Прогнозные розничные тарифы по группам потребителей  $\Pi_{\text{прог}ij}$  (в соответствии с таблицей 10) рассчитываются путем применения коэффициента инфляции к действующим розничным тарифам

$$\Pi_{\text{прог}ij} = \Pi_{ij} * (1 + \text{infl})^t,$$



где  $infl$  – средний годовой коэффициент инфляции за рассматриваемый период прогнозирования,  $t$  – год прогнозирования [5].

Для территорий вне зоны действия ЕСГ прогнозное тарифное меню вычисляется аналогичным образом. В качестве действующих розничных тарифов  $C$  используются розничные тарифы на газ из максимального по площади газифицированного субъекта Федерации, принадлежащего к тому же федеральному округу, и вместо  $C_{\text{опт прогн}}$  применяется  $C_{\text{сронт прогн}}$ . Необходимые условия сохраняются.

Таблица 11 – Цены межтопливной конкуренции для потребителей в 2030 г.

Вид топлива	ед. изм.	$C_s$ – стоимость за ед. изм. с НДС 20%, руб.	$K$ – коэффициент перевода в т.у.т.	$C_{\text{тут}}$ – приведенная стоимость в т.у.т. с НДС 20%, руб.
1	2	3	4	5
газ природный сетевой	1000 куб. метров	8 047,97	1,15	6 998,24
СУГ	тонна	74 742,55	1,57	47 606,72
уголь	тонна	4 125,71	0,727	5 674,98
древесные пеллеты	тонна	16 607,58	0,6	27 679,30
дрова	1 м <sup>3</sup>	2 110,50	0,266	7 934,20
прочее твердое топливо	тонна	–	–	–

Таблица 12 – Цены электроэнергии для потребления различных ценовых категорий и уровней напряжения

Раздел I. Полезный отпуск электроэнергии и мощности, реализуемой по нерегулируемым ценам в ценовых зонах оптового рынка и по регулируемым ценам (тарифа) в неценовых зонах оптового рынка	2021 год		Прогнозный год 2030 год	
	$C_s$ – стоимость за ед. изм. с НДС 20%, руб/1000 кВт·ч	$C_{\text{тут}}$ – приведенная стоимость в т.у.т. с НДС 20%, руб.	$C_s$ – стоимость за ед. изм. с НДС 20%, руб. руб/1000 кВт·ч	$C_{\text{тут}}$ – приведенная стоимость в т.у.т. с НДС 20%, руб.
1	2	3	4	5
1 ценовая категория				
Потребители с максимальной мощностью принадлежащих им энергопринимающих устройств до 670 кВт				
ВН	3 996,36	32 490,75	5 214,35	42 393,07
СН1	4 991,04	40 577,54	6 512,17	52 944,48
СН2	5 729,71	46 582,98	7 475,97	60 780,23
НН	7 254,46	58 979,34	9 465,42	76 954,67
2 ценовая категория				
Потребители с максимальной мощностью принадлежащих им энергопринимающих устройств до 670 кВт				
ВН	–	–	–	–
СН1	–	–	–	–
СН2	6 300,27	51 221,71	8 220,42	66 832,72
НН	7 486,52	60 866,02	9 768,21	79 416,35
3 и 5 ценовые категории				

Окончание таблицы 12 – Цены электроэнергии для потребления различных ценовых категорий и уровней напряжения

1	2	3	4	5
Потребители с максимальной мощностью принадлежащих им энергопринимающих устройств от 10 МВт				
ВН	3 417,12	27 781,45	4 458,56	36 248,49
СН1	4 663,94	37 918,22	6 085,38	49 474,67
СН2	–	–	–	–
НН	–	–	–	–
Потребители с максимальной мощностью принадлежащих им энергопринимающих устройств от 670 кВт до 10 МВт				
ВН	3 417,77	27 786,78	4 459,42	36 255,44
СН1	4 509,56	36 663,10	5 883,95	47 837,02
СН2	5 176,47	42 085,11	6 754,12	54 911,53
НН	–	–	–	–
Потребители с максимальной мощностью принадлежащих им энергопринимающих устройств до 670 кВт				
ВН	3 974,92	32 316,45	5 186,37	42 165,64
СН1	4 944,35	40 197,97	6 451,26	52 449,23
СН2	5 542,19	45 058,49	7 231,31	58 791,11
НН	7 127,97	57 950,95	9 300,38	75 612,84
4 и 6 ценовые категории				
Потребители с максимальной мощностью принадлежащих им энергопринимающих устройств от 670 кВт до 10 МВт				
ВН	2 612,86	21 242,78	3 409,19	27 717,01
СН1	2 720,78	22 120,19	3 550,01	28 861,83
СН2	2 851,86	23 185,88	3 721,03	30 252,31
НН	–	–	–	–
Потребители с максимальной мощностью принадлежащих им энергопринимающих устройств до 670 кВт				
ВН	1 840,39	14 962,51	2 401,29	19 522,68
СН1	2 342,69	19 046,26	3 056,68	24 851,04
СН2	2 943,73	23 932,78	3 840,90	31 226,85
НН	3 762,16	30 586,69	4 908,77	39 908,69

Анализируя данные сводных таблиц 11, 12 можно сделать вывод, перевод котельных на электроотопление не целесообразен при использовании в качестве топлива электроэнергию, поскольку стоимость 1 кВт·ч (1 т.у.т.) любой ценовой категории, любого уровня напряжения значительно выше, чем при сжигании угля ( $C_{\text{тут}}$  – приведенная стоимость в т.у.т. с НДС 20% = 3 293,12 руб.), расчет произведен без учета стоимости строительства и обслуживания инфраструктуры.

В целях газификации Республики Хакасия природным газом проведена работа с представителями дочерних структур ПАО «Газпром» по разработке возможных вариантов газификации региона.

По информации заместителя председателя правления ПАО «Газпром» В.А. Маркелова от 22.04.2021 № 03-1096 программа развития газоснабжения и газификации Республики Хакасия природным газом на период 2021-2025 годы не разрабатывалась, так как в регионе отсутствуют источники газоснабжения, а крупные населенные пункты расположены на значительном удалении от существующей газотранспортной системы ПАО «Газпром».

По информации ООО «Газпром межрегионгаз» возможными вариантами газоснабжения природным газом потребителей Республики Хакасия являются:

1. От месторождений Красноярского края.
2. От единой системы газоснабжения России с точкой подключения в Кемеровской области.
3. От единой системы газоснабжения магистрального газопровода с точкой подключения в Красноярском крае.

Таким образом, после принятия решения о способах газификации региона природным газом и механизмах финансирования возможна разработка программы газификации Республики Хакасия.

Учитывая, что на территории Республики Хакасия магистральных газопроводов и газораспределительных сетей не имеется, а также отсутствуют газифицированные природным газом населенные пункты, реализация программы до газификации на территории Республики Хакасия не представляется возможным [5].

Таблица 13 – Прогнозный однопродуктовый топливно-энергетический баланс Республики Хакасия на 2030 год

Строки топливно-энергетического баланса	№ строки	Отчетный 2020 год	Прогнозный 2030 год		
		Вид ТЭР, т.у.т.	Вид ТЭР, т.у.т.		
			сценарий		
			консервативный	базовый	позитивный
1	2	3	4	5	6
Производство	1	24266415,04	27612140,52	29580624,52	32612032,6
Ввоз	2	1381571,81	1572055,65	1684128,33	1856716,98
Вывоз	3	-21404457,59	-24355591,45	-26091914,37	-28765801,1
Изменение запасов	4	-47077,00	-53567,73	-57386,60	-63267,55
Потребление первичной энергии	5	4196452,26	4775036,99	5 115451,89	5639680,93
Статистическое расхождение	6	2394659,05	2724822,03	2919076,02	3218221,52
Производство электрической энергии	7	-513489,00	-568567,00	-568567,00	-568567,00
Производство тепловой энергии	8	-526337,00	-676939,21	-676939,21	-676939,21
Теплоэлектростанции	8,1	-245983,28	-324324,00	-324324,00	-324324,00
Котельные	8,2	-684488,19	-803603,20	-803603,20	-803603,20
Электрокотельные и теплоутилизационные установки	8,3	–	–	–	–
Преобразование энергетических ресурсов	9	–	–	–	–
Переработка нефти	9,1	–	–	–	–
Переработка газа	9,2	–	–	–	–
Обогащение угля	9,3	–	–	–	–
Собственные нужды	10	-79786,00	-97 258,69	-102132,83	-107225,71
Потери при передаче	11	-85221,48	-103 884,51	-109090,70	-114530,54
Конечное потребление	12	7723800,29	8788716,80	9415269,04	10380141,2
Сельское хозяйство, рыболовство и рыбоводство	13	8252,38	9390,18	10 059,61	11090,51

Окончание Таблицы 13 – Прогнозный однопродуктовый топливно-энергетический баланс Республики Хакасия на 2030 год

1	2	3	4	5	6
Промышленность	14	6015010,87	6844328,89	7332264,69	8083671,63
Строительство	15	11389,83	12960,19	13884,13	15306,98
Транспорт и связь	16	377201,62	429208,19	459806,67	506927,44
Железнодорожный	16,1	11962,99	13612,38	14582,82	16077,26
Трубопроводный	16,2	59003,06	67138,09	71924,40	79295,18
Автомобильный	16,3	47028,35	53512,37	57327,30	63202,17
Прочий	16,4	175645,15	199862,18	214110,46	236052,39
Сфера услуг	17	10118,76	11513,88	12334,71	13598,77
Население	18	757897,10	862391,96	923872,33	1018550,33
Использование ТЭР в качестве сырья и на нетопливные нужды	19	250289,85	284798,49	305 101,93	336368,63

Отчётный баланс 2020 утвержден распоряжением Главы Республики Хакасия - Председателя Правительства Республики Хакасия от 30.09.2021 г. № 105 – рп [27].

Прогнозный баланс (2030 год) – строки топливно-энергетического баланса (далее – Строки) 7-8.2 таблицы 13 рассчитаны согласно Приказу Министерства энергетики РФ от 29.10.2021 г. № 1169 «Об утверждении Порядка составления топливно-энергетических балансов субъектов Российской Федерации, муниципальных образований», [5].

Согласно информации по генеральной схеме газоснабжения и газификации РХ разработанной АО «Газпром промгаз» на основании договора от 20.11.20009 № 6-690/09 возможный перспективный объем поставок СУГ в регион составит 13,12 тыс. т., капитальные вложения в строительство объектов газоснабжения СУГ составят 28,32 млн. руб (в ценах 2010 г), в том числе 16,24 млн. руб. – создание структуры по транспортировке СУГ; 12,08 млн. руб. – создание структуры по приему и реализации СУГ, определена рекомендуемая цена газа у потребителей, которая колеблется для населения от 16,45 до 16,53 руб./кг (в ценах 2010 г), для котельных – от 18,14 до 18,67 руб./кг, без НДС (при

сроке окупаемости проекта 6-10 лет). Анализ платежеспособности населения показал, что развитие рынка СУГ представляется перспективным [29].

### **3.2 Расчёт стоимости электроэнергии для населения с целью перехода на электроотопление, с учётом доставки энергоресурсов до домохозяйств**

Ценой 1 кВт·ч межтопливной конкуренции для электроэнергии является расчетная величина стоимости, при которой за планируемый период окупаются затраты на модернизацию/техническое перевооружение систем отопления, связанные с переходом на электроотопление.

Цена межтопливной конкуренции – это минимальная стоимость 1 кВт·ч для конкурирующих видов топлив.

Для расчета цены межтопливной конкуренции для каждого потребителя  $i$  соответствующей группы потребления. Рассматривались 2 группы потребителей: население и прочие.

Из таблицы 10 видно, что среди представленного перечня энергоресурсов наиболее низкую стоимость имеют дрова и уголь. Для детального анализа ситуации на рынке электроэнергии рассмотрим фактические средневзвешенные цены на электроэнергию опираясь на данные 46 форм филиала компании «Россети Сибирь» в Республике Хакасия за 2021 год для прочих потребителей.

В соответствии с 35-ФЗ от 26.03.2003г. «Об электроэнергетике» и п.63 Постановления Правительства РФ от 29.12.2011г. №1178 «О ценообразовании в области регулируемых цен (тарифов) в электроэнергетике», органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области государственного регулирования тарифов устанавливают на очередной период регулирования (календарный год) цены (тарифы) для поставки электрической энергии населению и приравненным к нему категориям потребителей в рамках установленных ФАС России предельных минимальных и (или) максимальных

уровней цен (тарифов), что определено приказом Госкомтарифэнерго Хакасии от 17.12.2021 №5-Э «Об установлении цен (тарифов) на электрическую энергию для населения и приравненных к нему категорий потребителей по Республике Хакасия на 2022 год». Наиболее востребованный тариф у населения «Одноставочный тариф» и соответственно цена I полугодие 2022 года составляет – 1,65 руб./кВт·ч и на полугодие соответственно – 1,72 руб./ кВт·ч.

Таблица 14 – Средневзвешенные цены электроэнергии для потребления различных ценовых категорий и уровней напряжения за 2021 год

Уровень напряжения электроэнергии и мощности, реализуемой по нерегулируемым ценам в ценовых зонах оптового рынка и по регулируемым ценам (тарифа) в неценовых зонах оптового рынка	Ц <sub>с</sub> – стоимость за ед. изм. с НДС 20%, руб./1000 кВт·ч	Ц <sub>гтг</sub> – приведенная стоимость в т.у.т. с НДС 20%, руб.
1	2	3
<b>1 ценовая категория</b>		
Потребители с максимальной мощностью принадлежащих им энергопринимающих устройств до 670 кВт		
ВН	3 996,36	32 490,75
СН1	4 991,04	40 577,54
СН2	5 729,71	46 582,98
НН	7 254,46	58 979,34
<b>2 ценовая категория</b>		
Потребители с максимальной мощностью принадлежащих им энергопринимающих устройств до 670 кВт		
ВН	–	–
СН1	–	–
СН2	6 300,27	51 221,71
НН	7 486,52	60 866,02
<b>3 и 5 ценовые категории</b>		
Потребители с максимальной мощностью принадлежащих им энергопринимающих устройств от 10 МВт		
ВН	3 417,12	27 781,45
СН1	4 663,94	37 918,22
СН2	–	–
НН	–	–



Окончание таблицы 14 – Средневзвешенные цены электроэнергии для потребления различных ценовых категорий и уровней напряжения за 2021 год

1	2	3
Потребители с максимальной мощностью принадлежащих им энергопринимающих устройств от 670 кВт до 10 МВт		
ВН	3 417,77	27 786,78
СН1	4 509,56	36 663,10
СН2	5 176,47	42 085,11
НН	–	–
Потребители с максимальной мощностью принадлежащих им энергопринимающих устройств до 670 кВт		
ВН	3 974,92	32 316,45
СН1	4 944,35	40 197,97
СН2	5 542,19	45 058,49
НН	7 127,97	57 950,95
4 и 6 ценовые категории		
Потребители с максимальной мощностью принадлежащих им энергопринимающих устройств от 670 кВт до 10 МВт		
ВН	2 612,86	21 242,78
СН1	2 720,78	22 120,19
СН2	2 851,86	23 185,88
НН	–	–
Потребители с максимальной мощностью принадлежащих им энергопринимающих устройств до 670 кВт		
ВН	1 840,39	14 962,51
СН1	2 342,69	19 046,26
СН2	2 943,73	23 932,78
НН	3 762,16	30 586,69

Анализируя данные таблиц 9, 14 можно сделать вывод, что перевод котельных на электроотопление не целесообразен при использовании в качестве топлива электроэнергию, поскольку стоимость 1 кВт·ч (1 т.у.т.) любой ценовой категории, любого уровня напряжения значительно выше, чем при сжигании угля ( $C_{\text{тут}}$  – приведенная стоимость в т.у.т. с НДС 20% = 3 293,12 руб.), расчет произведен без учета стоимости строительства и обслуживание инфраструктуры, без учета углеродного следа и выполнения экологических норм.

Для населения подлежат сравнению следующие виды энергоресурсов: Пропан-бутан (СУГ-сжиженный углеводородный газ) АО «Красноярск-крайгаз», дизельное топливо, дрова (берёзовые, влажность-12%), уголь бурый (W=30...40%) (3100 ккал/кг).

Так же можно сделать вывод, что уголь является одним из самых дешевых видов топлива в перерасчете на 1 кВт·ч, а перевод на электроотопление целесообразно при стоимости ниже 1,035 руб./кВт·ч, однако следует отметить, что расчет произведен без учета стоимости строительства и обслуживания инфраструктуры. Дрова не рассматриваются как основной и экологичный вид топлива, поскольку цена на рынке от 1000 руб./м<sup>3</sup> «навалом» до 5000 руб./м<sup>3</sup> «в укладку» с нерегламентированной влажностью, хотя и теплотворная способность у разных сортов дерева различная, но даже если цена составит хотя бы 2000 руб./м<sup>3</sup> в перерасчете на 1 кВт·ч эквивалента, стоимость превысит 1,43 руб./кВт·ч.

### **3.3 Расчет нормативных объемов потребления электроэнергии для нужд отопления домохозяйств**

С целью анализа электропотребления для нужд отопления были обработаны фактические данные за 2021 год всей частной жилой застройки предоставленные ООО «Абаканэнергосбыт» г. Абакан. В качестве критериев включения в выборку для расчета среднемесячного электропотребления в отопительный сезон были приняты следующие:

- годовое электропотребление дома должно быть свыше 30 тыс. кВт·ч;
- электропотребление в «зимний» период более чем трехкратно превышает «летнее». Под «зимним» периодом понимаются примерные временные границы отопительного периода в г. Абакане, с октября по май, «летний» период, соответственно, с июня по август;
- есть официальная информация от Департамента градостроительства, архитектуры и землеустройства администрации города Абакана, (далее ДГАЗ Администрации г. Абакана) об общей площади дома;
- по опросам домовладельцев, используется электроотопление как основной источник отопления в зимний отопительный период.

Анализ электропотребления целесообразно вести пропорционально общей площади жилых домов, без учета типа использованных строительных материалов, так как, зачастую, их достоверное установление невозможно, кроме того, возможно смешанное использование разных типов материалов.

Всем параметрам соответствует 56 домов общая площадь которых, составила 8878,88 м<sup>2</sup>.

Согласно Постановлению от 15.09.2021 № 1652 «О начале отопительного периода», и Постановлению от 11.05.2021 № 721 «Об окончании отопительного периода», утвержденного главой города Абакана, период отопительного сезона в 2021 году в городе Абакан Республики Хакасия составил с 21.09.2021 до 12.05.2021.

Помесячное потребление электроэнергии на нужды отопления в городе Абакан Республики Хакасия, определяется по формуле (1):

$$P_{oi} = \sum P_{o,гвсi} - \sum P_{гвсi} , \left( \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{м}^2} \right), (1)$$

где:

$\sum P_{o,гвс}$  – суммарное потребление электроэнергии на отопление и горячее водоснабжение.

Суммарное потребление электроэнергии на горячее водоснабжение определяется по формуле:

$$\sum P_{\text{ГВС}i} = \left( \frac{\sum P_{\text{л}}}{n_{\text{л}}} * n_i \right), (2)$$

где  $\sum P_{\text{л}}$  – суммарное потребление электроэнергии в летний период (3 месяца);

$n_{\text{л}}$  – количество дней в летний период;

$n_i$  – количество дней в месяце.

Среднемесячное электропотребление на отопление в расчете на 1 м<sup>2</sup> рассчитывается, по формуле:

$$УР_{\text{о}} = \frac{\sum P_{\text{о}i}}{9}, (3)$$

где

$\sum P_{\text{о}i}$  – удельное помесячное потребление электроэнергии для отопления жилого дома, кВт·ч /м<sup>2</sup>.

9 – количество месяцев в отапливаемый период.

Таблица 15 – Расчет нормативных объемов потребления электроэнергии для нужд отопления домохозяйств за 2021 год

№	Показатель	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	Количество отопительных дней в 2021 г. в городе Абакан	31	28	31	30	10	-	-	-	10	31	30	31
3	Месячное потребление на нужды отопления и горячего водоснабжения, кВт·ч	588319	469519	468153	290716	226809	106939	82658	79992	89074	202425	354677	426142
4	Среднесуточное потребление в летний период (3 месяца), кВт·ч	2930											
5	Месячное потребление на горячее водоснабжение	90840	82049	90840	87909	90840	87909	90840	90840	87909	90840	87909	90840
6	Средняя температура воздуха в Абакане	-19,6	-15,4	-9,9	2,1	8,7	14,8	18	19,2	13	2,8	-1,1	-8,5
7	Месячное потребление на нужды отопления, кВт·ч	497479	387470	377313	202807	135969	19030	-8182	-10848	1165	111585	266768	335302
8	Удельное помесячное потребление электроэнергии для отопления жилого дома, кВт·ч на 1 кв.м	56	43,6	42,5	22,8	15,3	-	-	-	0,13	12,6	30,1	37,8
9	Удельное потребление электроэнергии на отопление в жилом доме в среднем в отопительный период, кВт·ч на 1 кв.м	28,9											

Анализируя данные таблицы 15, стоит отметить, что в сентябре наблюдается существенный спад потребления электроэнергии на нужды отопления по сравнению с остальными отопительными месяцами, это вызвано условием передачи показаний прибора учета в России согласно пункту 31 раздела 4 Постановления Правительства Российской Федерации от 06.05.2011 № 354 «О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов» передавать показания за электроэнергию обязаны не позднее 25 числа расчетного месяца.

Абоненты ООО «Абаканэнергосбыт» передавать показания могут с 23 по 25 число расчетного месяца.

Для определения норматива с учетом климатических изменений, необходимо рассчитать коэффициент, отражающий изменение средней температуры наружного воздуха в отопительные периоды отчетного периода, определяемый по формуле:

$$k_{\text{наружн.темп.}} = \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{баз}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}}, \quad (4)$$

где:

$t_{\text{вн}}$  – расчётная температура воздуха внутри отапливаемых жилых помещений,  $t_{\text{вн}} = 20^{\circ}\text{C}$  в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 06.05.2011 № 354 «О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов» (вместе с «Правилами предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов»);

$t_{\text{нар}}$  – средняя температура наружного воздуха за отопительные периоды года, по которому определялся базовый объем потребления ( $^{\circ}\text{C}$ );

$t_{\text{баз}}$  – средняя температура наружного воздуха за отопительные периоды в отчетном периоде ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Результаты расчетов в сопоставимых условиях сведены в таблицу 16.

Таблица 16 – Результат расчета нормативных объемов потребления электроэнергии для нужд отопления домохозяйств

Показатель	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Удельное потребление электроэнергии на отопление в жилом доме в среднем в отопительный период, кВт·ч /м <sup>2</sup> (на основании данных 2021 года)	28,9											
Удельное ежемесячное потребление электроэнергии для отопления жилого дома, кВт·ч /м <sup>2</sup> (на основании данных 2021 года)	56	43,6	42,5	22,8	15,3	-	-	-	0,13	12,6	30,1	37,8
Средняя температура воздуха в Абакане (на основании данных 2021 года)	-19,6	-15,4	-9,9	2,1	8,7	14,8	18	19,2	13	2,8	-1,1	-8,5
Удельное потребление электроэнергии на отопление в жилом доме в среднем в отопительный период, кВт·ч /м <sup>2</sup> (при переводе в сопоставимые условия для СП 131.13330.2020)	32,9											
Удельное ежемесячное потребление электроэнергии для отопления жилого дома, кВт·ч /м <sup>2</sup> (при переводе в сопоставимые условия для СП 131.13330.2020)	54,9	44,9	37,0	20,3	11,8	-	-	-	0,2	13,2	39,1	46,9
Средняя температура воздуха в Абакане (СП 131.13330.2020)	-18,7	-16,3	-6	4	11,3	17,8	19,9	16,8	10	2	-7,5	-15,4

Удельное потребление электроэнергии на отопление в жилом доме в среднем в отопительный период, кВт·ч на 1 м<sup>2</sup> изменяется, так как средняя температура воздуха в Абакане согласно СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01-99 Строительная климатология» отличается от фактической 2021 года, а удельное потребление электроэнергии на отопление составило 32,9 кВт·ч на м<sup>2</sup>, данное расхождение вызвано тем, что средняя температура воздуха согласно СНиП ниже на 29 % средней температуры воздуха за 2021 года, следовательно, потребление электроэнергии на нужды отопления увеличилось.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом данной бакалаврская работы является анализ топливно-энергетического баланса по РХ с целью эффективного использования энергоресурсов.

Цель достигнута решением таких задач, как:

- Анализ межтопливной конкуренции в Республики Хакасия;
- Выявление оптимального энергоресурса;
- Разработка мероприятий по переводу частного сектора на экологически чистый вид энергоресурса.

Практическая значимость работы – применение современных методик расчета может значительно упростить определение норматива электропотребления для нужд отопления с целью перевода частного сектора на электроотопление, а разработанная методика может быть использована специалистами энергосбытовых компаний.

Для корректного определения величины удельного месячного потребления электроэнергии для отопления жилого дома ( $\text{кВт}\cdot\text{ч} / \text{м}^2$ ) в сопоставимых условиях необходимо учитывать среднюю температуру наружного воздуха за отопительные периоды в отчетном периоде ( $^{\circ}\text{C}$ ), а также другие факторы и производить перерасчет в зависимости от факторов (месяца).



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 1 Ратманова, И.Д. Информационно-аналитическое сопровождение энергетической политики на региональном уровне / И.Д. Ратманова// Вестник период ИГЭУ. – 2012. – №5. – С. 63–67.
2. Башмаков, И.А. Энергетические балансы энергии РФ и субъектов РФ как основа разработки федерации и мониторинга программ повышения энергоэффективности/ И.А. Башмаков// Энергосовет. – 2012. – №4 (23). – С. 21–29.
3. Приказ Министерства системы энергетики доступ РФ приказы от 14 декабря 2011 г. № 600 «Об утверждении порядка составления топливно-энергетических балансов субъектов Российской Федерации, муниципальных образований».
4. Приказ прием Росстата баланс от 4 апреля 2014 г. № 229 «Об утверждении официальной статистической методологии составления топливно-энергетического баланса Российской Федерации».
5. Приказ Министерства энергетики РФ от 29 октября 2021 г. № 1169 «Об утверждении Порядка составления топливно-энергетических балансов субъектов Российской Федерации, муниципальных образований».
6. Электронная библиотека: библиотека диссертаций : сайт / Российская государственная библиотека. – Москва : РГБ, 2003 – . – URL: <https://goo.su/vB8bhvp>
7. Постановление Правительства Республики Хакасия от 20 сентября 2011 г. № 609 «О создании Государственного казенного учреждения Республики Хакасия» «Республиканский центр энергосбережения и повышения энергоэффективности»
8. Общая информация. – // URL: <https://goo.su/vt1z>
9. Официальный сайт. // – Погода в Абакане –. – URL: РП5 (rp5.ru)
10. Постановление от 15.09.2021 № 1652 «О начале отопительного сезона»

11. Постановление от 11.05.2021 № 721. «Об окончании отопительного сезона»
12. Официальный сайт. // URL: <https://kommun-servis.ru/абаканэнергосбыт/>
13. Постановления Правительства Российской Федерации от 06.05.2011 № 354 «О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов»
14. СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01-99 Строительная климатология»
15. Общая информация. // URL: <https://goo.su/vA3j>
16. И.А. Башмаков Энергетические балансы РФ и субъектов РФ как основа разработки и мониторинга программ повышения энергоэффективности / Энергосовет № 4 (23). 2012 г. С.21-30.
17. . Ушаков В.Я. Современные проблемы электроэнергетики : учебное пособие. – Томск : Изд-во ТПУ, 2014. – 447 с.
18. Энергоэффективность в России : скрытый резерв. – М. : ЦЭНЭФ, 2007. – 162 с.
19. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России / П.П. Безруких, В.И. Виссарионов, Н.К. Малинин и др. – М. : Наука, 2002. – 314 с.
20. Основы ресурсоэффективности / И.Б. Ардашкин, Г.Ю. Боярко, А.А. Дульзон и др.; под ред. А.А. Дульзона и В.Я. Ушакова. – Томск : Изд-во ТПУ, 2012. – 286 с. : ил.
21. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ (ред. от 28.12.2013) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 10.01.2014) Официальный сайт. – URL : [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_157142/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_157142/) (дата обращения : 22.01.2015)
22. Беляев В.М., Ивашин В.В. Основы энергосбережения : учебно-методический комплекс. – Мн. : Изд-во МИУ, 2004. – 111 с.

23. Ольшанский А.И., Ольшанский В.И., Беляков Н.В. Основы энергосбережения : курс лекций.– Витебск : УО «ВГТУ», 2007. – 223 с.
24. Основы современной энергетики. Курс лекций для менеджеров энергетических компаний : учебное электронное издание / под общей редакцией Е.В. Аметистова. – М. : Изд-во МЭИ, 2004.
25. Распоряжение Главы Республики Хакасия – Председателя Правительства Республики Хакасия от 20.04.2022 г. № 46-рп.
26. Постановление Правительства Республики Хакасия от 22.11.2019 № 590 О проекте закона Республики Хакасия «Об утверждении Стратегии социально- экономического развития Республики Хакасия до 2030 года»
- 27.Официальный сайт. URL – <https://r-19.ru/about-khakasia/geography/>
28. Распоряжение Главы Республики Хакасия – председателя правительства Республики Хакасия от 30.09.2021 № 105-рп «Об утверждении топливно-энергетического баланса Республики Хакасия за 2020 год»
29. Годовой отчет АО «Газпром промгаз» за 2020 год – <https://promgaz.gazprom.ru/d/textpage/44/68/1-godovoj-otchet-i-bukhgalterskaya-otchetnost-za-2020-god.pdf>
30. Федеральный закон «ОБ электроэнергетики» от 26.03.2003 №35-ФЗ

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1 – Однопродуктовый баланс угля Республики Хакасия за 2020 год

Строки баланса	№	Уголь
		т.у.т.
1	2	3
Производство угля	1	20147796,36
Импорт	2	862365,00
Экспорт	3	-19687046,00
Изменение запасов	4	-40507,95
Потребление первичной энергии	5	1282607,41
Статистическое расхождение	6	1442735,10
Производство электрической энергии	7	-526337,00
Производство тепловой энергии	8	-730155,00
Теплоэлектростанции	8.1	0,00
Котельные	8.2	-365761,00
Электрокотельные и теплоутилизационные установки	8.3	0,00
Преобразование топлива	9	0,00
Переработка нефти	9.1	0,00
Переработка газа	9.2	0,00
Обогащение угля	9.3	0,00
Собственные нужды	10	0,00
Потери при передаче	11	0,00
Конечное потребление угля	12	1462125,31
Сельское хозяйство, рыболовство и рыбоводство	13	0,00
Промышленность	14	1358642,45
Строительство	15	0,00
Транспорт и связь	16	0,00
Железнодорожный	16.1	0,00
Трубопроводный	16.2	0,00
Автомобильный	16.3	0,00
Прочий	16.4	0,00
Сфера услуг	17	0,00
Население	18	69250,86
Использование угля в качестве сырья и на нетопливные нужды	19	34232,00

Таблица 2 – Однопродуктовый баланс нефтепродуктов Республики Хакасия за 2020 год

Строки баланса	№ строки	Мазут	Бензин	Газ	Дизельное
		топочный	автомобильный	сжиженный	топливо
		т.у.т.	т.у.т.	т.у.т.	т.у.т.
1	2	3	4	5	6
Производство нефтепродуктов	1	0,00	0,00	0,00	0,00
Импорт	2	43864,66	146592,16	11826,81	316198,60
Экспорт	3	0,00	0,00	0,00	0,00
Изменение запасов	4	238,38	-3021,72	846,23	-4648,70
Потребление первичной энергии	5	44103,04	143 570,44	12 673,04	311549,90
Статистическое расхождение	6	86926,50	-17 057,52	20 067,74	-190938,90
Производство электрической энергии	7	0,00	0,00	0,00	0,00
Производство тепловой энергии	8	0,00	0,00	0,00	0,00
Теплоэлектростанции	8.1	0,00	0,00	0,00	0,00
Котельные	8.2	-43219,39	0,00	-8405,78	-607,55
Электрокотельные и теплоутилизационные установки	8.3	0,00	0,00	0,00	0,00
Преобразование топлива	9	0,00	0,00	0,00	0,00
Переработка нефти	9.1	0,00	0,00	0,00	0,00
Переработка газа	9.2	0,00	0,00	0,00	0,00
Обогащение угля	9.3	0,00	0,00	0,00	0,00
Собственные нужды	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Потери при передаче		0,00	0,00	0,00	0,00
Конечное потребление нефтепродуктов	12	395,93	160627,96	1011,08	503096,35
Сельское хозяйство, рыболовство и рыбоводство	13	0,00	0,00	0,00	0,00
Промышленность	14	0,00	0,00	0,00	0,00
Строительство	15	0,00	0,00	0,00	0,00
Транспорт и связь	16	0,00	35324,92	0,00	233410,85
Железнодорожный	16.1	0,00	180,29	0,00	11782,70
Трубопроводный	16.2	0,00	16515,16	0,00	42487,90
Автомобильный	16.3	0,00	16330,40	0,00	30697,95
Прочий	16.4	0,00	2 299,07	0,00	148442,30
Сфера услуг	17	0,00	0,00	0,00	0,00
Население	18	0,00	89925,97	973,40	36131,10
Использование нефтепродуктов в качестве сырья и на нетопливные нужды	19	395,93	52,15	37,68	143,55

Таблица 3 – Однопродуктовый баланс электрической энергии Республики Хакасия за 2020 год

Строки баланса	№ строки	электрическая энергия
		т.у.т.
1	2	3
Производство электрической энергии	1	3 700 677,92
Импорт	2	0,00
Экспорт	3	-13 962 695,76
Изменение запасов	4	0,00
Потребление первичной энергии	5	-10 262 017,84
Статистическое расхождение	6	-32 582,45
Производство электрической энергии	7	0,00
Производство тепловой энергии	8	0,00
Теплоэлектростанции	8.1	245 983,28
Котельные	8.2	0,00
Электрокотельные и теплоутилизационные установки	8.3	0,00
Преобразование топлива	9	0,00
Переработка нефти	9.1	0,00
Переработка газа	9.2	0,00
Обогащение угля	9.3	0,00
Собственные нужды	10	-67 717,60
Потери при передаче	11	-39 725,60
Конечное потребление электрической энергии	12	1 868 404,15
Сельское хозяйство, рыболовство и рыбоводство	13	2 950,71
Промышленность	14	1 664 922,43
Строительство	15	4 072,52
Транспорт и связь	16	38 782,85
Железнодорожный	16.1	0,00
Трубопроводный	16.2	0,00
Автомобильный	16.3	0,00
Прочий	16.4	0,00
Сфера услуг	17	3 618,05
Население	18	120 407,29
Использование электрической энергии в качестве сырья и на нетопливные нужды	19	33 650,31

Таблица 4 – Однопродуктовый баланс тепловой энергии Республики Хакасия за 2020 год

Строки баланса	№ строки	Тепловая энергия
		т.у.т.
1	2	3
Производство тепловой энергии	1	417940,75
Импорт	2	
Экспорт	3	
Изменение запасов	4	
Потребление первичной энергии	5	417940,75
Статистическое расхождение	6	1084750,47
Производство электрической энергии	7	-688951,77
Производство тепловой энергии	8	
Теплоэлектростанции	8.1	
Котельные	8.2	-266115,42
Электрокотельные и теплоутилизационные установки	8.3	
Преобразование топлива	9	
Переработка нефти	9.1	
Переработка газа	9.2	
Обогащение угля	9.3	
Собственные нужды	10	-12068,40
Потери при передаче	11	-45495,88
Конечное потребление тепловой энергии	12	345821,74
Сельское хозяйство, рыболовство и рыбоводство	13	
Промышленность	14	
Строительство	15	
Транспорт и связь	16	
Железнодорожный	16.1	
Трубопроводный	16.2	
Автомобильный	16.3	
Прочий	16.4	
Сфера услуг	17	
Население	18	224753,35
Использование тепловой энергии в качестве сырья и на нетопливные нужды	19	121068,39

Таблица 5 – Топливоно-энергетический баланс Республики Хакасия за 2020 год

Вид	№ строки	Уголь	Сырая нефть	Нефтепродукты	Природный газ	Прочее твердое топливо	Гидроэнергия и НВИЭ	Атомная энергия	Электрическая энергия	Тепловая энергия	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Производство энергетических ресурсов	1	20147796,30	–	–	–	–	–	–	3 700 677,92	417940,75	24 266 415,04
Ввоз	2	862365,00	–	518482,23	–	724,58	–	–	0,00	–	1 381 571,81
Вывоз	3	-19687046,00	–	-	–	-	–	–	-1 717 411,59	–	-21 404 457,59
Изменение запасов	4	-40507,95	–	-6585,81	–	16,76	–	–	0,00	–	-47 077,00
Потребление первичной энергии	5	1282607,41	–	511896,42	–	741,34	–	–	1 983 266,33	417940,75	4 196 452,26
Статистическое расхождение	6	1442735,10	–	-101002,18	–	758,10	–	–	-32 582,45	1084750,47	2 394 658,71
Производство электрической энергии	7	-526337,00	–	–	–	–	–	–	0,00	-688951,77	-1 215 288,77
Производство тепловой энергии	8	-730155,00	–	–	–	–	–	–	0,00	–	-730 155,00
Теплоэлектростанции	8.1	–	–	–	–	–	–	–	245 983,28	–	245 983,28
Котельные	8.2	-365761,00	–	-52232,72	–	-379,05	–	–	0,00	-266115,42	-684 488,19



Продолжение таблицы 5 – Топливо-энергетический баланс Республики Хакасия за 2020 год

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Электрокотельные и теплоутилизационные установки	8.3	–	–	–	–	–	–	–	0,00		-
Преобразование энергетических ресурсов	9	–	–	–	–	–	–	–	0,00		-
Переработка нефти	9.1	–	–	–	–	–	–	–	0,00		-
Переработка газа	9.2	–	–	–	–	–	–	–	0,00		-
Обогащение угля	9.3	–	–	–	–	–	–	–	0,00		-
Собственные нужды	10	–	–	–	–	–	–	–	-67 717,60	-12068,40	-79 786,00
Потери при передаче	11	–	–	–	–	–	-	–	-39 725,60	-45495,88	-85 221,48
Конечное потребление энергетических ресурсов	12	1462125,31	–	665131,32	–	362,29	–	–	1 868 404,15	345821,74	4 350 749,71
Сельское хозяйство, рыболовство и рыбоводство	13	–	–	–	–	–	–	–	2 950,71		2 950,71

Окончание таблицы 5 – Топливо-энергетический баланс Республики Хакасия за 2020 год

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Промышленность	14	1358642,45	–	–	–	–	–	–	1 664 922,43		3 023 564,88
Строительство	15	–	–	–	–	–	–	–	4 072,52		4 072,52
Транспорт и связь	16	–	–	268735,77	–	–	–	–	38 782,85		307 518,62
Железнодорожный	16.1	–	–	11962,99	–	–	–	–	0,00		11 962,99
Трубопроводный	16.2	–	–	59003,06	–	–	–	–	0,00		59 003,06
Автомобильный	16.3	–	–	47028,35	–	–	–	–	0,00		47 028,35
Прочий	16.4	–	–	150741,37	–	–	–	–	0,00		159 645,92
Сфера услуг	17	–	–	-	–	–	–	–	3 618,05		3 618,05
Население	18	69250,86	–	127030,47	–	113,58	–	–	120 407,29	224753,35	541 555,55
Использование ТЭР в качестве сырья и на нетопливные нужды	19	34232,00	–	629,31	–	248,71	–	–	33 650,31	121068,39	189 828,72

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО  
«Сибирский федеральный университет»  
институт

«Электроэнергетика»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Колов А.В. Коловский  
подпись      инициалы, фамилия  
« 28 » июня 2022 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

13.03.02. «Электроэнергетика и электротехника»  
код – наименование направления

Анализ топливно – энергетического баланса по РХ с целью эффективного  
использования энергетических ресурсов  
тема

Руководитель Дулесова 24.06.22 доцент, к. э. н.  
подпись, дата      должность, ученая степень

Выпускник Сизоненко 24.06.2022  
подпись, дата

Нормоконтролер Кычакова 24.06.22  
подпись, дата

Н.В. Дулесова  
инициалы, фамилия

А.С. Сизоненко  
инициалы, фамилия

И.А. Кычакова  
инициалы, фамилия