

## ПОТРЕБЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В КНР НА ПРИМЕРЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

**Аннотация.** Данная статья исследует потребление тепловой энергии в КНР на примере жилых зданий. Китай является одной из стран с самым высоким уровнем потребления энергии в мире, и изучение его энергетической политики может быть полезным для других стран, сталкивающихся с растущим энергетическим спросом. В данной статье будет рассмотрено потребление тепловой энергии в жилых зданиях, так как они являются одними из основных потребителей энергии в стране.

**Ключевые слова:** Китай, потребление энергии, тепловая энергия, жилые здания.

**Abstract.** This article examines the consumption of thermal energy in China using the example of residential buildings. China is one of the highest energy consuming countries in the world, and studying its energy policies can be useful for other countries facing increasing energy demand. This article will consider the consumption of thermal energy in residential buildings, since they are one of the main consumers of energy in the country.

**Keywords:** China, energy consumption, thermal energy, residential buildings.

С ростом населения и уровня жизни в КНР наблюдается значительное увеличение потребления энергии. Особенно высокая нагрузка приходится на тепловую энергию, которая используется для отопления жилых зданий в холодное время года. Жилые здания составляют значительную долю от общего потребления энергии в стране, и изучение этой проблемы может помочь в разработке эффективных стратегий снижения энергопотребления.

В данной статье будет изучено потребление тепловой энергии в различных типах жилых зданий в Китае. Будут рассмотрены факторы, влияющие на потребление энергии, такие как технические характеристики зданий, климатические условия, поведение жителей. Будут проанализированы существующие подходы и политики, связанные с энергоэффективностью и снижением потребления тепловой энергии в КНР.

Целью данной статьи является предоставление комплексного обзора и анализа ситуации с потреблением тепловой энергии в жилых зданиях в КНР, а также рассмотрение возможных мер для оптимизации энергетической эффективности в этой сфере. Результаты и выводы данного исследования могут быть полезными для других стран, сталкивающихся с аналогичными проблемами энергопотребления в сфере жилого строительства.

Согласно отчету, доля энергопотребления зданий в общем энергопотреблении возросла с 10% в 1970-х годах до 26,5% в последние годы, и эта доля ожидается продолжительно расти до 35% в ближайшие годы. В то же время, каждый год завершается строительство новых зданий в количестве 1,6–2 миллиарда, из которых 97% являются зданиями с высокой энергоемкостью. Дальнейший анализ характеристик энергопотребления жилых помещений в городах Китая показывает, что: в северном Китае существует огромные потери при дистрибуции тепла по районам из-за непрерывной работы системы отопления 24 часа в сутки, и жители не могут контролировать нагрузку на основе фактической потребности из-за отсутствия термостатов и дефектов системы теплоснабжения; с улучшением уровня жизни в последние годы наблюдается сильная тенденция увеличения энергопотребления на отопление и охлаждение в южном Китае. В зонах с жарким летом и холодной зимой, текущая нагрузка на электричество для отопления и охлаждения в домашних условиях составляет 1-4 кВт, а годовое потребление электроэнергии в домашних условиях составляет 500-4000 кВт-ч. Согласно этим данным, общая нагрузка на отопление и охлаждение может достигать 0,2 миллиарда кВт в этой зоне, а годовое потребление электричества может достигать 224 миллиарда кВт-ч, что эквивалентно установленной мощности 11 ГЭС "Трех Ущельев" и годовому объему производства электроэнергии 3 ГЭС "Трех Ущельев". В такой ситуации становится очень важным для работы по энергосбережению в зданиях Китая изучить использование энергии в жилых помещениях летом и зимой и дальше выяснить механизм влияния энергопотребления летом и зимой, чтобы предложить соответствующие меры по энергосбережению. В рамках серии исследований в работе авторов было исследовано и проанализировано использование энергии в жилых помещениях некоторых типичных городов в пяти зонах архитектурно-термотехнического проектирования летом, а данная статья, как одно из последующих серийных исследований, сосредотачивается на характеристиках использования энергии в жилых помещениях зимой в шести типичных городах пяти зон и факторах, на это влияющих.

На данном рисунке вы можете примерно увидеть температурные зоны и их климатическое состояние в зимнее время года, для понимания того где может потребоваться потребление тепловой энергии

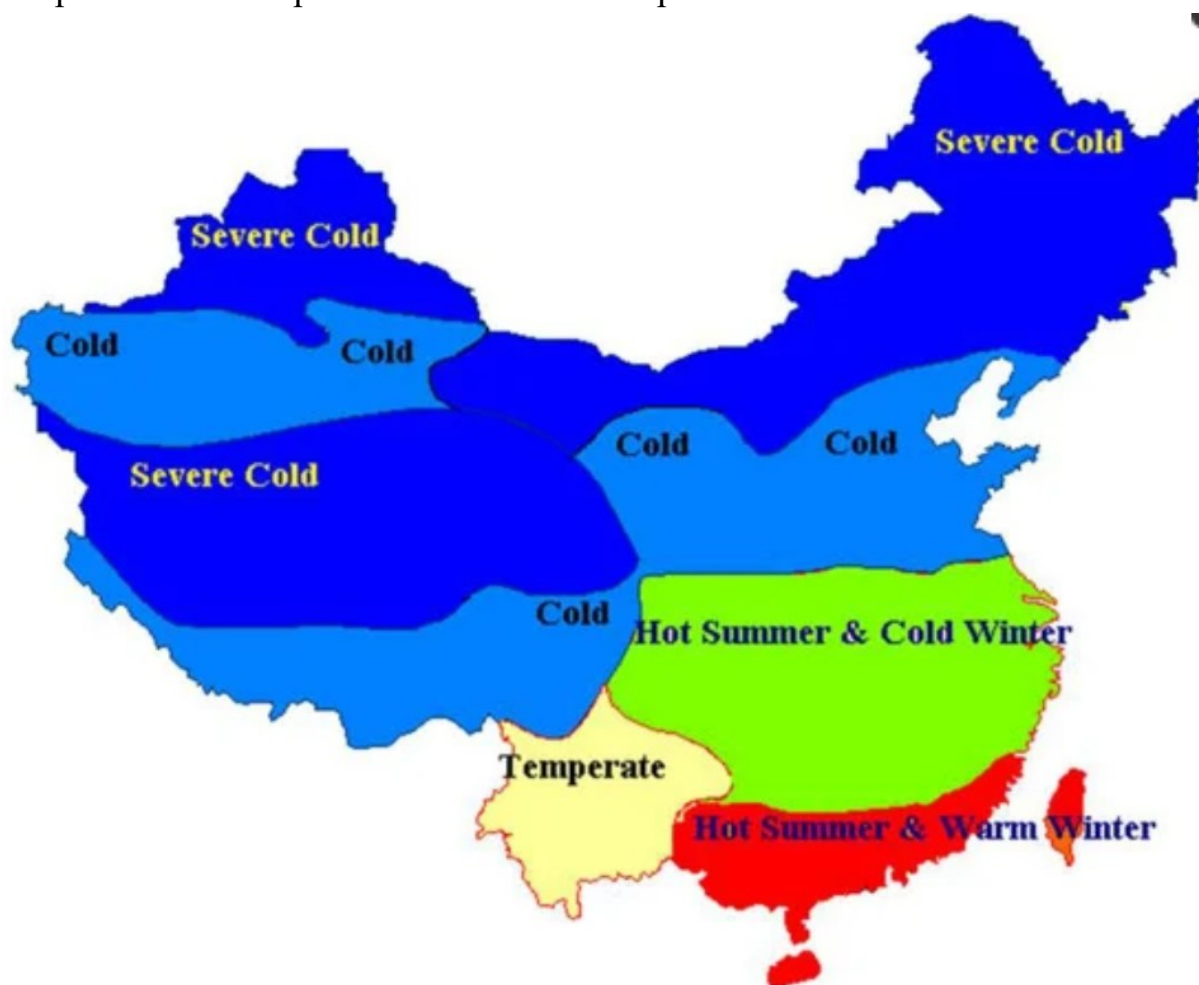


Рисунок 1. Температурные зоны

В одном исследовании<sup>1</sup> было проанкетировано более 2000 общественных зданий, из которых 1339 имели действительные данные. В исследовании охвачено пять типов зданий: офисные здания, торговые центры, отели, больницы и коммерческие здания. Для больниц внимание уделялось информации об энергопотреблении во вторичных и третичных больницах. Для коммерческих зданий выбор пал на деловые залы банков, сервисные залы телекоммуникационных компаний, а также центры инвестиций и предпринимательства. Электроэнергия (84,44%) составляла наибольшую часть потребления энергии, за ней следовал природный газ (9,46%). Потребление энергии в исследуемых зонах преимущественно было связано с электроэнергией и природным газом. Поэтому необходимо уделять

1 <https://www.mdpi.com/2075-5309/13/11/2685>

больше внимания применению энергосберегающих технологий для электроэнергии и природного газа в целях сохранения энергии в зданиях.

Больницы, отели и торговые центры потребляли больше энергии, чем офисные и коммерческие здания. Необходимо предпринимать действенные меры для повышения их энергоэффективности. По сравнению с этими тремя типами зданий с высоким энергопотреблением, общая площадь офисных зданий больше. Из-за относительно большой общей площади здания также важно улучшать энергоэффективность офисных зданий.

Установлено что классификация офисных зданий находится в трех частях с использованием двух критических точек на (85%, 17) и (95%, 22). Процентное ранжирование офисных зданий между 85% и 95% относится к офисным зданиям с высоким энергопотреблением. Когда ранговый номер превышает 95%, офисные здания определяются как ультра-высокопотребляющие энергию здания. Всего 17 кгэ/(м<sup>2</sup>·г) определено как ограничение для офисных зданий, выраженное в ECLB. Всего 22 кгэ/(м<sup>2</sup>·г) определено как ограничение для офисных зданий, выраженное в ECLC. Согласно уравнению продвижение энергоэффективного ремонта и управления с использованием предельных значений ECLB и ECLC может обеспечить 38% и 54% потенциала энергосбережения, соответственно.

Установлено, что процентное ранжирование больниц, ранжированное ниже 45%, в основном относилось к вторичным больницам. Предел ECLB для вторичных больниц составляет 32 кгэ/(м<sup>2</sup>·г). Данное исследование не проводило подробного анализа вторичных больниц из-за их относительно низкого энергопотребления. Две критические точки (78%, 46) и (87%, 53). Когда процентное ранжирование находилось между 78 и 87% и превышало 87%, больницы классифицировались как высокоэнергопотребляющие и ультра-высокоэнергопотребляющие больницы, соответственно. Потенциал энергосбережения для третичных больниц на основе предельного значения ECLB в 46 кгэ/(м<sup>2</sup>·г) составлял около 78%. ESP на основе ограничительного значения ECLC в 53 кгэ/(м<sup>2</sup>·г) составлял около 87%. В данном исследовании было проведено статистическое исследование потребления энергии и факторов, влияющих на это, пяти типов общественных зданий в зоне жаркого лета и холодной зимы на восточном побережье Китая. Были проанализированы данные более чем 2000 общественных зданий с 10-летней реальной информацией о потреблении энергии, и 1339 зданий с доступными данными были использованы для анализа потенциала экономии энергии (ESP) и влияния различных факторов на энергопотребление зданий.

На основе данных обследования было выявлено, что торговые центры, гостиницы и офисные здания являются тремя типами зданий с высоким

потреблением энергии, которые должны быть фокусом управления энергосбережением. Была предложена концепция предела потребления энергии (ECL) для определения высокопотребляющих зданий и определения их потенциала экономии энергии. Было выявлено, что терциарные больницы имеют наивысший предел ECLB, за ними следуют гостиницы и торговые центры. Были проведены исследования влияния различных факторов на потребление энергии в офисных зданиях, терциарных больницах и пятизвездочных гостиницах с использованием корреляционного анализа Пирсона и анализа главных компонент. Были выявлены основные факторы, которые должны учитываться при оценке энергоэффективности зданий, что является основой для разработки инструментов оценки энергоэффективности зданий и обнаружения неисправностей.

Данное исследование является важным шагом в разработке стандартизированных методов сбора данных о потреблении энергии зданиями в Китае, что позволит проводить региональные и международные сравнения и бенчмаркинг. Больницы, отели и торговые центры потребляют больше энергии, чем офисные и коммерческие здания, и необходимо предпринимать действенные меры для повышения их энергоэффективности. Важно также улучшать энергоэффективность офисных зданий, учитывая их большую общую площадь. Были выявлены основные факторы, которые должны учитываться при оценке энергоэффективности зданий, что будет полезно для разработки инструментов оценки энергоэффективности зданий и обнаружения неисправностей.

### **Список литературы**

1. Чен С., Ёсино Х., Ли Н. Статистический анализ характеристик энергопотребления жилых зданий в летнее время в некоторых городах Китая //Энергетика и строительство. – 2010. – Т. 42. – №. 1. – С. 136-146.
2. Ли Б. и др. Структура энергопотребления и тепловая среда жилого дома в сельской местности Китая //Энергетика и искусственная среда. – 2020. – Т. 1. – №. 3. – С. 327-336.
3. Чен С. и др. Статистический анализ характеристик энергопотребления жилых зданий в зимнее время в некоторых городах Китая //Энергетика и строительство. – 2011. – Т. 43. – №. 5. – С. 1063-1070.
4. Чен С. и др. Статистический метод исследования национального энергопотребления в секторе жилищного строительства Китая

//Энергетика и строительство. – 2008. – Т. 40. – №. 4. – С. 654-665.

5. Чжан Ц. Потребление энергии в жилых домах в Китае и его сравнение с Японией, Канадой и США //Энергетика и здания. – 2004. – Т. 36. – №. 12. – С. 1217-1225.