

Управление спросом на электропотребление в России: методы и модели

Выполнила:
Бердникова
Ирина
ЭУ-280

Руководитель:
Соловьева
Ирина
Александровна
д.э.н.,
профессор

АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

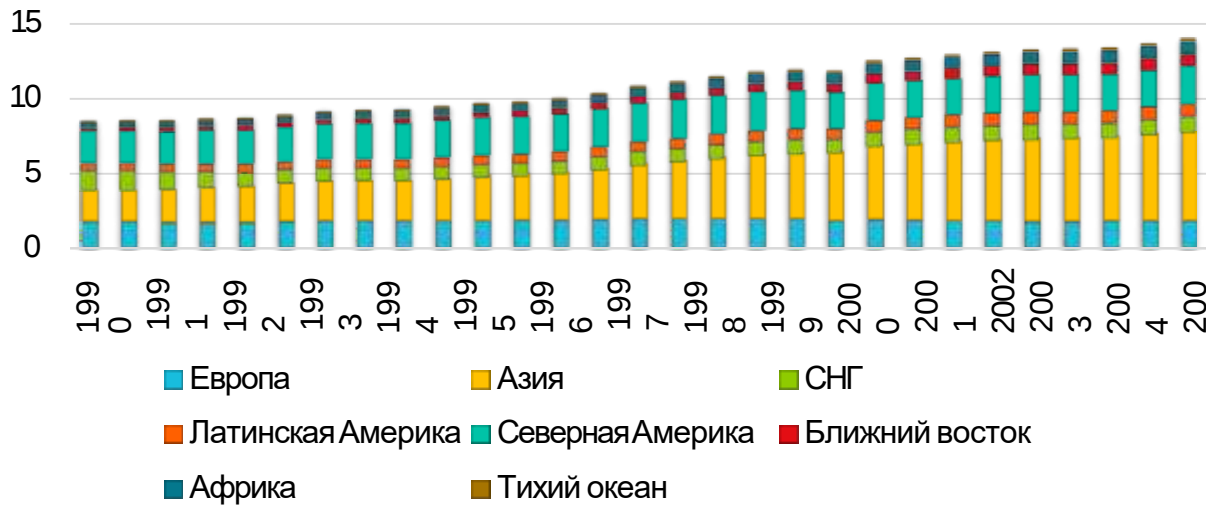


Рисунок 1 - Динамика потребления энергии 1990-2018 гг.

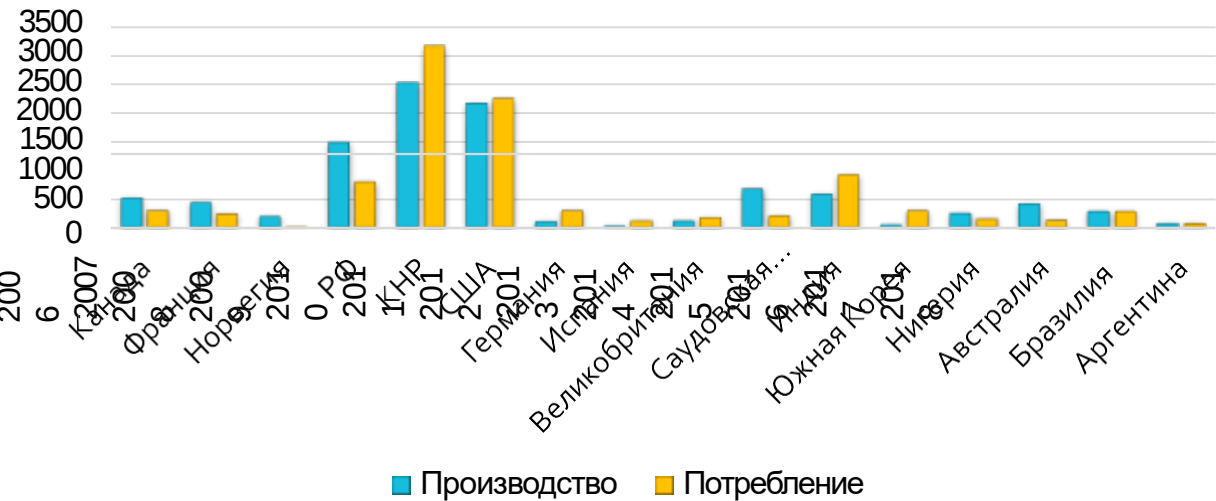


Рисунок 2 – Соотношение производства и потребления энергии на 2018 год

Таблица 1 – Мировое потребление электроэнергии по отраслям экономики

Сектор	ТВт/ч			Процентное соотношение (%)		
	2000	2008	2017	2000	2008	2017
Промышленность	21,733	27,336	34,231	26,5	27,8	31,0
Транспорт	22,563	26,747	28,796	27,5	27,3	26,0
Личное потребление и сфера услуг	30,555	35,861	38,471	37,3	36,0	34,8
Неэнергетическое использование	7,119	8,241	8,961	8,7	8,9	8,2
Всего	87	98	110,2	100	100	100



Рисунок 3 – Типы, потребляемых энергоресурсов в мире

Цель и задачи исследования

Цель:

провести исследование феномена управления спросом на энергопотребление в Российской Федерации.

Задачи:

- ☐ проанализировать структуру и функционирование отрасли электроэнергетики Российской Федерации
- ☐ систематизировать основные подходы и методы оценки энергоэффективности;
- ☐ провести анализ тенденций потребления электроэнергетических ресурсов в мировом масштабе;
- ☐ систематизировать опыт стран в области повышения энергоэффективности и управления спросом на энергопотребление;
- ☐ провести анализ уровня энергоэффективности Уральского Федерального Округа.

ДИНАМИКА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ И ЭЛЕКТРОЕМКОСТЬ В РФ

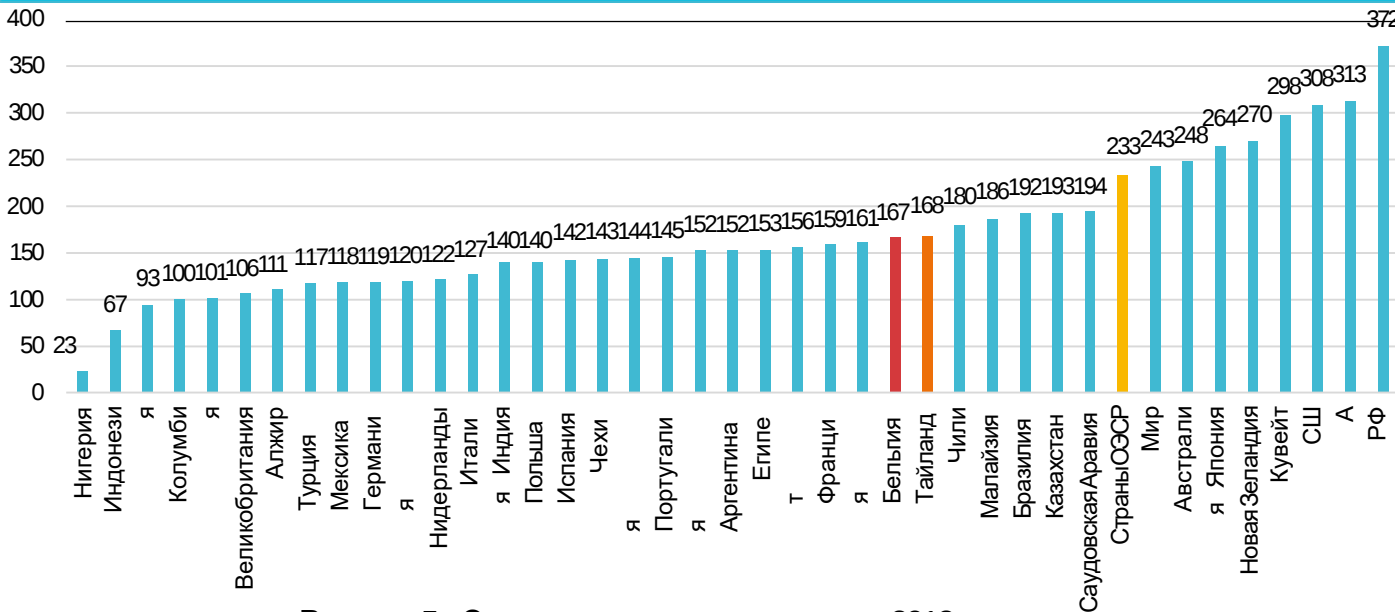


Рисунок 5 - Электроемкость стран мира на 2018 год

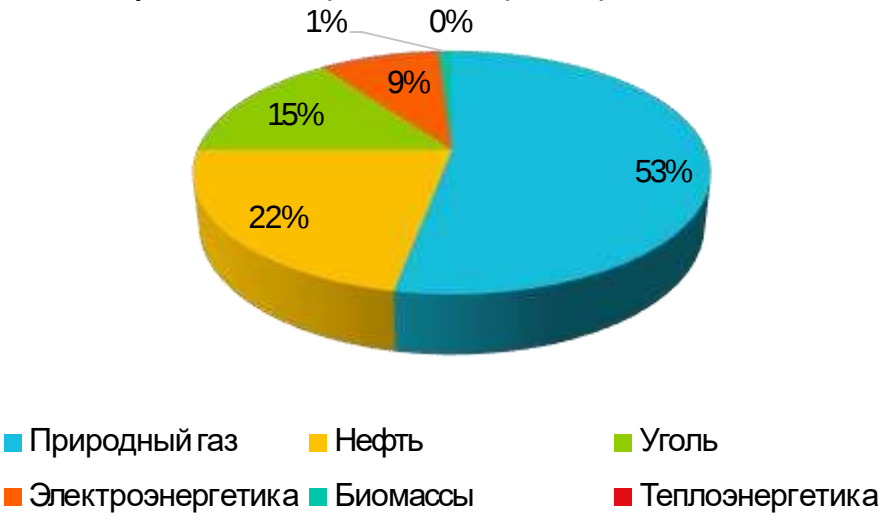


Рисунок 6 – Типы, потребляемых энергоресурсов в РФ

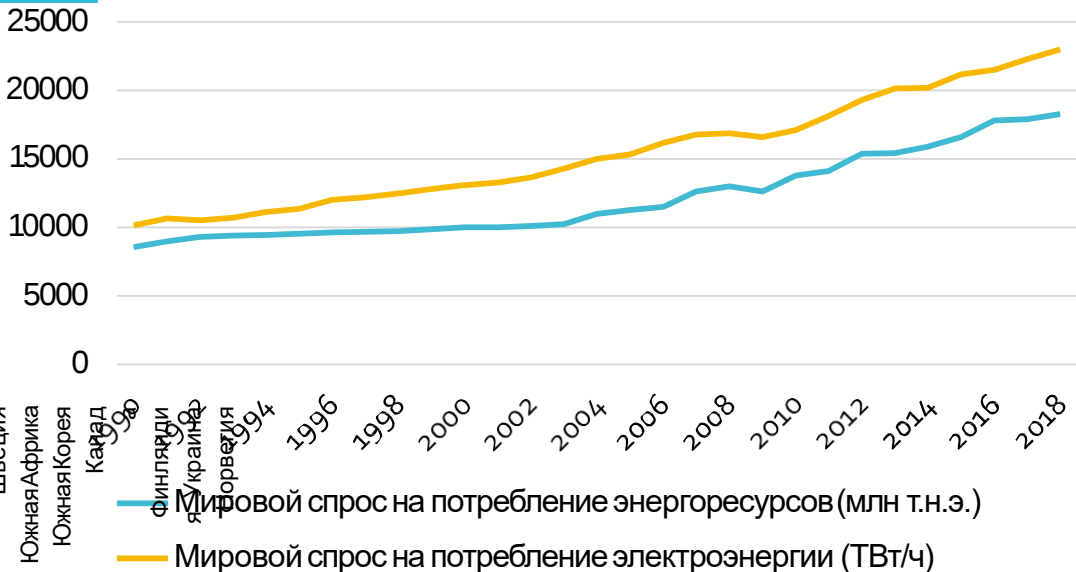


Рисунок 7 – Динамика потребления энергоресурсов и потребление электроэнергии за период с 1990 по 2018 гг.

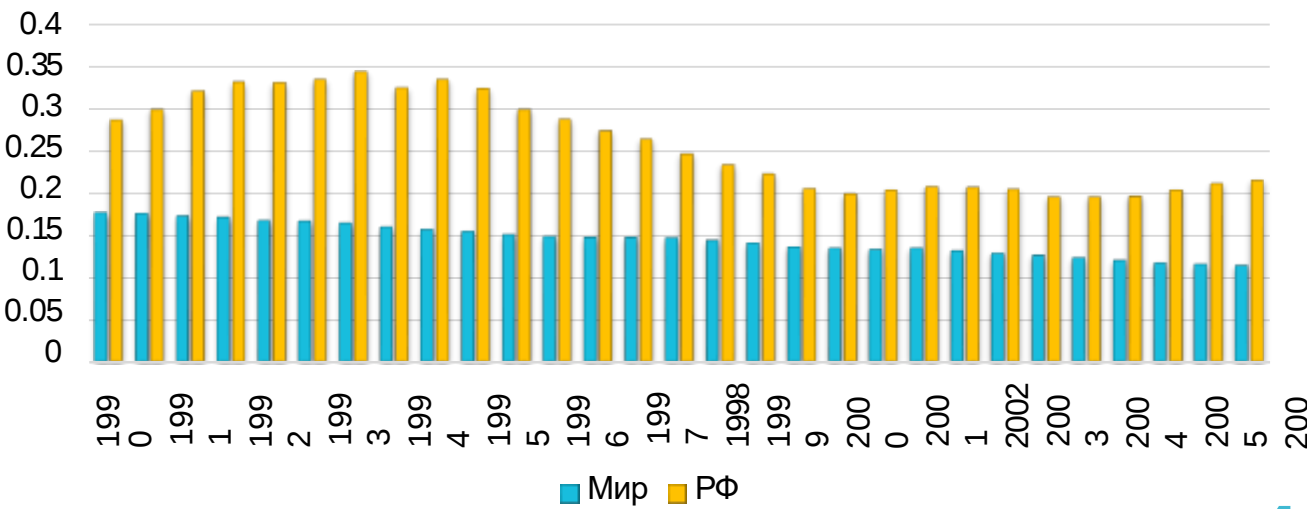


Рисунок 8 – Соотношение энергоёмкости РФ и среднее по миру 1990-2018 гг.



Рисунок 10 – Структура электроэнергетики в РФ



Рисунок 11 – Классификация энергетических ресурсов

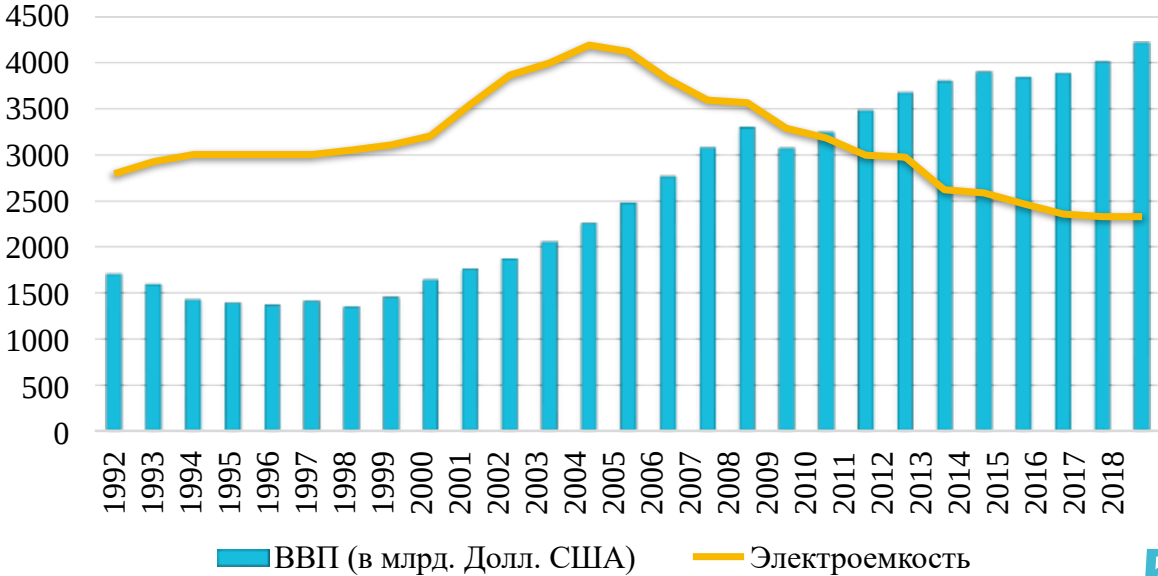


Рисунок 12 – Динамика электроёмкости РФ

МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Таблица 2 – Преимущества и недостатки подхода Азиатско-Тихоокеанского исследовательского центра имени У.Х. Шоренштейна к оценке энергоэффективности

Индикатор	Преимущества	Недостатки
Технический индикатор	1. прямая связь между технологией энергоэффективности и индикатором; 2. возможность определения вида энергоресурса и конечного энергопотребления;	1. сложно проследить влияние видов энергоресурсов на потребление энергии (этот недостаток может быть компенсирован более детальной информацией)
Физический индикатор	1. При обобщении информации можно сравнить различные физические индикаторы, выраженные в разных единицах измерения приведя их к общему знаменателю	1. Трудно выполнить и интерпретировать полученную информацию поданным индикаторам
Экономический индикатор	1. Можно сравнивать внутри промышленности, даже если сравниваются различные продукты; 2. Энергоинтенсивность как надежный индикатор. В его основе лежат статистические материалы 3. Показатель конечной энергоинтенсивности соотносится с энергией, потребленной на единицу ВВП, исключая потребление и потери при преобразовании энергии;	1. Не учитывают изменения внутри экономики; 2. появляются побочные воздействия, связанные с ценовым эффектом; 3. ограниченный экономический анализ из-за различий в экономических системах. 4. сложность в применении показателя энергоинтенсивность для некоторых стран с некоторой частью неформальной экономической деятельности, использующих традиционные виды топлива (сложно отследить); 5. при использовании обобщенных экономических показателей возможно пропустить скрытые структурные сдвиги внутри отрасли

Таблица 3 – Преимущества и недостатки методики оценки энергоэффективности Международного Энергетического Агентства

Индикатор	Преимущества	Недостатки
Экономический индикатор	1. Не подвержены влиянию структуры отрасли; 2. возможно проследить тенденции энергопотребления по отношению к добавленной стоимости; 3. индикаторы, связанные с включением добавленной стоимости, помогают избежать отклонений, вызванных колебаниями на валютном рынке	1. добавленная стоимость подвержена влиянию ценового эффекта; 2. состав добавленной стоимости может скрыть существенные изменения; 3. стоимость выпуска подвержена изменениям в условиях спроса и предложения через ценовой механизм.
Отраслевой индикатор	1. Не подвержены влиянию структуры отрасли 2. отражают взаимосвязь между экономическим развитием и использованием энергии; 3. данные индикаторы помогают определить значения факторов для энергопотребления; 4. возможность выполнить декомпозицию по структурному эффекту отрасли и эффекту удельной энергоемкости	1. Необходимо приводить к единой системе измерения все показатели; 2. в анализе тенденций потребления сложно выделить улучшения и ухудшения энергоэффективности; 3. зависят от цен на топливо; 4. зависят от применения законов по охране окружающей среды; 5. сильное влияние оказывают климатические и географические факторы; 6. часто изменения отраслевых индикаторов не связаны с повышением/понижением энергоэффективности; 7. устанавливаются разные индикаторы для разных видов продукции (конечных, промежуточных), то есть для одних отраслей это описательный показатель, для других показатель эффективности

МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Методика оценки энергоэффективности региона Беловой Т.Д.



Рисунок 13—Алгоритм методики определения энергоэффективности регионов

В основе методики заключены следующие принципы:

- принцип целостности;
- принцип многозадачности;
- принцип систематичности;
- принцип оптимальности;
- принцип эффективности;
- принцип результативности;
- принцип рациональности;

Таблица 4 – Перечень факторов и показателей, оказывающих влияние на энергоэффективность регионов

Фактор	Показатели
Технологический	Мощность электростанций, млн кВт.; стоимость основных фондов, млн руб.; ввод в действие основных фондов, млн руб.; степень износа основных фондов, %; удельный вес полностью изношенных основных фондов, %; рентабельность активов организаций производства и распределения электроэнергии, газа и воды, %.
Экономический	ВРП млн руб. ВРП руб./чел. Индексы цен производителей промышленных товаров по виду «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды», %
Внешекономический	Экспорт электроэнергии млн долл. Импорт электроэнергии млн долл.
Инновационный	Инновационная активность организаций, %. Затраты на технологические инновации, млн руб.
Экологический	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, тыс. т. Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, млн м3
Социальный	Численность пенсионеров, тыс. чел. Среднегодовая численность, тыс. чел Уровень безработицы, %. Среднедушевые денежные доходы населения в месяц, руб. Величина прожиточного минимума, руб. Удельный вес общей площади, оборудованной отоплением, %. Удельный вес общей площади, оборудованной газом, %. Удельный вес общей площади, оборудованной горячим водоснабжением, %. Объем коммунальных услуг населению, млн руб. Объем коммунальных услуг в расчете на душу населения, руб.
Природно-климатический	Продолжительность и средняя температура наружного воздуха периода со среднесуточной температурой воздуха менее 0 °С, градусо-сутки. Среднегодовая температура, °С.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ МЕР ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В МИРОВОЙ ПРАКТИКЕ

Таблица 5 – Сравнительный анализ мер по повышению энергоэффективности

Страна	Государственные органы	Стимулирующие механизмы	Долгосрочные цели	Критерии оценки энергоэффективности
США	Закон 2005 года «Об энергетической политике»; Программа сертификации 2012 года «Высшие энергетические характеристики» (Superior Energy Performance)	В феврале 2009 г. в США был принят The American Recovery and Reinvestment Act of 2009, регламентирует инструменты стимулирования энергосбережения. Льготные тарифы на оплату энергии для энергоэффективных зданий. Госсубсидии от 50 до 200 долларов при покупке новой, более энергоэффективной техники.	Ограничить выбросы парниковых газов до 2050 году на 83%. Снизить зависимость от импорта энергетических ресурсов США	Отказ от импорта энергетических ресурсов, снижение количества CO2
Япония	НКО Японский центр энергосбережения (Energy Conservation Center, Japan). Принятый в 1979 г. «Закон об экономии энергии».	Налоговая программа для реформы и продвижения инвестиций в сфере поставок и потребления энергии. Для предприятий «малого бизнеса» - налоговый кредит в размере 7% от базовой стоимости приобретенного оборудования. Для всех предприятий - налоговый вычет в размере, не превышающем 30% от базовой стоимости оборудования. Программы субсидирования 2010 года, Кредитные программы: в случае приобретения, аренды или энергосберегающего оборудования на сумму 270 млн. иен предоставляется кредит по специальным льготным ставкам	Повышение уровня само обеспечения энергией до 70%	Снижение количества CO2
ЕС	Основные органы управления- Энергетические Агентства Директива по экологическим требованиям к энергопотребляющей продукции Директива энергетически разумной Европы Локальные нормативно-правовые акты в странах	Снижение налогового бремени; стимулирующий тариф на электроэнергию и проект по созданию сети умных счетчиков; программа использования « feed-in tariff » призвана развивать самостоятельное производство электроэнергии физическими и юридическими лицами с помощью возобновляемых источников энергии.	Сокращение выбросов CO2 на 20%; 20% энергопотребления ЕС должны обеспечиваться за счет возобновляемых источников энергии; снижение потребления первичных энергоресурсов на 20%	Снижение количества выбросов CO2 и парниковых газов
Индия	Комитет по энергетической эффективности Индии (the Bureau of Energy Efficiency); Министерство Энергетики Индии. «Национальный план действий по эффективному использованию энергии и защиты окружающей среды» 2002 год	Проведение информационных компаний государством.	Снижение углеродной интенсивности.	Совершенствование энергетической эффективности использования энергоресурсов, а также увеличение энергетической эффективности страны на 20% к 2025 г.

СУЩНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ СПРОСОМ НА ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕ



Рисунок 14 – Структура технологии DMS (управления спросом на электроэнергию)

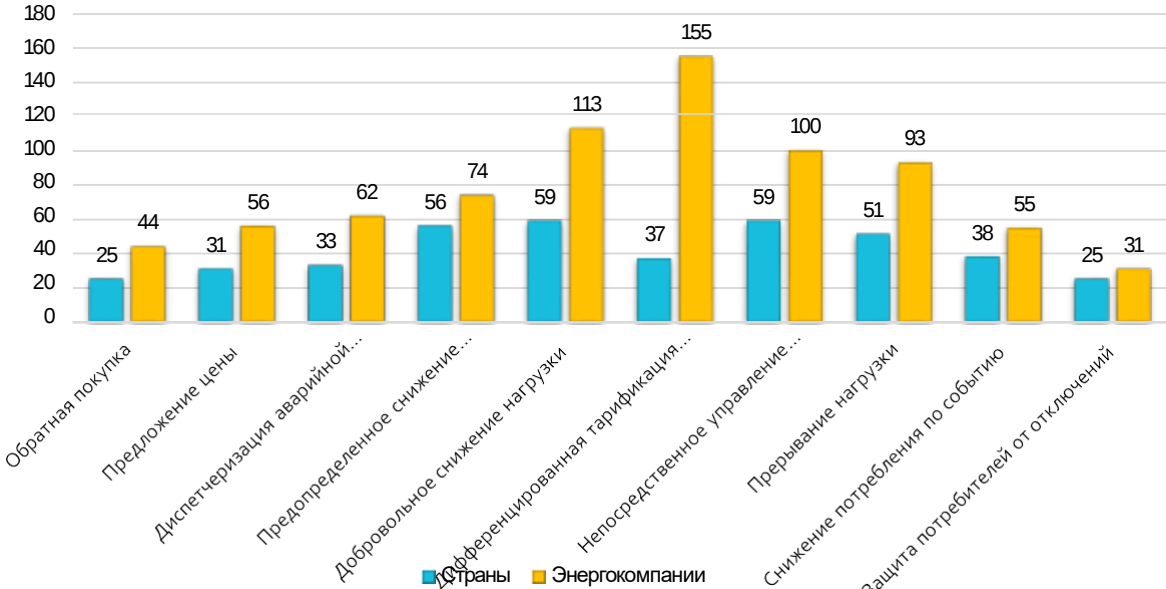


Рисунок 15 – Популярность использования программ по управлению спросом в мире



Рисунок 16 – Участие программ по управлению спросом в оптимизации работы энергосистемы

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ СПРОСОМ В РОССИИ

Таблица 6– Инструменты управления спросом в РФ

Инструмент	Тип управления	Кем используется в РФ и степень
Суточный одноставочный тариф	Сдвиг нагрузки	Малая степень использования непромышленными потребителями
Ежечасное ранжирование на сутки вперед	Сдвиг нагрузки	Средняя степень использования непромышленными потребителями
Электроэнергия выходного дня	Гибкая нагрузка	Средняя степень использования промышленными потребителями
Электроэнергия рабочего дня	Гибкая нагрузка	Средняя степень использования непромышленными потребителями
Фактический максимум	Сдвиг нагрузки	Средняя степень использования промышленными потребителями
Выбор тарифа (одно- или двухставочного)	Отсечение пика	Высокая степень использования промышленными потребителями
План по пиковой нагрузке	Сдвиг нагрузки	Средняя степень использования промышленными потребителями
Показатель рабочего дня	Сдвиг нагрузки	Средняя степень использования промышленными потребителями
Штрафные санкции за неполное использование максимальной мощности	Сдвиг нагрузки	Не используется
Контроль переизбытком потребляемой и заявленной мощности	Сдвиг нагрузки	Не используется
Естественное снижение цен на электрическую мощность, обращаемую на «рынки на сутки вперед», следствие снижения спроса в пиковые часы	Отсечение пика	Не используется
Рынок на сутки вперед в ночное время	Отсечение пика	Не используется

Принципы Энерджинет:

- надежность и гибкость сетей – является принципиальным показателем эффективности и доступности работы системы;
- распределённая энергетика – потенциал развития новых рынков;
- потребительские сервисы – некоторые новые виды энергосервисов имеют возможность функции привычных участников энергетического рынка на программы для конечного потребителя.

Управление спросом в РФ:

- Объем российского рынка ценозависимого потребления составляет 230МВт на первый квартал 2020года.
- По оценкам экспертов, порядка 8ГВт может составить экономический потенциал рынка ценозависимого потребления, что соответствует общемировым тенденциям (от 3 до 6% от спроса в пиковые периоды на мощность в энергосистемах).
- Использование управления спросом в РФ может помочь в повышении энергоэффективности производства во многих сферах, открыть и внедрить новые возможности по оптимизации электроэнергосистемы, а также получить дополнительную выручку из уже работающих механизмов и бизнес-процессов для потребителей электроэнергии



КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ УРФО: СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

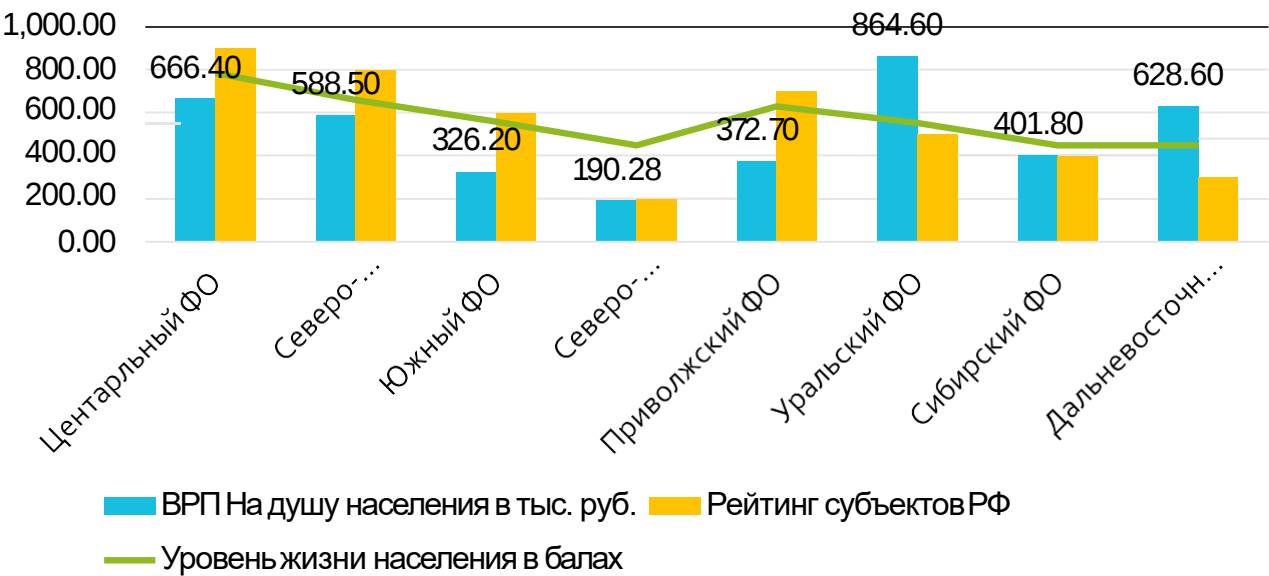


Рисунок 19 – Экономическое положение УрФО в структуре субъектов РФ

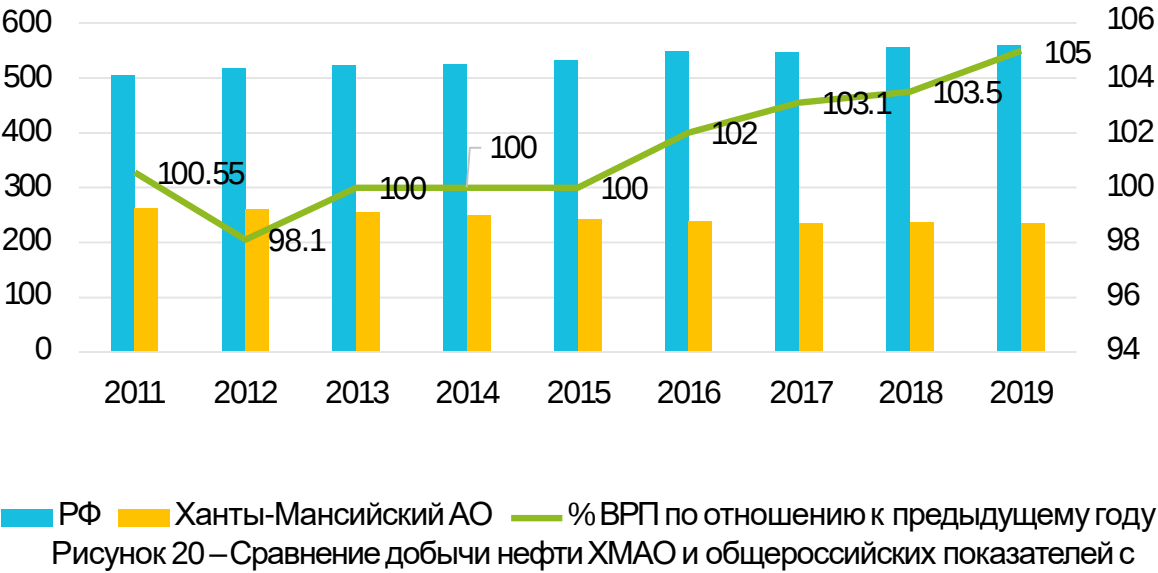


Рисунок 20 – Сравнение добычи нефти ХМАО и общероссийских показателей с зависимостью к ВРП

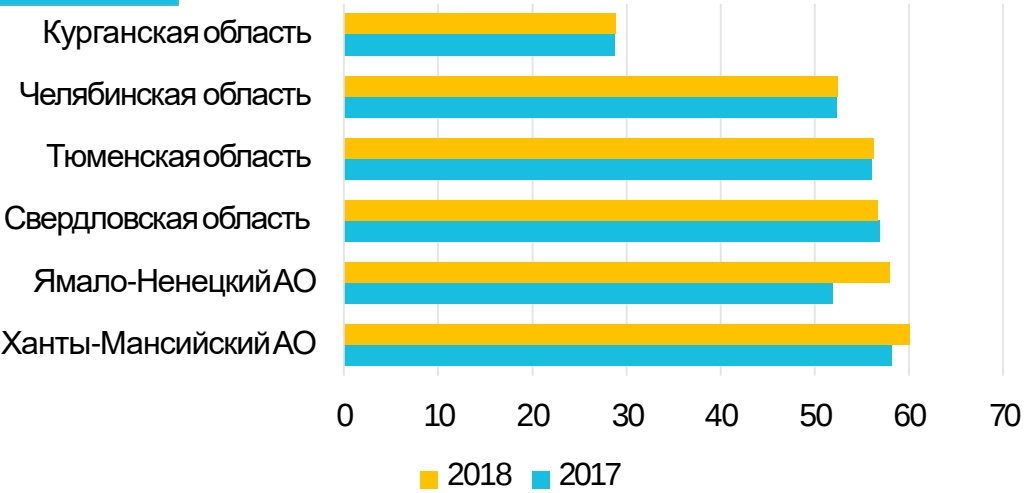


Рисунок 21 – Рейтинговый балл регионов УрФО в рейтинге регионов по качеству жизни

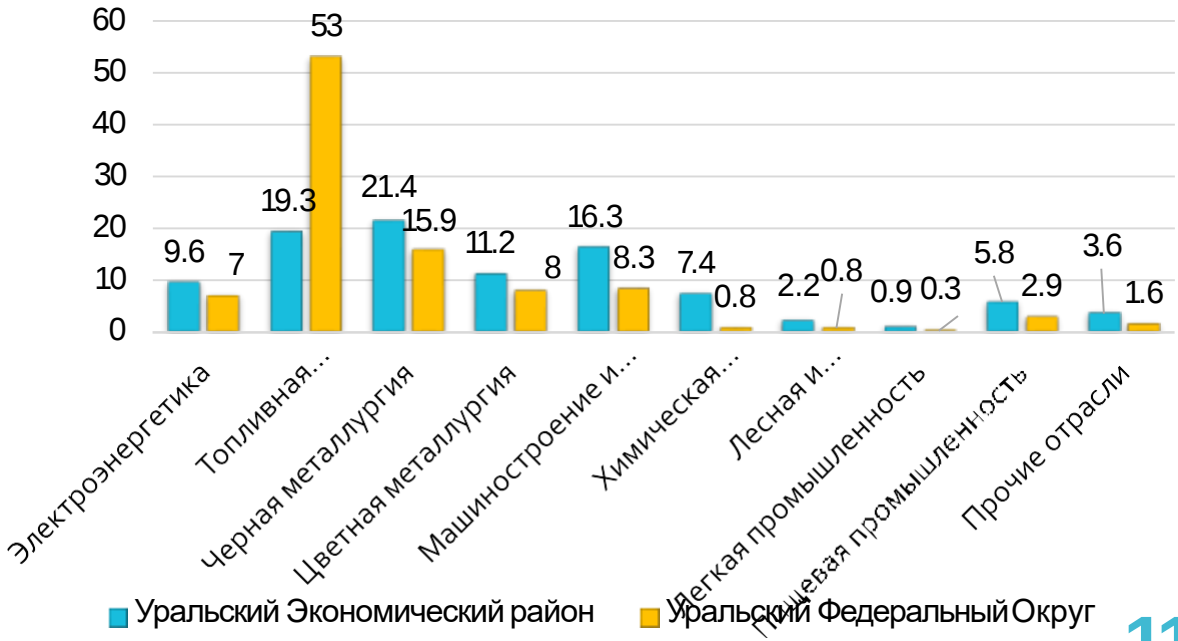


Рисунок 22 – Сравнение отраслевых структур УФО и УЭР

КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ УРФО: АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

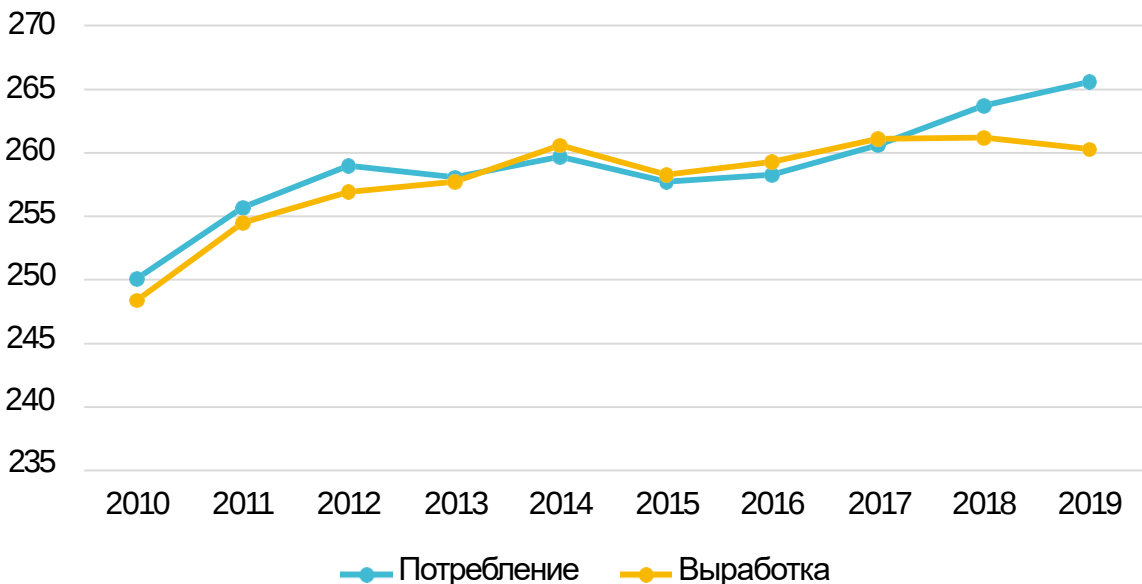


Рисунок 23 – Динамика выработки и потребления электроэнергии Уральского Федерального Округа за 2010-2019 гг.

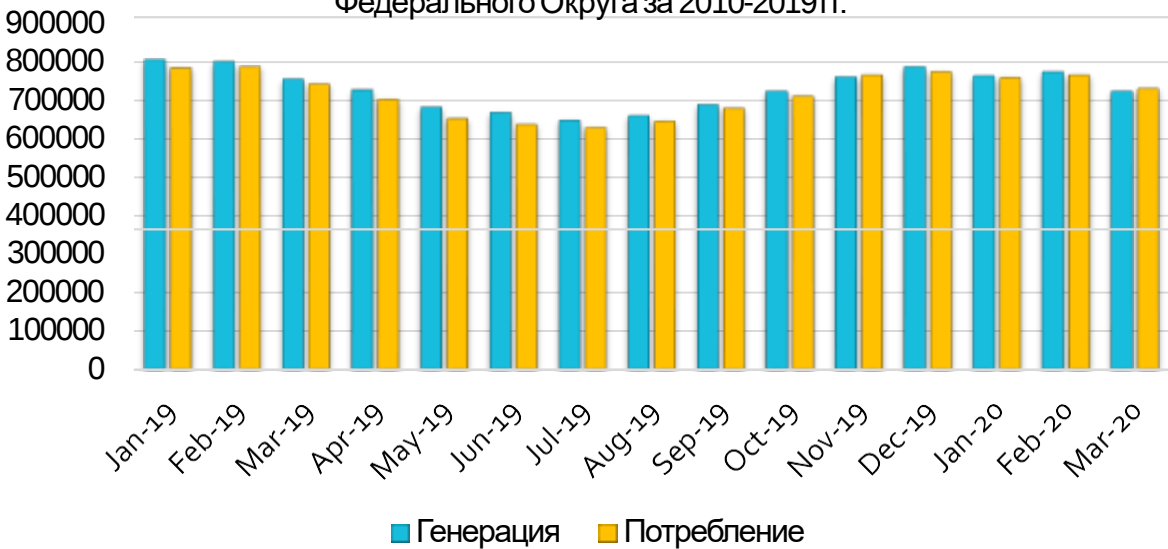


Рисунок 24 – Потребление и генерация электроэнергии УФО на 2019 год

Таблица 7 – Выработка и потребление электроэнергии в РФ за 2019 год

ОЭС/ Энергозона	Выработка, млрд кВт*ч	Относительно 2018 года, %	Потребление, млрд кВт*ч	Относительно 2018 года, %
Восток (с учетом изолированных ЭС)	52,1	2,9	48,6	3,3
Сибирь (с учетом изолированных ЭС)	216,4	1,5	219,1	0,5
Урал	265,6	0,7	260,3	-0,3
Средняя Волга	110,2	-3,7	109,1	-1,0
Центр	236,3	1,9	241,9	-0,3
Северо-Запад	112,8	-0,5	95,0	-0,1
Юг	103,1	-1,6	101,3	-1,0

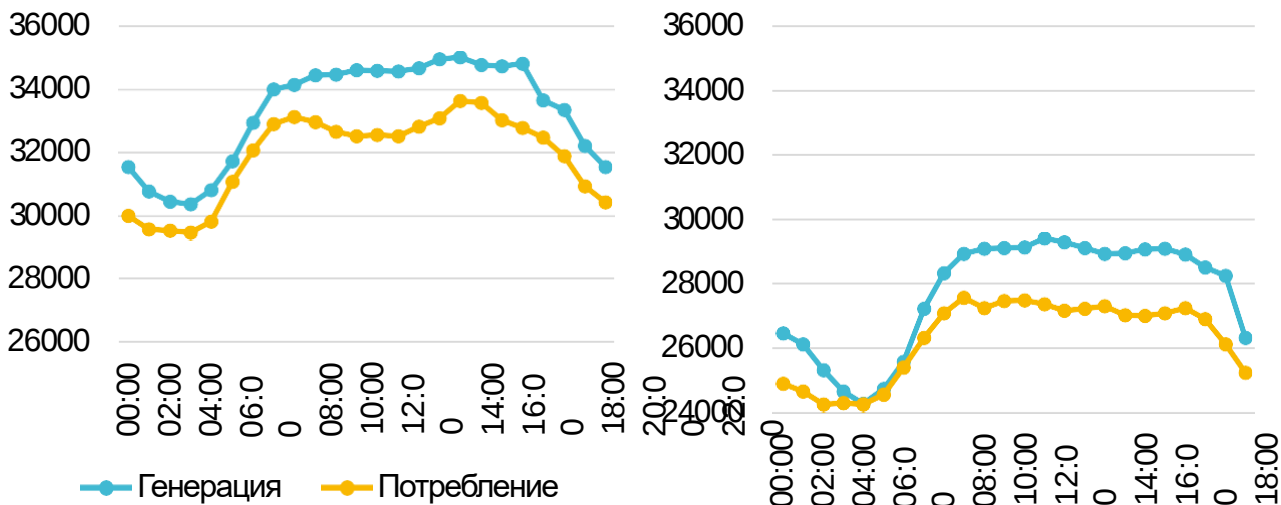


Рисунок 25 – Почасовые графики электропотребления УФО за 12.06.2019 и 12.12.2019

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ УрФО

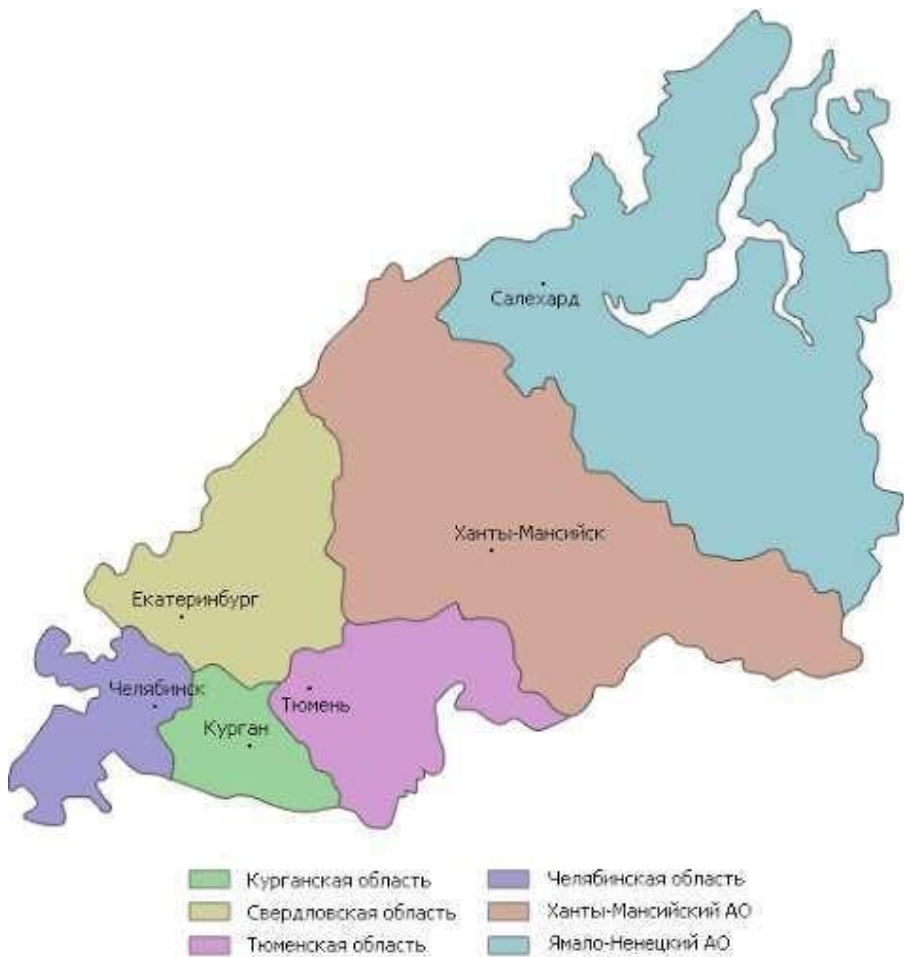


Рисунок 17 – Карта Уральского Федерального Округа



Рисунок 18 – Алгоритм оценки энергоэффективности УрФО

КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИОНОВ: СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ОТБОР КРИТЕРИЕВ

Таблица 8 – Фрагмент базы данных

№	Регион	Доход на душу населения	Потребление электроэнергии	Потребление электроэнергии на душу населения	Доля энергоемких предприятий в регионе
C1	Белгородская область	30 760	10530	2,921177588	52
C2	Брянская область	26 263	1005	26,13233831	31
C3	Владимирская область	23 632	998	23,67935872	37
C4	Воронежская область	30 070	1024	29,36523438	27
C5	Ивановская область	24 536	1006	24,38966203	36
C6	Калужская область	28 860	1058	27,2778828	31
C7	Костромская область	24 270	976	24,86680328	25
C8	Курская область	26 982	1068	25,26404494	19
C9	Липецкая область	29 969	1052	28,48764259	77
C10	Московская область	76 997	1003	76,7666999	48
C11	Орловская область	24 598	1010	24,35445545	16
C12	Рязанская область	25 275	986	25,63387424	18
C13	Смоленская область	25 641	1046	24,51338432	10
C14	Тамбовская область	26 970	1041	25,90778098	29
C15	Тверская область	25 713	986	26,07809331	37
C16	Тульская область	27 593	970	28,44639175	35
C17	Ярославская область	26 713	1008	26,50099206	29
C18	Республика Карелия	28 516	7737	3,685666279	69
C19	Республика Коми	32 554	8758	3,717058689	82
C20	Архангельская область	33 381	7176	4,651755853	43
C21	Вологодская область	26 647	972	27,41460905	75
C22	Калининградская область	27 227	4565	5,964293538	34
C23	Ленинградская область	30 430	44 497,00	0,683866328	83
C24	Мурманская область	60 227	12 123,00	4,967994721	41
C25	Новгородская область	25 499	4435	5,749492672	25
C26	Псковская область	23 680	2268	10,44091711	36

Таблица 9 – Критерии и данные для оценки энергоэффективности УрФО

Фактор	Тюменская область (включая ХМАО и ЯНАО)	Свердловская область	Челябинская область	Курганская область
Технологический фактор				
Общее потребление электроэнергии	2057 МВт	675 МВт	582 МВт	331 МВт
Экономический фактор				
Доля энергоемких отраслей	82%	61%	59%	41%
Потребление электроэнергии в пересчете на душу населения	23,62 кВт	9,44 кВт	0,92 кВт	5,39 кВт
Социальный фактор				
Среднедушевые денежные доходы населения в месяц, руб.	46 047 руб.	35 711 руб.	24 201 руб.	20 196 руб.

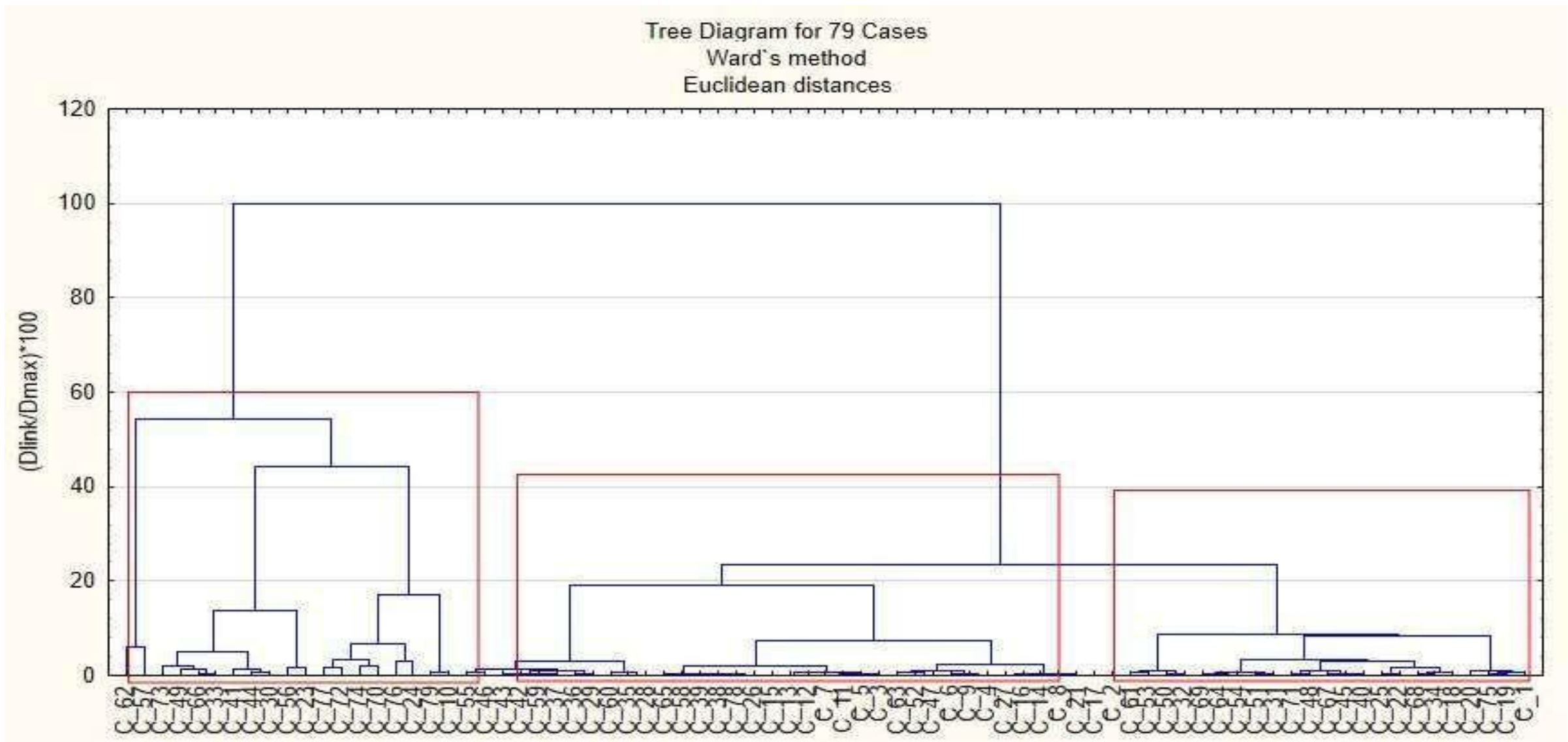


Рисунок 26 – Кластерный анализ регионов РФ по уровню энергоэффективности

РЕЗУЛЬТАТЫ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

Таблица 10 – Характеристика, полученных кластеров

Кластер	Количество субъектов	Среднедушевой доход	Годовое потребление электроэнергии в расчете на человека, МВт/чел.	Процент энергоемких предприятий в регионе
1-й кластер	16	20 408	12	75%
2-й кластер	16	30 082	8	43%
3-й кластер	47	16 772	4	35%

Таблица 11 – Распределение субъектов РФ на кластеры

Номер и название кластера	Субъекты РФ
1-й кластер – промышленный	Тюменская область (включая ХМАО и ЯНАО), Челябинская область, Пермский край, Республика Башкортостан, Республика Хакасия, Республика Коми, Республика Карелия, Красноярский Край, Ленинградская область, Волгоградская область, Оренбургская область, Вологодская область, Липецкая область, Иркутская область, Кемеровская область, Омская область
2-й кластер – низко-энергоемкий	Свердловская область, Московская область, Хабаровский край, Хабаровский край, Республика Саха (Якутия), Самарская область, Белгородская область, Камчатский Край, Мурманская область, Архангельская область, Магаданская область, Белгородская область, Нижегородская область, Чукотский автономный округ
3-й кластер – индустриально-аграрный	Курганская область, Калининградская область, Смоленская область, Астраханская область, Воронежская область, Ярославская область, Брянская область, Владимирская область, Ульяновская область, Ивановская область, Тамбовская область, Тверская область, Кировская область, Новгородская область, Костромская область, Калужская область, Орловская область, Томская область, Ростовская область, Рязанская область, Саратовская область, Пензенская область, Ставропольский край, Краснодарский Край, Республика Северная Осетия – Алания, Республика Дагестан, Республика Ингушетия, Республика Кабардино-Балкария, Чеченская республика, Республика Карачаево-Черкессия, Республика Адыгея, Республика Марий Эл, Республика Калмыкия, Республика Мордовия, Республика Чувашия, Республика Тыва, Республика Удмуртия, Республика Алтай, Республика Бурятия, Алтайский край, Курская область, Новосибирская область, Амурская область, Приморский Край, Еврейская автономная область, Забайкальский край

61

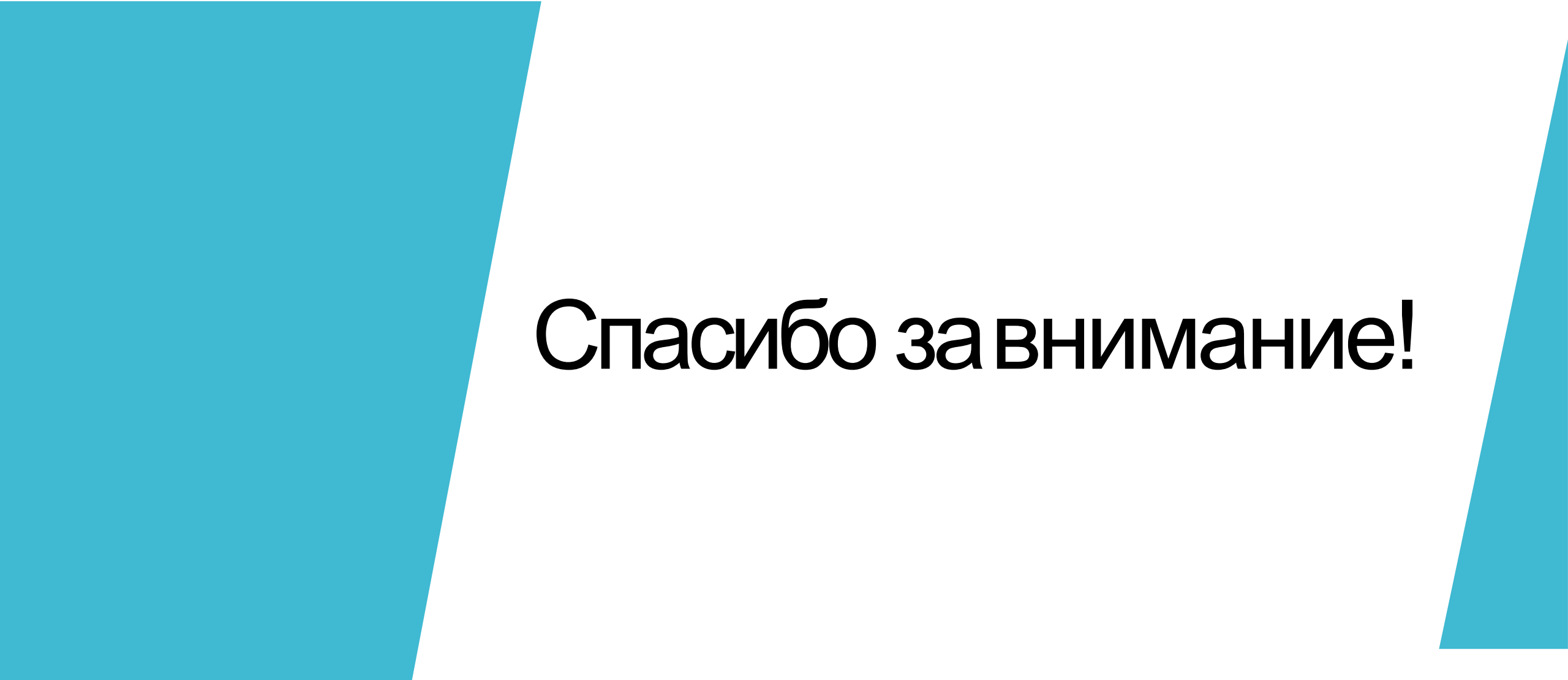
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ СПРОСОМ

Таблица 12 – Рекомендации по внедрению технологий Управления Спросом для регионов УрФО

Кластер	Регионы	Рекомендации
Промышлен- ный класте- р	Ханты-Мансийский автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ, Тюменская область, Челябинская область	Разработка программы ограничения нагрузки сокращения потребления электроэнергии с механизмами управления спросом на энергопотребление: - использовать инструмент управления спросом - электроэнергия выходного дня для снижения спроса на электропотребление в рабочие дни и его повышения в выходные и праздничные; - применение инструмента управления спросом - фактического максимум, с помощью которого можно экономить затраты на электроэнергию для промышленного производства за счет переноса части нагрузки на часы минимальной нагрузки - адаптация инструмента показатель рабочего дня для промышленных производств
Кластер с низкой энергоемк- остью	Свердловская область	Необходимо постепенное внедрение инструментов управления спросом на энергопотребление на бытовом уровне и некоторых предприятий: - Электроэнергия выходного дня поможет снизить спрос на электропотребление в рабочие дни и прогнозировать его повышение в выходные и праздничные дни; - план по пиковой нагрузке; - контроль за переизбытком потребляемой и заявленной мощности
индустриа- льно- аграрны й кластер	Курганская область	Важным условием внедрения разработок по управлению спросом является его успешная апробация на регионах округа из других кластеров, однако на начальных этапах введения могут быть использованы следующие инструменты: - выбор одноставочного или двуставочного тарифа, который способен повлиять на снижение нагрузки в часы пика

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

- Проанализирована динамика потребления энергоресурсов и электроемкость в сравнении
- проанализированы методики оценки энергоэффективности
- Систематизированы меры по повышению энергоэффективности в страновом разрезе
- Проведен кластерный анализ регионов РФ
- Разработаны рекомендации по повышению энергоэффективности регионов



Спасибо за внимание!