

Сибирская государственная геодезическая академия

Ануфриев Валерий Павлович

**диссертация на соискание ученой степени
доктора экономических наук**

**ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В СИСТЕМЕ
КИОТСКОГО ПРОТОКОЛА**

**08.00.05 – «Экономика и управление народным
хозяйством»
(экономика природопользования)**

Новосибирск, 2006 г.

Целью исследования

является развитие методологии эколого-экономической оценки рационального использования энергетических ресурсов в системе Киотского Протокола и практическая апробация предлагаемого подхода к решению экономических, экологических и энергетических проблем на примере Уральского Федерального Округа (УрФО).

Объект исследования –

топливно-энергетические ресурсы УрФО в единстве с созданием и функционированием системы энергосбережения, обеспечивающей их рациональное вовлечение в хозяйственный оборот.

Актуальность темы исследования определяется:

- *Безальтернативностью рационального использования энергетических ресурсов в экономике России и обеспечения энергетической безопасности;*
- *Существующими принципами эколого-экономической оценки эффективности потребления ТЭР, ориентированных на ресурсную составляющую;*
- *Настоятельной необходимостью развития методологии эколого-экономической оценки рационального использования энергоресурсов с учетом возможностей, представляемых Киотским Протоколом в условиях глобализации экономических и экологических проблем;*
- *Концепцией устойчивого развития РФ, предусматривающей необходимость нового подхода к разработке топливно-энергетических программ с учетом рационального природопользования.*

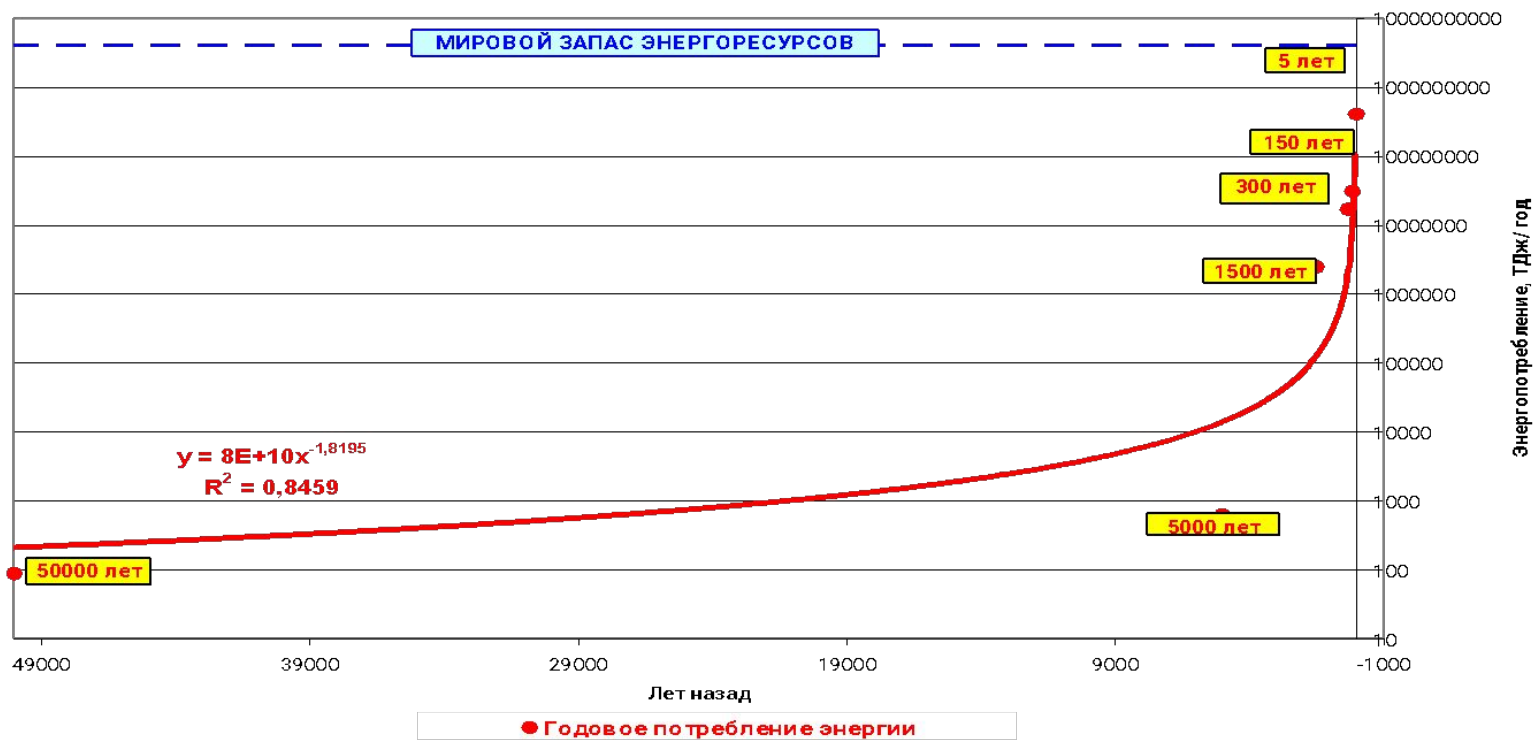
Основные положения, выносимые на защиту:

- *1. Безальтернативность проведения системной политики рационального использования энергетических ресурсов во всех секторах экономики РФ и ее регионов (особенно промышленных).*
- *2. Комплексный подход к рациональному использованию энергетических ресурсов с учетом неопределенности (вариантности) параметров состояния и управления системами энергосбережения, обуславливающий использование метода системного анализа.*
- *3. Порядок формирования энергоэффективной стратегии программ всех уровней до 2013 года с учетом новых возможностей, представляемых Киотским Протоколом.*
- *4. Результаты применения разработанной методологии эколого-экономической оценки рационального использования энергетических ресурсов в регионах УрФО на основе системного анализа и имитационных моделей.*
- *5. Рекомендации по использованию предлагаемой методологии эколого-экономической оценки уровня энергоэффективности РТЭП Свердловской и Тюменской областей и ХМАО, позволяющие выявить отрасли региональной экономики, обладающие максимальным потенциалом снижения эмиссии ПГ.*
- *6. Результаты повышения уровня экономической, экологической и энергетической безопасности российских регионов (на примере УрФО), которые идеально реализуются при условии своевременного и в полном объеме выполнения положений КП, ратифицированного Россией.*
- *7. Необходимость повышения роли государственного регулирования (контроля) за выполнением региональной политики использования энергетических ресурсов как основное условие, при котором предлагаемая методология может быть положена в основу разработки научно обоснованных долгосрочных энергосберегающих программ регионов и использована как организационно-экономический механизм природопользования.*

МИРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО ТЭР



Динамика потребления энергоресурсов

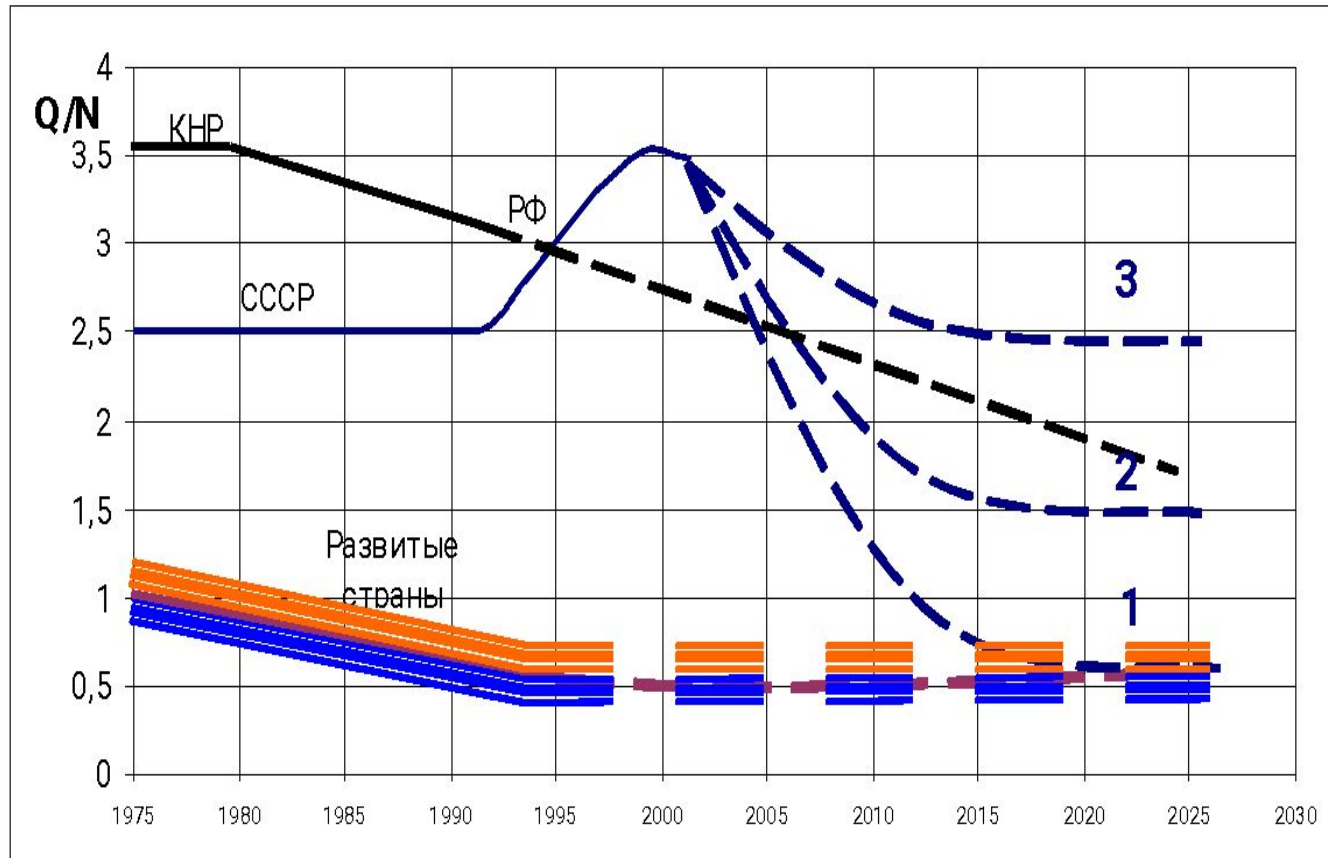


*По расчетам к.э.н. Чазова А.В.

Потенциал рационального использования ТЭР отраслей экономики РФ

Отрасли	Электроэнергия, млрд кВт*ч	Централизованное тепло, млн Гкал	Топливо, млн т.у.т.	Всего	
				млн т.у.т.	%
ТЭЖ (в том числе электроэнергетика и теплоснабжение)	29-35 (23-28)	70-80 (67-76)	99-110 (70-77)	120-135 (90-100)	33-31 (25-23)
Промышленность и строительство	110-135	150-190	49-63	110-140	31-37
Транспорт	7-11	-	22-26	23-30	6-7
Сельское хозяйство	4-5	5	9-11	12-15	3
Коммунально-бытовой сектор	70-74	120-135	51-60	95-110	27-26
Итого	220-260	345-410	230-270	360-430	100

Изменение энергоёмкости ВВП развитых стран и прогноз на период до 2025 г.



- 1 – предпочтительный вариант;
2 – умеренный прогноз;
3 – неблагоприятный прогноз.

Блок-схема алгоритма выбора оптимального варианта рационального использования ТЭР

Формирование пространства параметров системы энергосбережения (g); (h); (c); (a); (b); d)

Установление совокупности параметров: состояние – заданные (X) = (g); (h); (c) и управление – изменяемые (Y) = (a); (b); (d)

Формирование вариантов энергосбережения

$B_1 (g_{11}; \dots; d_{1j}; \dots; a_{1j}; \dots; h_{1j}; \dots; c_{1j}; \dots; b_{1j})$
 $B_2 (g_{21}; \dots; d_{2j}; \dots; a_{2j}; \dots; h_{2j}; \dots; c_{2j}; \dots; b_{2j})$
 $B_i (g_{i1}; \dots; d_{ij}; \dots; a_{ij}; \dots; h_{ij}; \dots; c_{ij}; \dots; b_{ij})$

Выделение главного параметра системы энергосбережения

$A_{11}, \dots, A_{1j}, \dots, A_{ij}$ (λ – тип энергоустановки)

Формирование комплексного критерия оптимизации

$U = f_1 (\max P; \max \mathcal{E}; \min Z)$, где
 $\max \mathcal{E} = f_2 (\min P; \max S; \max C)$
 $\min Z = f_3 (\min T; \min B; \max \mathcal{B})$

Поиск (расчет) вариантов энергосбережения, соответствующих (min P); (max S); (max C) и т.д. (однокритериальная оптимизация)

Раскрытие неопределенности оптимальных решений по критериям (min P); (max S); (max C) и т.д. и установление соответствующих рациональных вариантов энергосбережения

$B_P^0 (g_1^P; \dots; d_1^P; \dots; a_1^P (A=\lambda_P^0) \dots; h_1^P; \dots; c_1^P; \dots; b_1^P)$
 $B_S^0 (g_1^S; \dots; d_1^S; \dots; a_1^S (A=\lambda_S^0) \dots; h_1^S; \dots; c_1^S; \dots; b_1^S)$
 $B_C^0 (g_1^C; \dots; d_1^C; \dots; a_1^C (A=\lambda_C^0) \dots; h_1^C; \dots; c_1^C; \dots; b_1^C)$
 ...
 (однокритериальная оптимизация)

Поиск (расчет) варианта энергосбережения, соответствующих $\min P + \delta_P$; $\max S - \delta_S$; $\max C - \delta_C$
 $B^0 (g_1^0; \dots; d_1^0; \dots; a_1^0 (A=\lambda^0); \dots; h_1^0; \dots; c_1^0; \dots; b_1^0)$
 (многокритериальная оптимизация)

(Y)

Комплексный критерий эффективности рационального использования энергоресурсов

$$U = u(\max \Pi; \max \mathcal{E}; \min \mathcal{Z}),$$

Где:

max Π – максимум производства материальных благ (валового регионального продукта);

max \mathcal{E} – максимум обеспечения благоприятных условий для окружающей природной среды;

min \mathcal{Z} – минимум суммарных затрат живого и овеществленного труда в сфере энергосбережения.

Критерий $\max \mathcal{E}$

Отражает предотвращение ущерба (вреда) окружающей среде и сохранение невозобновляемых природных энергоресурсов

$$\max \mathcal{E} = f(\min P; \max S; \max C),$$

где

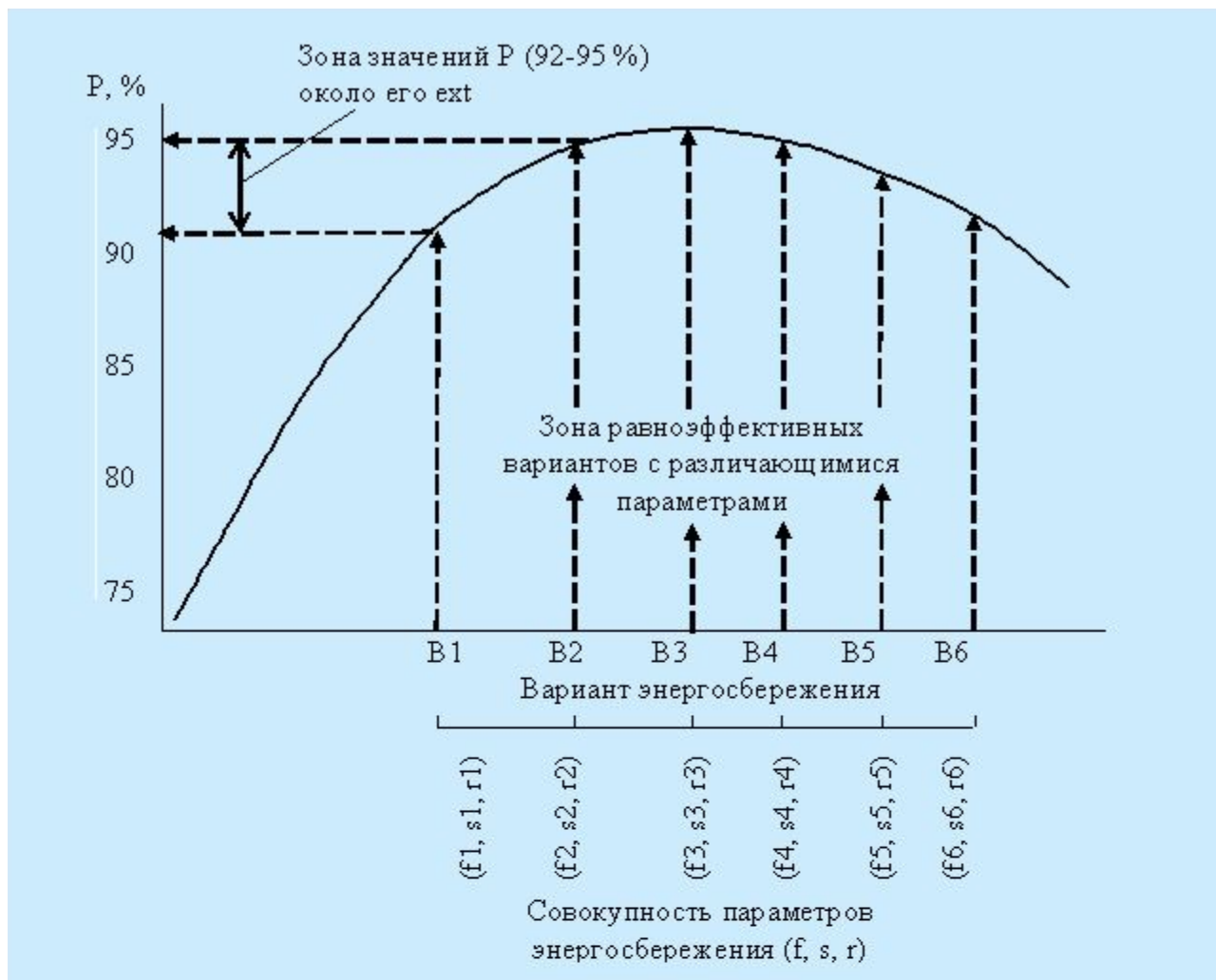
$\min P$ – необходимый минимум расхода (добычи) невозобновляемых энергетических ресурсов;

$\max S$ – критерий максимального сохранения средозащитных функций

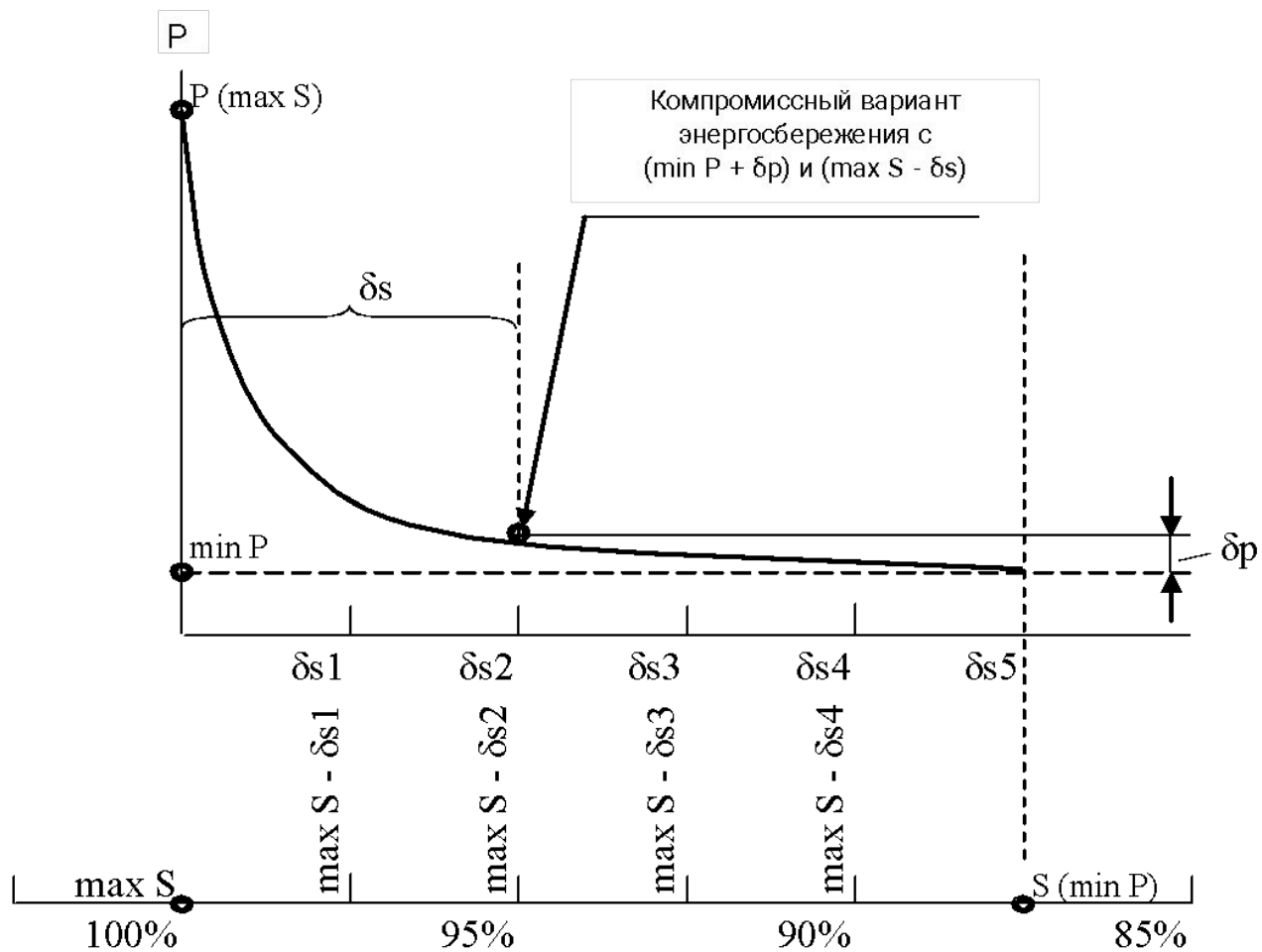
(воздуха, растительности, почвы, воды);

$\max C$ – критерий максимального поддержания (сохранения) социальных функций окружающей природной среды (рекреационной, оздоровительной, эстетической)

Схема образования зоны неопределенности оптимальных решений

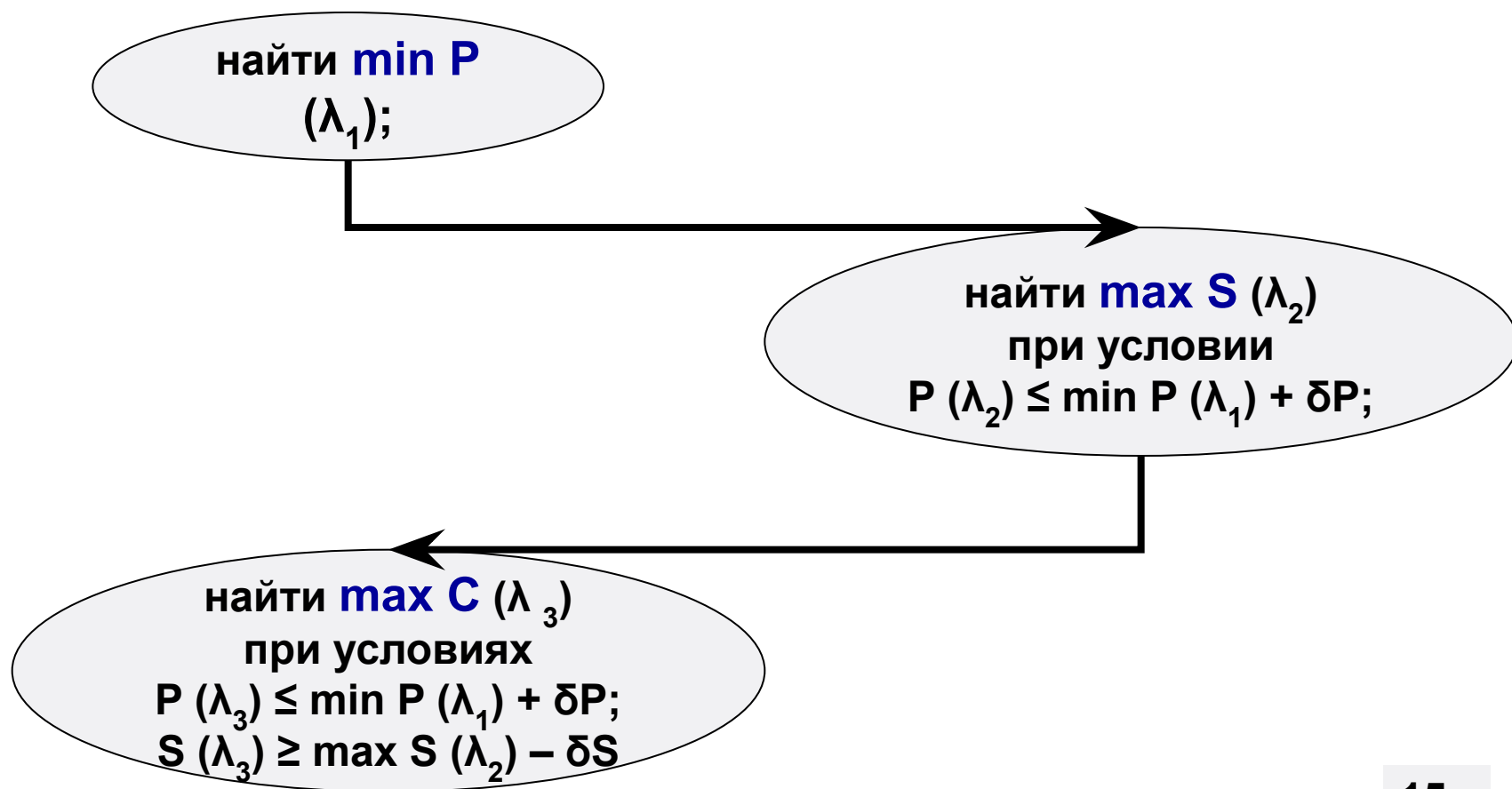


Графическая интерпретация обоснования уступок критериям $\min P$ и $\max S$



Рациональное решение по **max Э** будет соответствовать промежуточным вариантам между вариантами с **min P, max S, max C**;

Последовательность поиска:



Киотский протокол, статья 2

Каждая сторона ... осуществляет и/или разрабатывает такие политику и меры как:

- Повышение эффективности использования энергии в секторах национальной экономики,
- Меры по ограничению выбросов парниковых газов на транспорте,
- Содействие внедрению, разработка и более широкое использование новых и возобновляемых видов энергии...

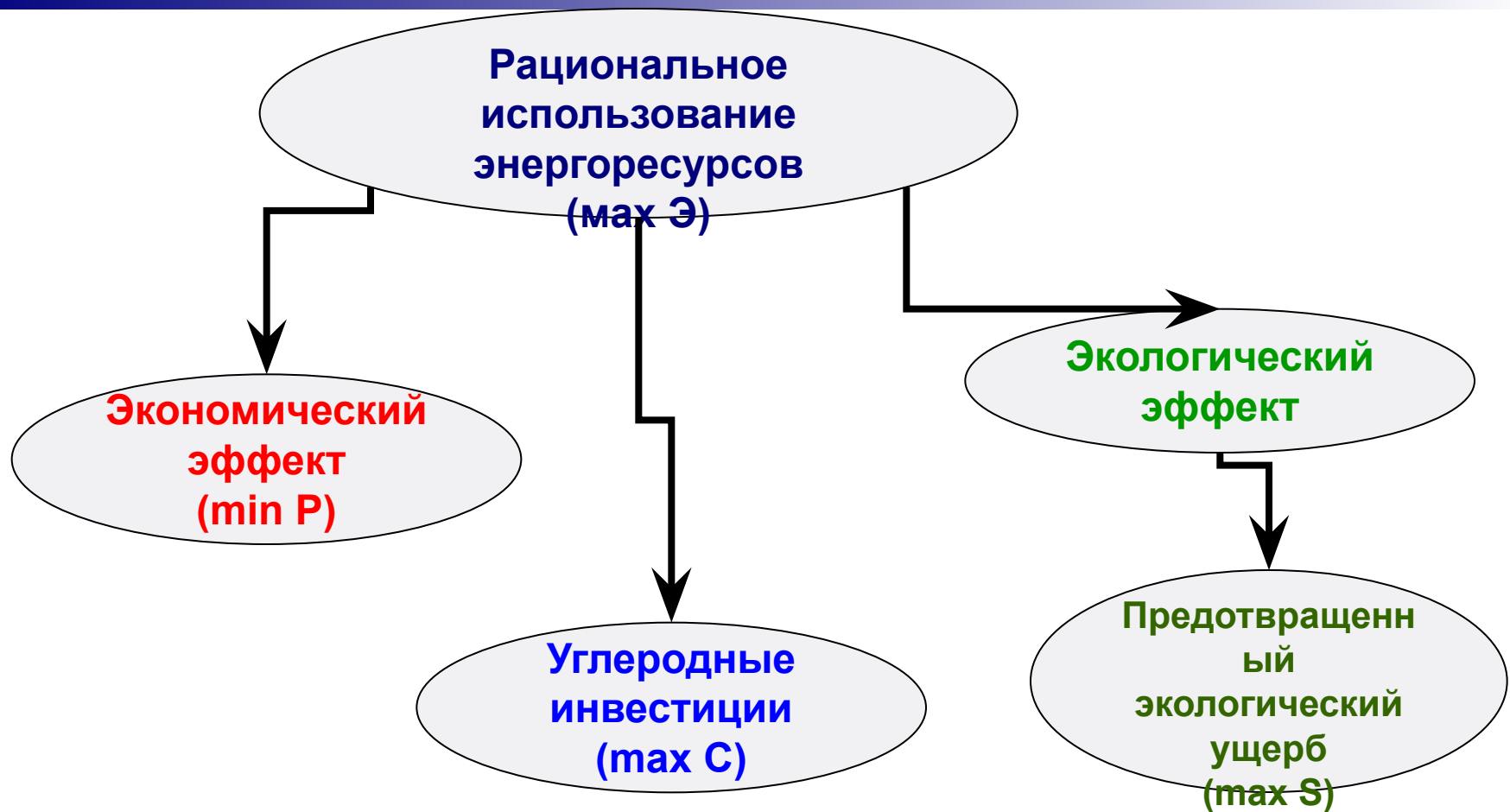
Суть Рамочной конвенции изменения климата и Киотского протокола

Ограничение эмиссий парниковых газов – это:

- Повышение эффективности использования ТЭР.
Тонна CO_{2-экв} – универсальный показатель количества используемых ТЭР (топливо, э/э, т/э, пар, вода и пр.)
- Борьба за восстановление лесов
- Борьба с истощением почв, потерей органического углерода

Что такое КП без климатической составляющей?

- *1. Это первый ратифицированный международный документ, обязывающий подписавшие его страны, повышать энергоэффективность своей экономики.*
- *2. Охрана окружающей среды становится экономически выгодной за счет гибких механизмов КП.*
- *3. КП – яркий пример инновационного подхода к проблемам энергосбережения и экологии.*
- *4. КП – дает дополнительные возможности по созданию и развитию в РФ рынка загрязнений, которые существуют в странах с развитой экономикой.*
- *5. КП - повышение капиталоемкости предприятий за счет нового товара – ПГ.*
- *6. Выполняя КП российские предприятия обязаны заниматься мониторингом выбросов CO₂.*
- *7. Реализация КП позволит получить международную поддержку национальных мер РФ по энергосбережению и экологии, привлечет дополнительные инвестиции в проекты по модернизации энергетики, ЖКХ, бюджетной сферы.*



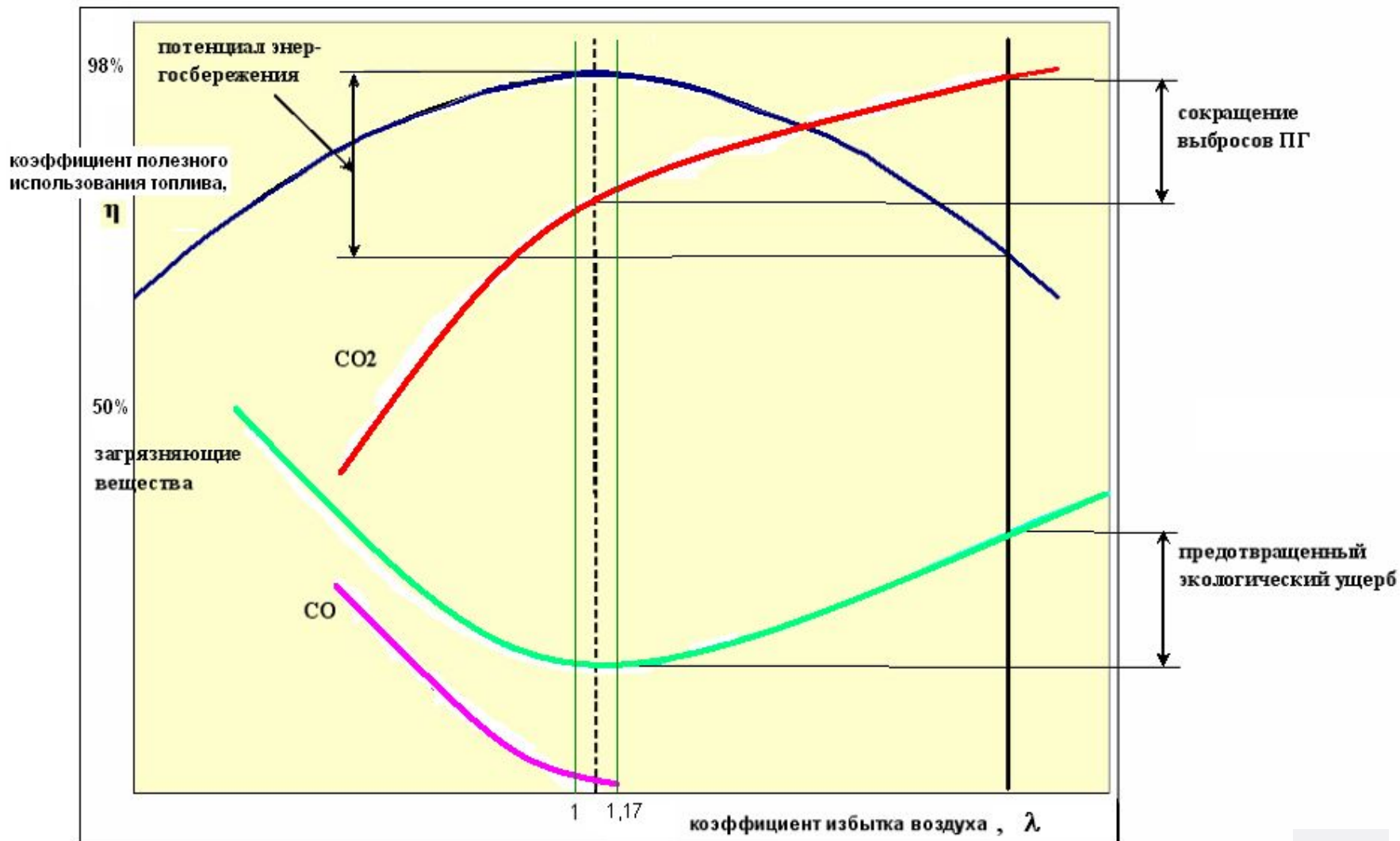
$$\max \mathcal{E} = f(\min P; \max S; \max C),$$

$\min P$ – потенциал энергосбережения объекта,

$\max S$ – сокращение вредных выбросов или предотвращенный экологический эффект,

$\max C$ – сокращение выбросов ПГ или потенциал углеродных инвестиций

Взаимосвязь экологических и экономических аспектов рационального использования ТЭР



Программа энергосбережения Кондинского района ХМАО-Югры

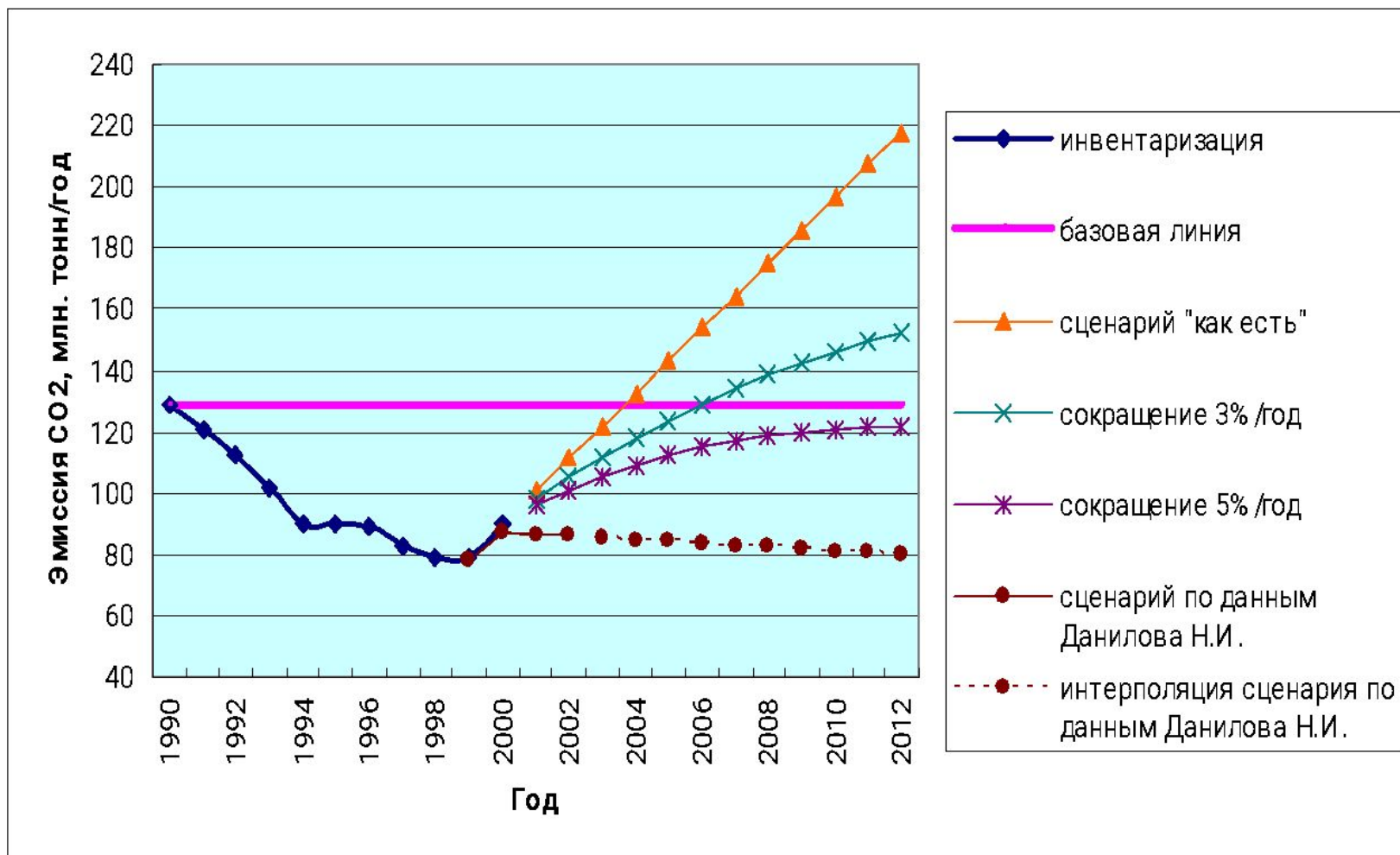
- Потенциал энергосбережения **43183,6 т у.т. или 759,20 млн. руб.**
- Сокращение выбросов CO₂ **154 тыс. тонн**
- Углеродные инвестиции **26 млн. руб.**
- Сокращение выбросов вредных веществ **957 тонн**
- Предотвращенный экологический ущерб **997 тыс. руб.**

Топливо-энергетический баланс в формате Международного энергетического агентства

Энергобаланс Свердловской области за 2000г. (тыс. т.у.т.)

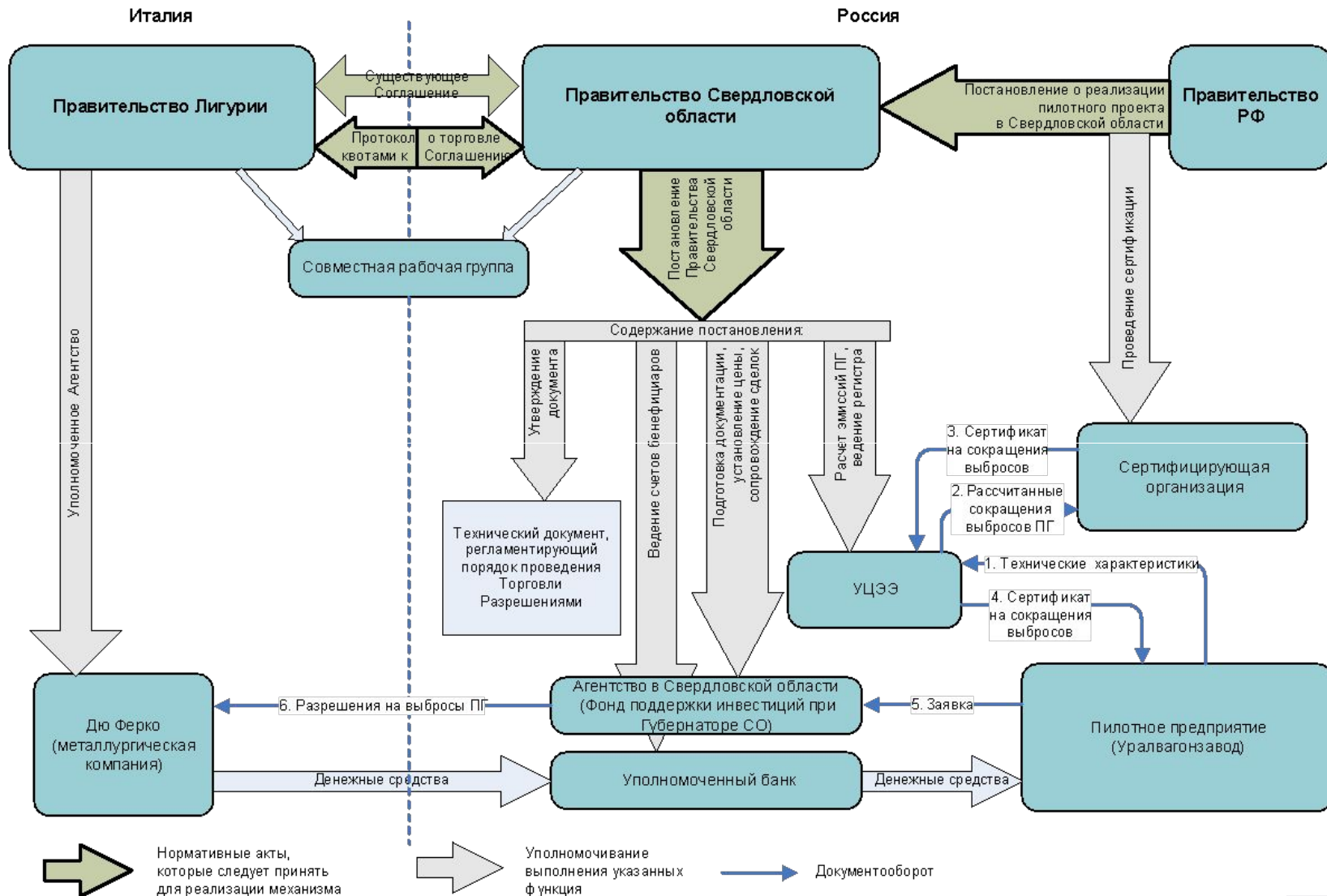
	Уголь	Кокс	Газ			Автобен зин	Дизтоп ливо	Мазут топочный	Дрова	Прочие виды
			прир.	домен.	кокс.					
Добыча	867,18			2422,00	739,32				323,94	
Ввоз	15566,46	908,59	18064,77			855,71	888,26	1123,19	8,31	68,31
Вывоз	-149,33	-4,00	-20,87			-44,15	-83,82	-91,78	-47,18	0,00
Изменение остатков	-517,42	5,06	0,01			-1,16	13,93	-92,25	-1,95	1,10
РЕСУРСЫ ВСЕГО	15766,89	909,65	18043,91	2422,00	739,32	810,40	818,37	939,16	283,11	69,41
Переработка	-3941,72	2122,51								
ТЭС АО "Свердловэнерго"	-10272,71	0,00	-6064,20	0,00	0,00	0,00	0,00	-108,50	0,00	0,00
Пром. ТЭЦ										
Котельные-всего	-666,00		-2397,40							
Отопительные котельные										
ЭНЕРГЕТИКА ВСЕГО	-10938,71	0,00	-8461,60	0,00	0,00	0,00	0,00	-108,50	0,00	0,00
КОНЕЧНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ	886,46	3032,16	9582,32	2422,00	739,32	810,40	818,37	830,66	283,11	69,41
ПРОМ-СТЬ ВСЕГО	201,20	3031,81	7440,24	2422,00	739,32	1,87	29,78	746,73	78,72	38,65
Металлургическая пром-сть	121,39	2987,89	4054,43	2422,00	739,32	0,00	0,00	461,12	0,00	0,00
Чёрная металлургия	90,44	2239,96	2789,41	2422,00	739,32			241,14		
Цветная металлургия	24,28	597,58	967,37					216,35		
Горнодобывающие предприятия	6,07	149,39	209,04					0,48		
Огнеупорное производство	0,61	0,95	88,61					3,16		
Химическая пром-сть	0,02		232,86			0,00	0,26	3,31	0,02	
Лесная пром-сть	3,28	0,03	51,42			0,39	8,02	95,16	77,10	38,03
Машиностроение	35,90	27,21	2089,85			0,48	7,43	166,24	0,88	0,60
Пром-сть строит. материалов	15,53	16,69	835,63			0,95	11,57	18,60	0,09	0,02
Пищевая пром-сть	25,08		176,06			0,05	2,52	2,29	0,64	
Прочие отрасли пром-сти										
ТРАНСПОРТ ВСЕГО	56,51	0,06	667,51			470,30	365,51	11,55	1,98	0,38
СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО	36,99	0,01	89,65			4,62	115,72	7,01	10,25	0,03
ЖКХ	564,14	0,28	910,96			1,47	100,18	65,38	118,91	0,04
НАСЕЛЕНИЕ	27,62		473,96			327,69	64,22		73,26	0,14
ПРОЧИЕ РАСХОДЫ										

Сценарии развития ситуации в Свердловской области

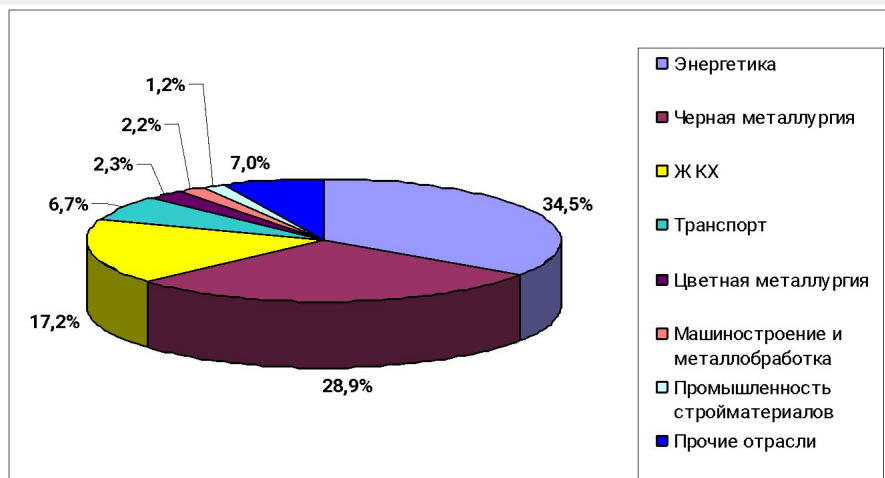


Организационная схема пилотного проекта

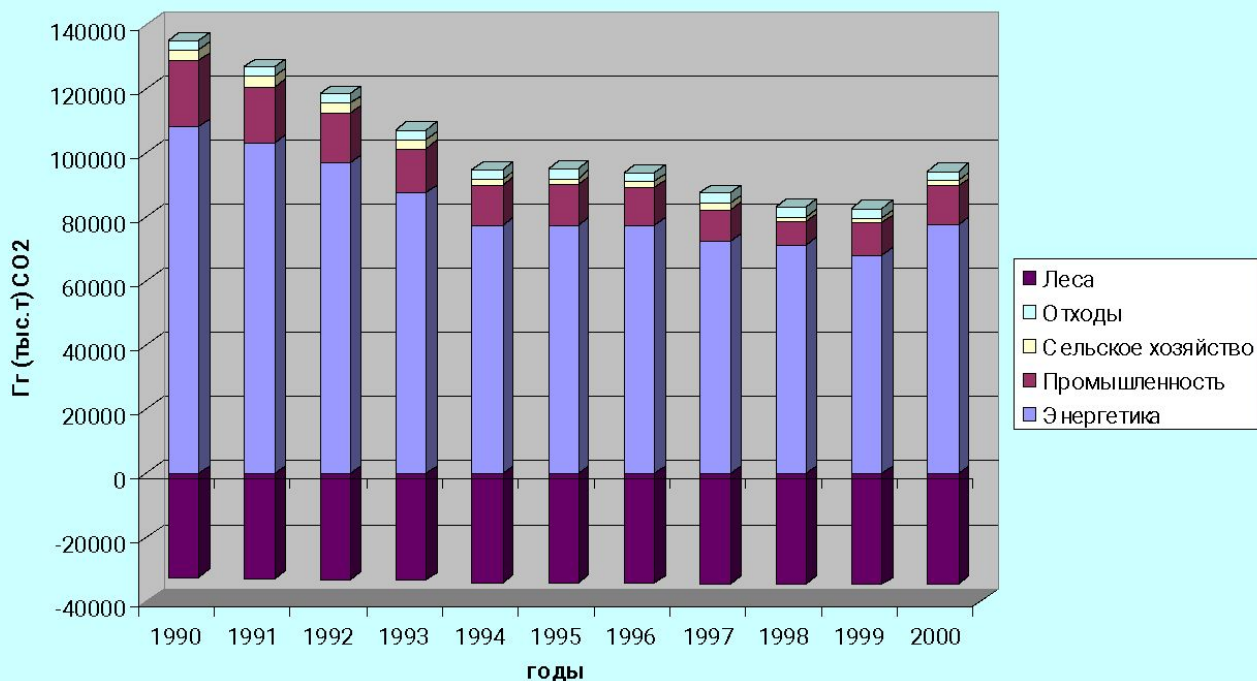
Организационная диаграмма пилотного проекта



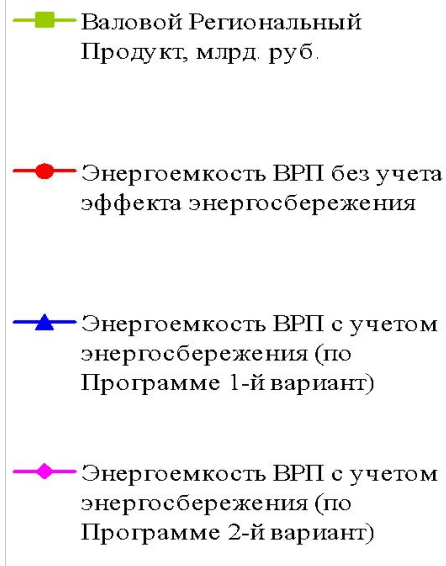
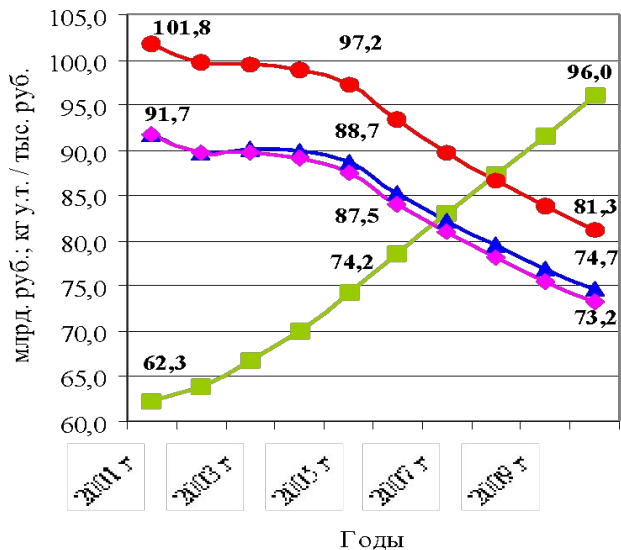
Структура эмиссий CO₂ в Свердловской области



Динамика выбросов и стоков CO₂ в Свердловской области



Динамика ВРП Юга Тюменской области



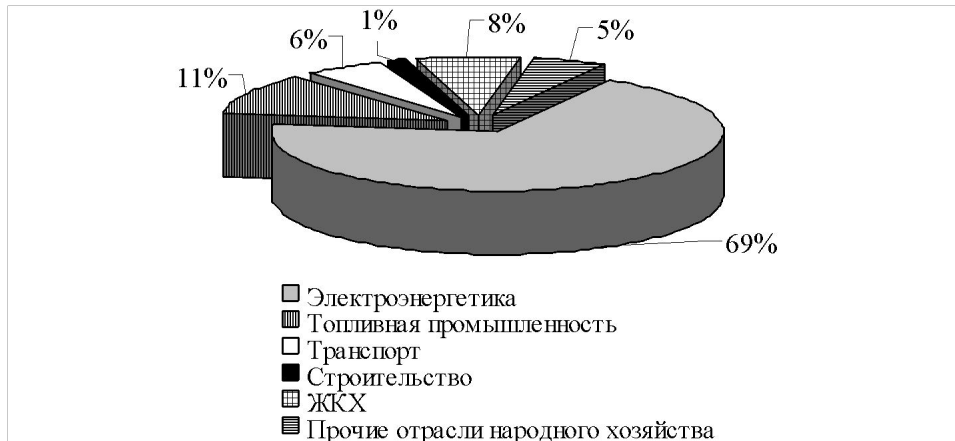
Наибольшие резервы энергосбережения и сокращения выбросов ПГ сосредоточены в отраслях:

электроэнергетике – 2 613 тыс. т, транспорте газа – 1 516 тыс. т, жилищно-коммунальном хозяйстве (сфера теплоснабжения) – 656 тыс. т, лесной и деревообрабатывающей промышленности – 474 тыс. т, жилищном и гражданском строительстве – 444 тыс. т.

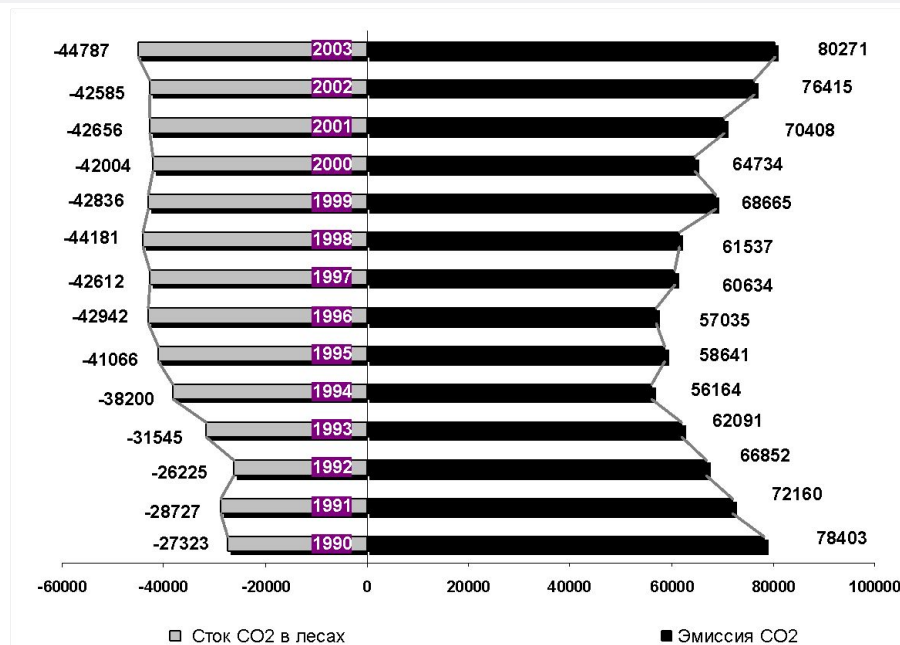
Компенсация затрат на Программу за счет углеродных инвестиций (цена тонны CO₂ – 10 евро; затраты в реализацию резервов энергосбережения – 20 долл. США / т у.т.)



Отраслевая структура эмиссии CO₂ от сжигания топлива за 2003 г.



Динамика эмиссии и стока парниковых газов для Ханты-Мансийского АО за период 1990-2003 гг., тыс. тонн CO₂-экв



В чем заключается региональный компонент КП?

- Инвентаризация ПГ
 - Определение базового уровня эмиссий
 - Определение текущих эмиссий
- Прогноз эмиссий ПГ
 - Учет существующих трендов
 - Учет прогноза экономического развития
 - Оценка текущих и перспективных резервов
- Установление целей, выработка политики
- Региональные программы, проекты
- Широкое внедрение систем учета и регулирования потребления ТЭР в ЖКХ
- Информационно-образовательная работа

Эколого-экономическая оценка программ энергосбережения

Проект	Показатели эффективности				
	Сокращение выбросов ПГ	Экономия ТЭР	Углеродные инвестиции (5 EUR/т CO ₂)	Предотвращенный экологический ущерб	Суммарный экономический эффект
	т CO ₂ /год	т у.т./год	тыс. EUR	тыс. руб	млн.руб
ОАО "Строймашина"	9379,2	5856	46,9	90,31	12,2
г.Екатеринбург	4 700 000	483000	4700	3100	4934
ХМАО	3000000	1700000	14900	64663000	3763

ЭЭО новых технологий по утилизации НПГ

Проект	Показатели						Углеродные инвестиции (5 EUR/т CO ₂)	Предотвращенный ущерб
	Объем НПГ	Затраты	Сокращение выбросов ПГ	Экономия ТЭР	Срок окупаемости	Удельные затраты		
	млн. м3/год	тыс. EUR	т CO ₂ /год	т у.т./год	лет	EUR/т CO ₂		
ООО «Корпорация Рост нефти и газа»	109,50	25 066,67	303 589,47	96 000,00	-	16,51	1 517,95	476,89
ЗАО «РИТЭК»	12,44	2 500,00	34 490,75	15 833,70	-	14,50	172,45	54,18
ОАО "Юкон-Газ"	23,94	17 601,30	66 374,13	191 081,3	6,0	53,04	331,87	104,26
ЗАО «Цеосит»	1 500,00	134 400,00	4 158 60,25	737 400,3	3,0	6,46	20 793,80	11 326,46

Эколого-экономическая оценка комплексной программы «Энергоэффективный город 2004-2007г.г.»

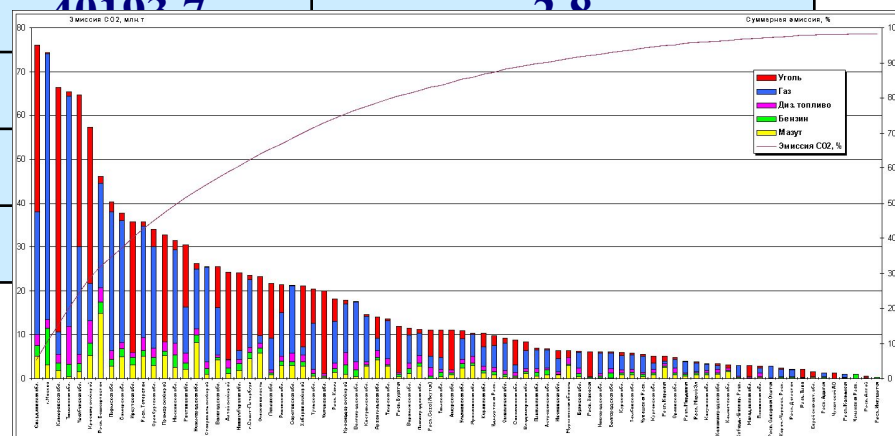


Программа энергосбережения в соответствии с Концепцией устойчивого развития (Схема внутрикорпоративной торговли квотами)

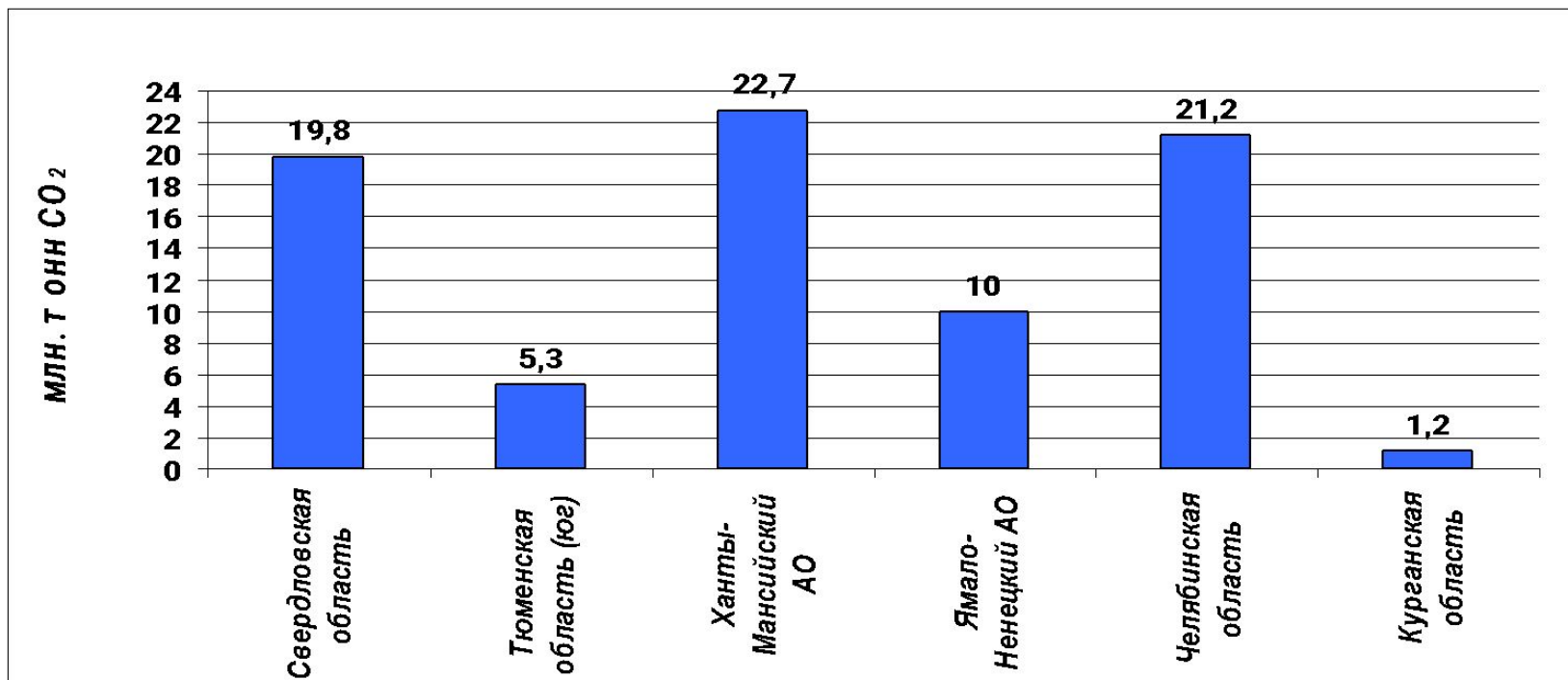
Существующая программа энергосбережения холдинга (предприятия) на 2006-2008 г.г.					Дополнение к программе с увязкой с КП и предотвращенным экологическим ущербом			
пп/п	Энергосберегающие мероприятия	Затраты, евро	Экономический эффект, евро	Энергетический эффект, Гкал/ кВт-ч	Экологический эффект, тонны CO ₂ -экв.	Объем углеродных инвестиций, евро	Удельная стоимость снижения выбросов, евро/т CO ₂ -экв.	Предотвращенный экологич. ущерб, евро
А								
Б								
В								

Региональная структура эмиссии CO₂ в РФ в 1997г.

№	Регион	Эмиссия CO ₂ , тыс.т CO ₂	Эмиссия CO ₂ , %
1	Свердловская обл.	75964.4	5.4
2	г. Москва	74279.1	5.3
3	Кемеровская обл.	66336.1	4.7
4	Тюменская обл.	65347.2	4.6
5	Челябинская обл.	64703.4	4.6
6	Красноярский край	57163.3	4.1
7	Респ. Башкортостан	45989.3	3.3
8	Пермская обл.	40102.7	2.9
9	Самарская обл.	39102.7	2.8
10	Иркутская обл.	38102.7	2.7
11	Респ. Татарстан	37102.7	2.6



Потенциал снижения выбросов ПГ в УрФО



Комплексность ЭЭО РТЭП определяется следующими показателями:

- 1. В основе ЭЭО лежит системный подход к рациональному использованию энергетических ресурсов в рамках разработки новой модели топливно-энергетических программ любого уровня с использованием предыдущего опыта подготовки и реализации программ энергосбережения.
- 2. В результате энерго-экологического аудита определяется энергетическая составляющая мероприятий по экономии энергоресурсов (в т у.т., и млн. руб) и вредные выбросы в тоннах.
- 3. На базе топливно-энергетического баланса, полученного в результате ЭЭО выполняется инвентаризация ПГ и производится выбор наиболее углеродоемких мероприятий (в тоннах CO₂-экв.)
- 4. Исходя из видов и объемов сэкономленных ТЭР, рассчитывается объем сокращения вредных выбросов и по существующим методикам оценивается предотвращенный экологический ущерб, также в денежном выражении.
- 5. Комплексность ЭЭО позволяет идентифицировать наиболее эффективные инвестиционные проекты как с экологической («углеродной») так и с эколого-экономической (рационального использования ТЭР) составляющей, привлечь «углеродные» инвестиции.

Схема развития методологии эколого-экономической оценки рационального использования ТЭР в системе Киотского Протокола



ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:

1. Разработана и апробирована методология эколого-экономической оценки рационального использования энергоресурсов. В основу методологии заложен основной принцип, в соответствии с которым энергосбережение, экология и экономика регионов рассматриваются комплексно как взаимозависимые функции многих переменных.

2 Впервые с позиций системного анализа рассмотрен комплекс эколого-экономических аспектов оценки рационального использования энергоресурсов, включающий:

- формирование пространства производственных, экологических, экономических, конструктивных, технологических и организационных параметров,
 - обоснование частных и комплексных критериев оптимизации систем энергосбережения.
- Разработана и внедрена модель многокритериальной и однокритериальной оптимизации системы эколого-экономического управления энергосбережением, учета экологической (природоохранной) компоненты при оценке экономической эффективности энергосберегающих проектов.

3. Рекомендовано принять объем эмиссии CO_2 определяющим критерием предложенной автором эколого-экономической оценки рационального использования энергетических ресурсов и одним из оценочных индикаторов энергетической и экологической безопасности.

4. Проведена инвентаризация парниковых газов и создана имитационная модель выбросов ПГ до 2012 г. субъектов УрФО, на основе которой построены экономические, энергетические, экологические и инвестиционные прогнозы.

5. Предложенные и внедренные методологические подходы комплексной эколого-экономической оценки позволяют разработать новую модель программы энергосбережения на уровне региона, города-мегаполиса, промышленного предприятия, способствуют формированию и развитию рынка загрязнений в РФ.

Практическая значимость работы:

1. Разработаны:

- программы энергосбережения: Свердловской области, г.Екатеринбурга, программы утилизации нефтяного попутного газа ХМАО, “Модернизация и реконструкция системы теплоснабжения ХМАО до 2005 года”; Кондинского района ХМАО и проведена инвентаризация парниковых газов для этих программ.
- механизм выполнения внутрикорпоративной программы энергосбережения и улучшения экологической ситуации за счет торговли квотами;
- новый подход комплексного прогноза эффективности РТЭП, включающий экономическую, экологическую и энергетическую составляющие;
- организационно-финансовая схема пилотного инвестиционного проекта совместного осуществления в рамках КП между регионами России (Свердловская область) и Италии (Лигурия);

2. Предложен в качестве оценочного индикатора энергетической и экологической безопасности объем сокращения эмиссии CO₂, позволяющий повысить эффективность использования энергетических ресурсов и достоверность контроля вредных выбросов;

3. Результаты выполненных исследований внедрены в учебный процесс на кафедре «Энергосбережение» Уральского государственного технического университета (УГТУ-УПИ) по дисциплине «Основы энергосбережения», и читается курс лекций «Энергосбережение, экология, Киотский Протокол», подготовлены учебно-методические пособия.

Реализация результатов исследований:

1. Теоретические, методологические и практические результаты исследований использовались при разработке программ энергосбережения :
 - Свердловской области,
 - г.Екатеринбурга,
 - Кондинского района ХМАО,
 - ХМАО
 - Тюменской области
2. Министерством Экономического развития и торговли РФ при подготовке Программы социально-экономического развития РФ на средне-срочную перспективу (2008-2010 г.г.) в части, касающейся механизмов природопользования и формирования целей государственной экологической политики (раздел 6 «Повышение эффективности Государственного управления и регулирования»).
3. Московским Представительством Всемирного Банка планируется использование результатов работы при отборе, ранжировании и выборе проектов углеродного финансирования, реализуемых Всемирным Банком в РФ.

Апробация результатов работы:

- Исследования, проводимые при выполнении диссертационной работы, поддержаны Грантом Российского Фонда Фундаментальных Исследований (РФФИ) “Экономические механизмы реализации региональной экологической политики”, 2004-2006 гг., №040680025, и частично проводились в рамках следующих международных проектов:
 - 1. Комиссией Европейского союза, проект Sinergy программы Tacis;
 - 2. Компанией «Баттэль Пасифик Нортвест Дивижн» в рамках выполнения международного проекта «Парниковые газы – Поддержка Межрегионального проекта по развитию возможностей учета и контроля парниковых газов в России» (2001-2002 гг.);
 - 3. Компанией ICF Consulting
 - 4. Фондом дикой природы , WWF
- Основные результаты выполненной работы обсуждались и были одобрены на научно-практических Всероссийских и международных конференциях, совещаниях и семинарах.
- **Публикации.** По теме диссертационной работы опубликовано свыше 50 научных работ общим объемом 97 п.л., в том числе 1 авторская и 8 коллективных монографий, публикации в журналах «Использование и охрана природных ресурсов в России», «Известия промышленной экологии», «ЭКО», «Вестник УГТУ-УПИ», «Нефтепромысловое дело», «Нефть, газ и бизнес», «Энергосбережение и водоподготовка».