PN-ABX-782
ISN 98049

Resource Management Associates of Madison, Inc.
Madison, Wisconsin, U.S.A.

The USAID District Heating Energy Efficiency Project - Findings and Recommendations

Prepared for: The World Bank Energy Strategy Conference
Kiev, Ukraine
June 14-18, 1993

Prepared by: Mr. Charles Fafard, P.E.

Resource Management Associates of Madison, Inc.
Madison, Wisconsin, 53703 USA

Sponsored by: United States Agency for International Development
Washington, DC USA

PN-ABX-782

Resource Management Associates of Madison, Inc.
Madison, Wisconsin, U.S.A.

The USAID District Heating Energy Efficiency Project - Findings and Recommendations

Prepared for: The World Bank Energy Strategy Conference
Kiev, Ukraine
June 14-18, 1993

Prepared by: Mr. Charles Fafard, P.E.

Resource Management Associates of Madison, Inc.
520 University Avenue, Suite 300
Madison, Wisconsin, 53703 USA
Telephone: (608) 283-2880
Facsimile: (608) 283-2881
Telex: 469 453

Sponsored by: United States Agency for International Development
Washington, DC USA

PREFACE

The work shown in these overheads, which were presented at the Energy Efficiency Seminar in Kiev in June 1993, is being carried out within the framework of the Energy Efficiency Project for the Newly Independent States (NIS) under a contract with the U.S. Agency for International Development (USAID). Resource Management Associates of Madison, Inc. (RMA), as Prime Contractor to USAID, is currently implementing this project in Ukraine, Byelorus and Armenia. This paper is drawn from RMA's work on the District Heating Energy Efficiency work conducted in Ukraine during 1992 and 1993.

Additional aspects of this work relating to demand side management recommendations for the Ukraine are being presented in another session of this seminar.

Объём

Scope

"Улучшить в короткий срок эффективность централизованного теплоснабжения"

"Improve the Short Term Efficiency of the District Heating System"

1. Форсировать улучшение управления энергоиспользованием с помощью определения и внедрения низкостоимостных методов
   Foster Improved Management of Energy Use by Identiying and Implementing Low Cost Energy Improvements
2. Распространение техники выполнения обследования и методологии управления
   Transfer Energy Auditing and management Techniques
3. Поставить оборудование для внедрения низкостоимостных улучшений, улучшить контроль и управление в области эиергетики и определить дальнейшие направления по эффективности в области энергетики
   Provide Equipment to Implement Low Cost Improvements, Improve Monitoring and Energy Management, and Identify Additional Energy Efficiency Options

Централизованное Теплоснабжение

District Heating

- Введение — Introduction
- Объём проекта — Scope of Project
- Основание — Background
- Собранные данные и условия — Findings & Conditions
    1. Электростанции — Power Plants
    2. Распределение — Distribution
    3. Потребители тепла — End Users
- Рекомендации основанные на обследовании — Audit Recommendations
- Общие рекомендации — Institutional Recommendations

Совместная деятельность между: USAID и Министерством Энергетики и Электрификации

Cooperation Between: USAID & Ministry of Power and Electrification

Министерство: Ministry:

- Отвечает за выработку тепловой и электрической энергии на Украине (за ислючением ядерной энергетики)
  Responsible for the Protection of Heat and Electricity in Ukraine (Except for Nuclear Plants)
- Включает в себя 294 предприятия с персоналом в 164100 человек
  Consists of 294 Enterprises, with 164,100 Personnel
- Определяет Киевэнерго в качестве нашего основного партнёра
  Identified Kievenergo as our Main Counterpart

Основание: Украина

Background: Ukraine

- 1980-тые, значительный рост
  1980's, Tremendous Growth

- 28.9 % рост электрогенерирующих мощностей
  (с 43,9 МВт до 56,6 МВт

  28.9% Growth in Electrical Generating Capacity
  (43,900 Megawatts to 56,600 Megawatts)

- 25,2 % рост электропотрубления
  (с 236,0 миллиардов квт-ч до 295,3 миллиардов квт-ч

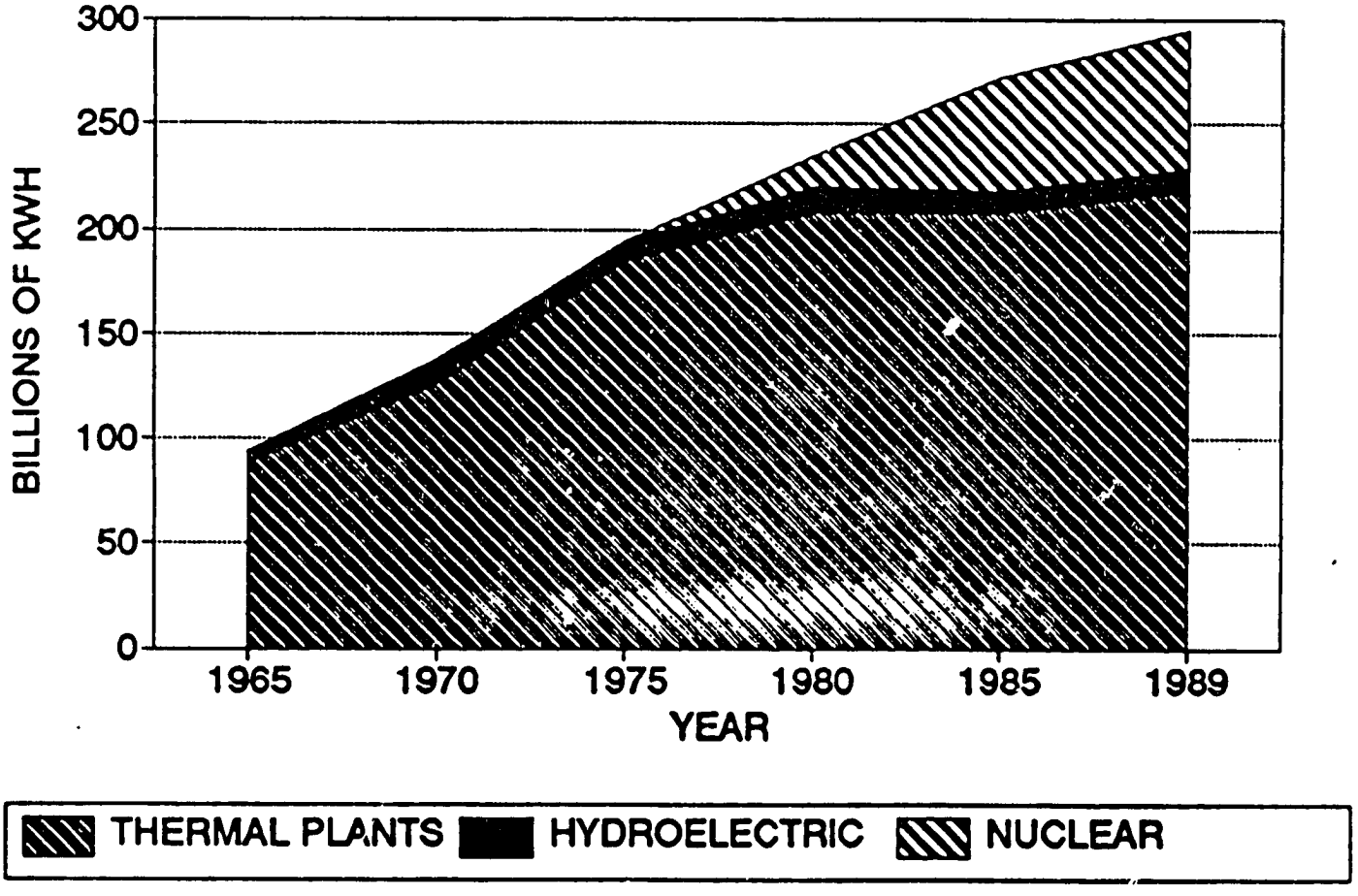
  25.2% Growth in Electrical Consumption
  (236.0 Billion KWH to 295.3 Billion KWH)

Основание: Украина (Продолжение)

Background: Ukraine (continued)

- Экспортировала 9,4% выработанной электроэнергии в Восточную Европу
  Exported 9.4 % of Electricity to Eastern Europe
- Три типа электростанций
  Three Types of Generating Plants
  - На органическом топливе (газ, мазут, уголь)
    Fossil Fuel (Coal, Natural Gas, & Mazout)
  - Гидро
    Hydro
  - Ядерные
    Nuclear
- 1990-тые
  1990's:

GENERATION OF ELECTRIC POWER
IN THE UKRAINE



Киевэнерго

Kievenergo

Снабжает электроэнергией четыре области
Electricity Supplied to Four Provinces

Общая площадь 111,6 кв. километров
Total Area of 111.6 Square Kilometers

Население около 9 миллионов человек
Population of About 9 Million People

Электро-генерирующая мощность 3.747 МВТ (1990)
Electrical Generating Capacity of 3,747 Megawatts (1990)

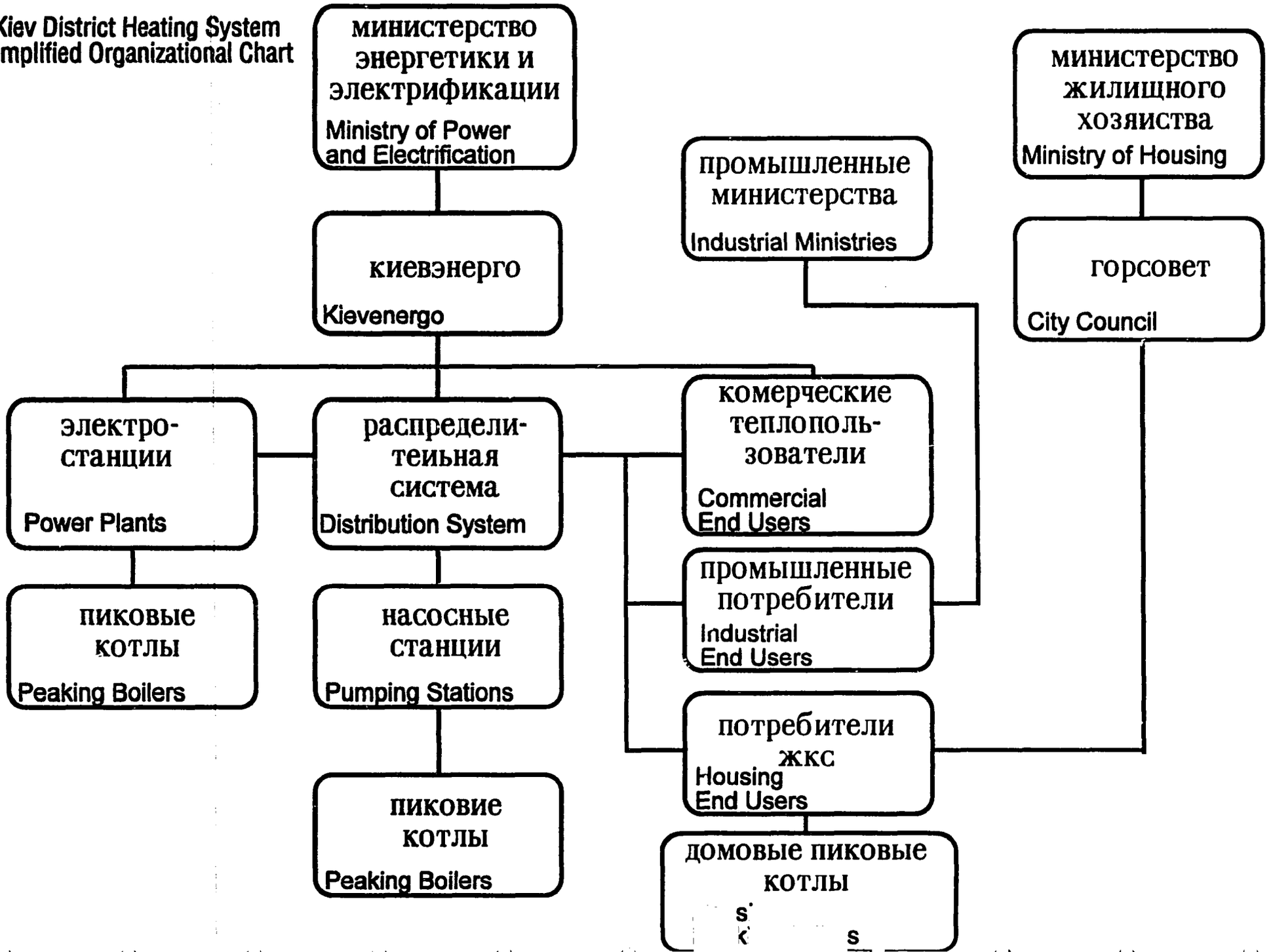
24,9 миллиарда КВТ-Ч отпущено в 1989 году
24.9 Billion KWH Produced in 1989

Тепло генерирующая мощность 9.686 Гкал/ч
Thermal Energy Capacity of 9,686 Giga-calories Per Hour

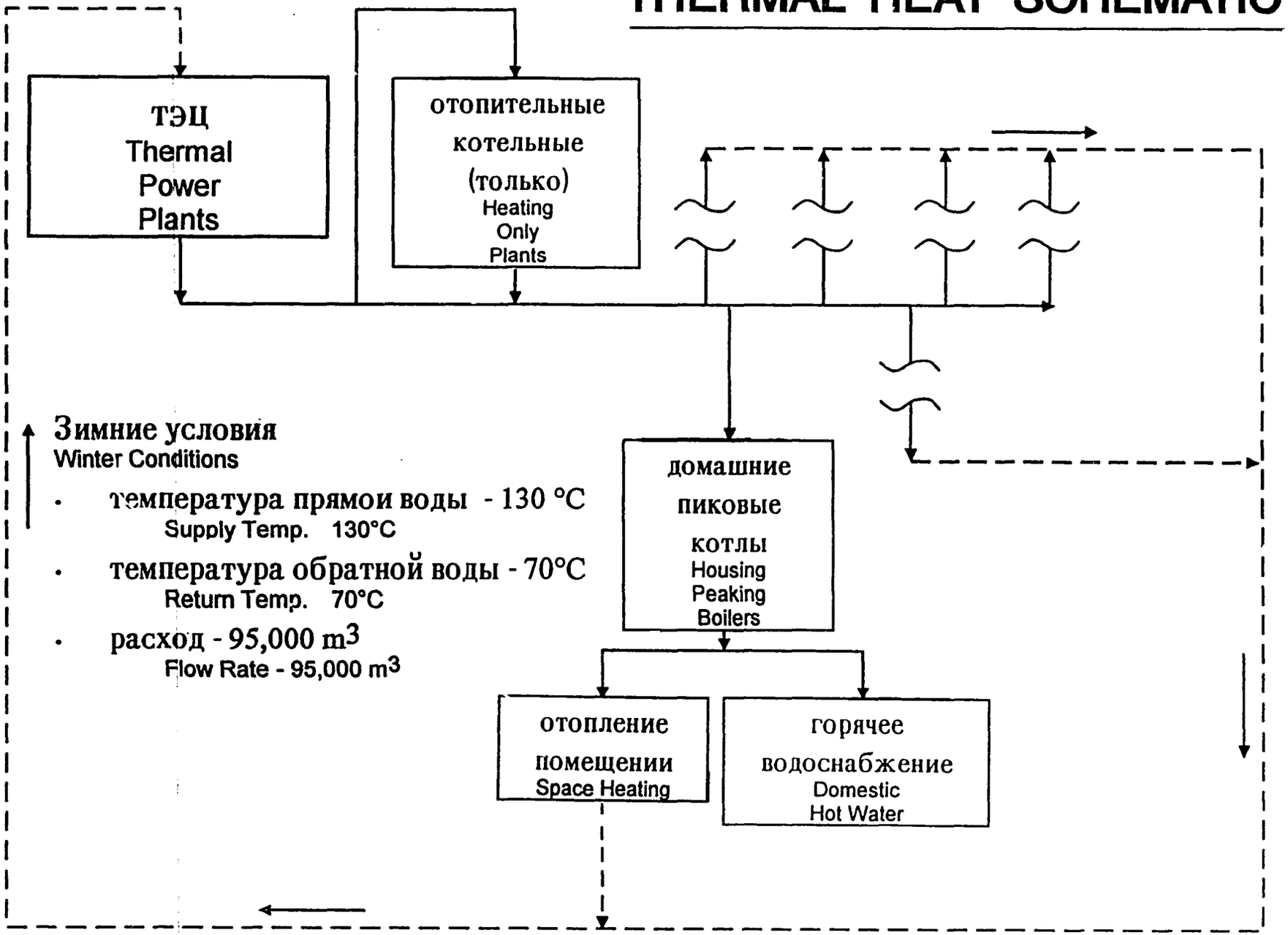
Определило ТЕЦ-5 в качестве основного объекта нашей работы
Identified Thermal Power Station #5 as the Main Focus of our Work

Система Киевскои теплосети упрощенная организациоиная схема

Kiev District Heating System
Simplified Organizational Chart



Тепловая энергия
THERMAL HEAT SCHEMATIC



Зимние условия
Winter Conditions

- температура прямои воды - 130 °C
  Supply Temp. 130°C
- температура обратной воды - 70°C
  Return Temp. 70°C
- расход - 95,000 m^3
  Flow Rate - 95,000 m^3

Теплоэлектроцентраль 5: Мощность

Thermal Power Station #5: Capacity

- Электрическая -700 МВт (4 турбины)
  700 Megawatts (4 Turbines)
- Тепловая - 1510 Гкал/ч
  - 4 энергетических котла и 3 пиковых
    1510 Giga-calories Per Hour
    4 Boilers, 3 Peakers

Сжигает в основном натуральный газ и мазут
Burns Mainly Natural Gas & Mazout

Озабоченность в охране окружающей среды
Environmental Concerns

- Штрафы
  Penalties

Собранные данные и условия:
Теплоэлектроцентраль 5

Findings & Conditions: Thermal Power Station #5

Выбранные объекты:
Highlights:

- 2 сверхкритических котла
  2 Supercritical Boilers

- Кислородная обработка воды
  Oxygenated Water Chemistry

Собранные данные и условия:

Теплоэлектроцентраль 5

Findings & Conditions: Thermal Power Station #5

Проблемы:

- Высокая температура обратной воды
  Пониженная эффективность
  Сниженне отпуска электроэнергии
- Постоянный расход воды
  в теплосети
- Невозможность точного измерения
  расхода натурального газа и мазута
- Недостаточная надёжность и необходи-
  мость частого ремонта инструментов
- Охрана окружающей среды:
  Бысоко сернистый мазут

Problems:

- High Return Water Temperature
  Reduces Efficiency
  Reduces Electrical Output
- Constant Flow Rate of
  Thermal Water
- Inability to Accurately Measure
  the Flow of Natural Gas and Mazout
- Lack of Confidence and Frequent
  Maintenance of Instrumentation
- Environmental: High Sulphur Mazout

Распределительная система: Выбранные об екты

Distribution System: Highlights

- Основная система трудопроводов, протяжённостью 795 километров
  Main Piping Extends 795 Kilometers
- Трудророводная сеть включающая в себя трубы от 50 мм до 1200 мм
  Piping Network Consists of 50 to 1200 Diameter Millimeter Piping
- Девять районных котельных
  Nine Heating Plants

Диспетчерский пункт теплопотребления
Dispatcher Determines Heat Requirement

Распределительная система: Проблемы

Distribution System: Problems

- Высокие отнетки подачи воды, требуют дополнительной энергии на подкачку
  High Elevation Requires Additional Pumping Energy
- Высокие уровень грунтовых вод влечёт за собой наружнюю коррозию и разрушение изоляции
  High Ground Water Causes Deterioration of Pipe Insulation and Corrosion
  - Ожидаемый срок службы изоляции 7 лет
    Life Expectancy of Insulation is 7 Years
  - Ожидаемый срок эксплуатации трудопроводов 12 лет
    Life Expectancy of Piping is 12 Years
- Недостаточная точность в управлении горением
  Lack of Accurate Combustion Control
- Эффективность горения в котлах на РТС как правило ниже чем на электростанциях из-за недостатка измерительных инструментов
  Boiler Combustion Efficiency Typically Not as Good as the Power Plants, Due to Lack of Instrumentation

ИЗОЛЯЦИЯ
Insulation
труба с сетевой водой
Pipe Containing District Heating Water
наружняя неметаллическая труба,
запечатанная, воздухонепроницаемая
Outer Non-Metallic Piping, Sealed Air-Tight

Потребители Тепла: Обследованные объекты

End Users: Facilities Audited

- Здание Киевской Оперы и Балета
  Kiev Opera and Ballet House
- Здание административного управления железных дорог
  Railway Administrative Office Building
- Киевская Книжная Фабрика
  Kiev Book Factory
- Жилое здание
  Apartment Buildings

Потребители Тепла: Проблемы

End Users: Problems

- Потребители тепла подчиняются другим министерствам, т.е. больше бюрократических с вязей
  End Users Controlled by Other Ministries, More Bureaucracy
- Плохой контроль теплоиспользования в зданиях
  Poor Control of Heat to Buildings
  - Температура воды в теплосети изменяется при изменении наружных температур
    District Heating Water Temperature Is Varied with the Outdoor Temperature
  - Окна открываются для снижения эффекта перегрева зданий
    Windows Opened to Alleviate Over-Heating

Потребители Тепла: Проблемы

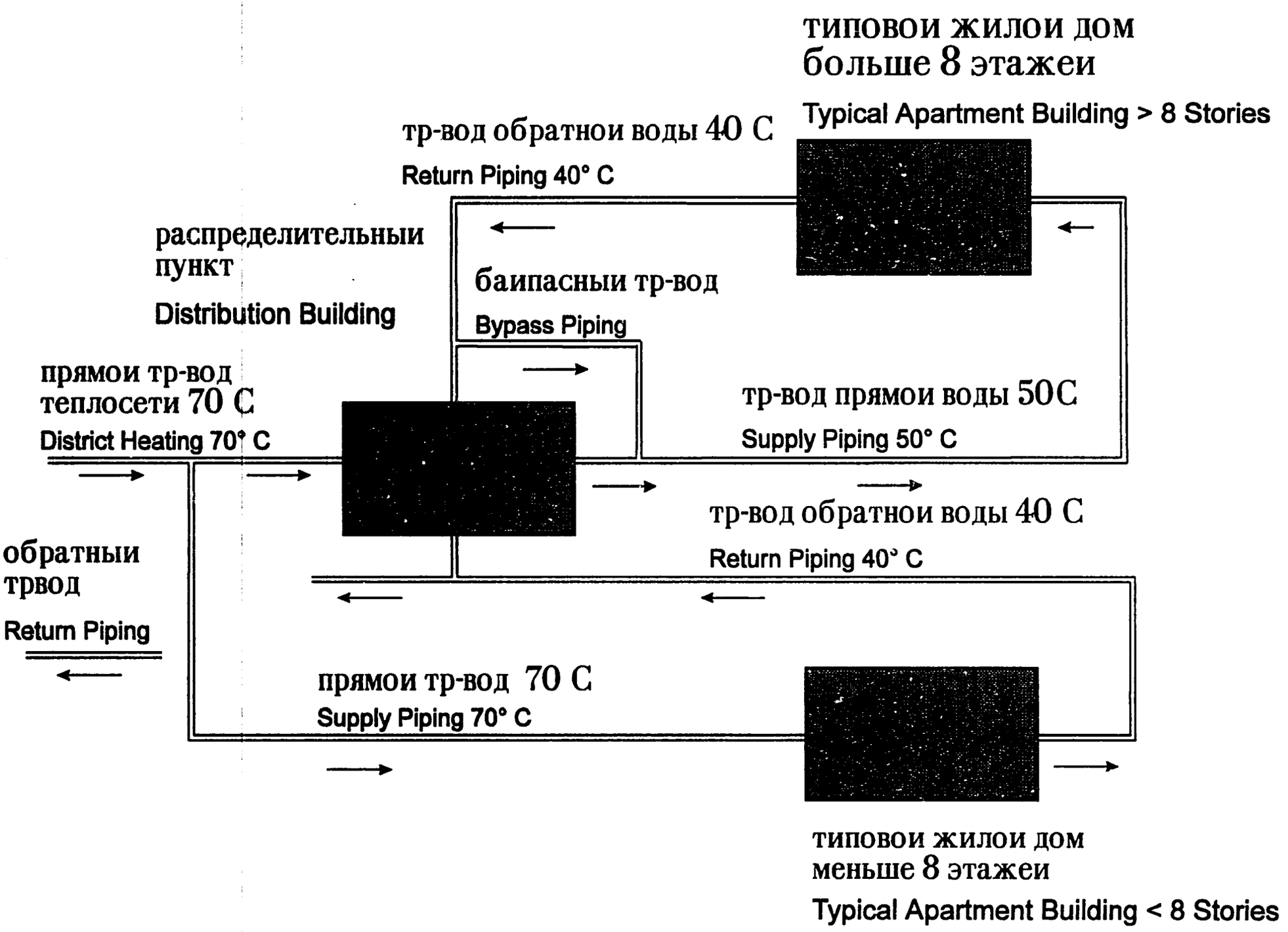
End Users: Problems (continued)

- Потребление измеряется только у промышленных потребителей (менее 5% от обслуживаемых зданий)
  Only Industrial Users Metered (Less than 5 % of all Buildings Served)
- Измерения производятся вручную, раз в день рассматриваются температуры и отмечается расход
  Metering is Manual, Daily Observations for Water Temperatures and Flow Recorded
- Горячее водоснабжение и вентиляция не охвачены измерениями
  Domestic Water and Ventilation Usage Not Included in Metering
- Тарифы не отражают потребление
  Tariffs Do Not Reflect Consumption

Потребители Тепла: Проблемы (Продолжение)

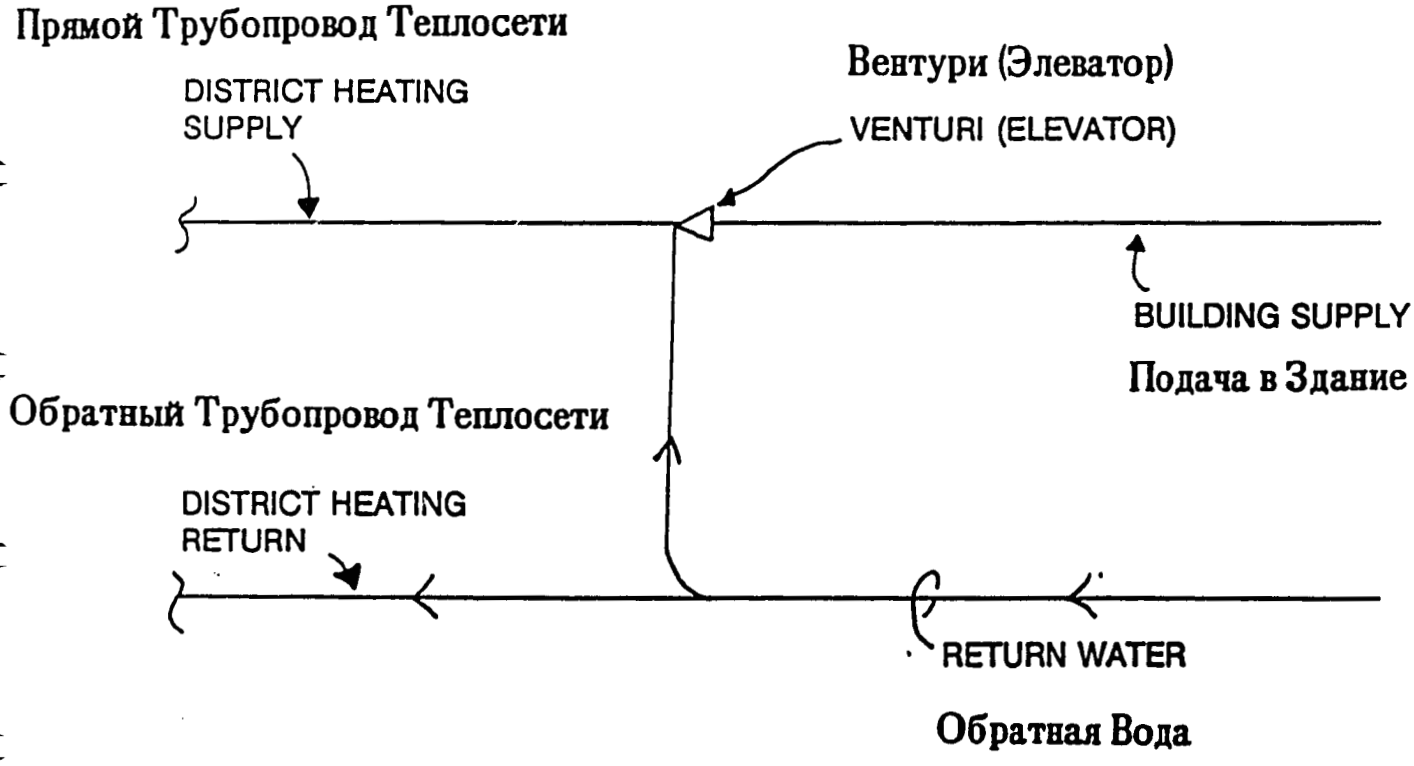
End Users: Problems (continued)

- Многие параметры зависят от площади здании или основяны на теоретических расчётах
  Many Rates Dependent on Apartment Size or Theoretical Calculation
- Нет ответственных лиц за энергопотребление в зданиях
  No Person Responsible for Energy Consumption of Buildings
- Бремя повышения тарифов перекладывается на промышленных потребителей
  Burden of Tariff Increases Passed on to Industrial Customers
- Неопределённость в вопросе все ли потребители платят за потребление
  Uncertainty Whether all Customers are Charged
- Недавно начато обложение оплатой некоторых электропотребителей
  Recently Began Charging Some Electrical Customers


типовои жилои дом
больше 8 этажеи
Typical Apartment Building > 8 Stories
тр-вод обратнои воды 40 С
Return Piping 40° C
распределительныи пункт
Distribution Building
баипасныи тр-вод
Bypass Piping
прямои тр-вод теплосети 70 С
District Heating 70° C
тр-вод прямои воды 50С
Supply Piping 50° C
тр-вод обратнои воды 40 С
Return Piping 40° C
обратныи трвод
Return Piping
прямои тр-вод 70 С
Supply Piping 70° C
типовои жилои дом
меньше 8 этажеи
Typical Apartment Building < 8 Stories

• Типово Теплораспределительный Пункт в Здании

Typical Building Heating Water Distribution Center



Рекомендации после технического обследования

Теплоэлектроцентраль-5

Audit Recommendations: Thermal Power Station # 5

Краткосрочные: Short Term

- Обеспечить аккуратное и быстрое изменение показаний датчиков кислорода котлов
  Provide Accurate, Fast Response Oxygen Sensors for Boilers
- Обеспечить аккуратное измерение расхода топлива
  Provide Accurate Fuel Flow Meters
- Оснастить точными анализаторами горения
  Provide Accurate Combustion Analyzers

Долгосрочные Long Term

- Установить насосы с изменяемои скоростью вращения
  Install Variable Speed Pumps
- Установить инструменты контроля загрязнения окружающеи среды
  Install Pollution Control Equipment
- Оснастить приборами компьютерного управления
  Provide Computerized Control Equipment

Рекомендации после технического обследования
Распределительная система

Audit Recommendations: Distribution System

Кроткосрочные: Short Term

- Дополнительная изоляция на трубах
  Additional Piping Insulation
- Обеспечить РТС точными анализаторами горения
  Provide Accurate Combustion Analyzers for heating Plants

Долгосрочные Long Term

- Установить на насосах электродвигатели изменяемой скорости
  Install Variable Speed Motors on Pumps
- Заменить трубы распределительной сети
  Replace Distribution Piping
- Установить приборы по определению утечек
  Install Leak Detection Devices

Рекомендации после технического обследования

Потребители тепла

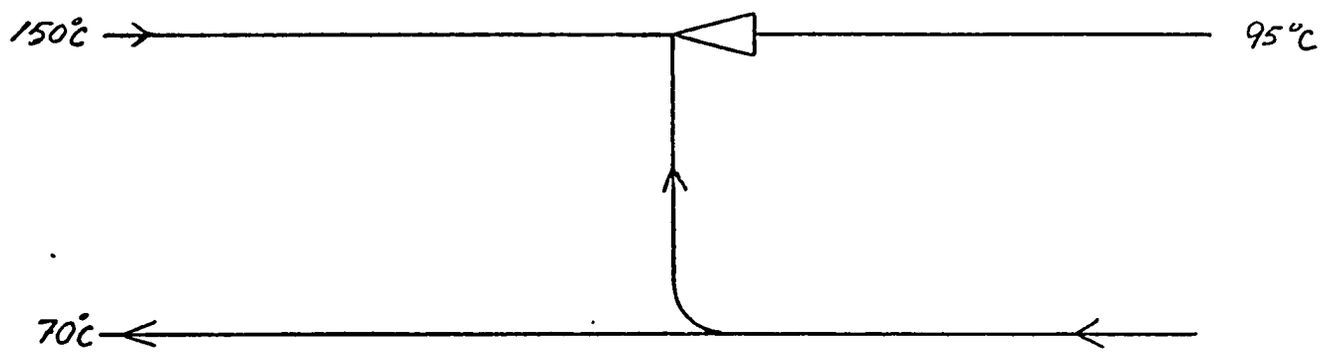
Audit Recommendations: End Users

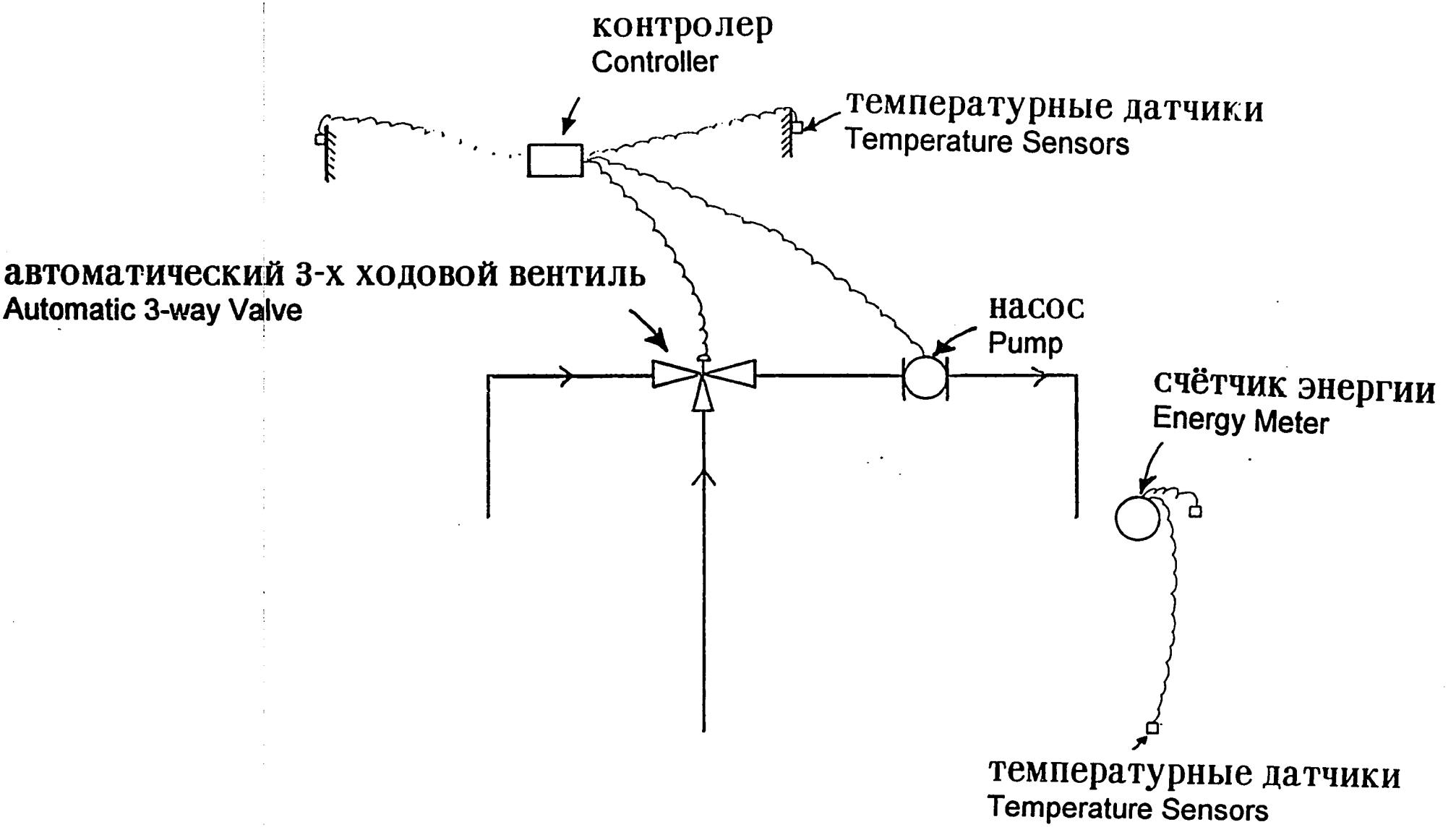
Краткосрочные: Short Term

- Установить вентили автоматического управления температурои для отопления зданий в зависимости
  Provide Automatic Temperature Control Valves for Building Heat
  - от наружных температур
    Function of Outdoor Temperature
- Установить в зданиях счётчики энергии
  Povide Energy Meters for Buildings
- Установить на индивидуальных радиаторах вентили по термостатическому контролю
  Provide Thermostatic Control Valves for Individual Radiators

Долгосрочные Long Term

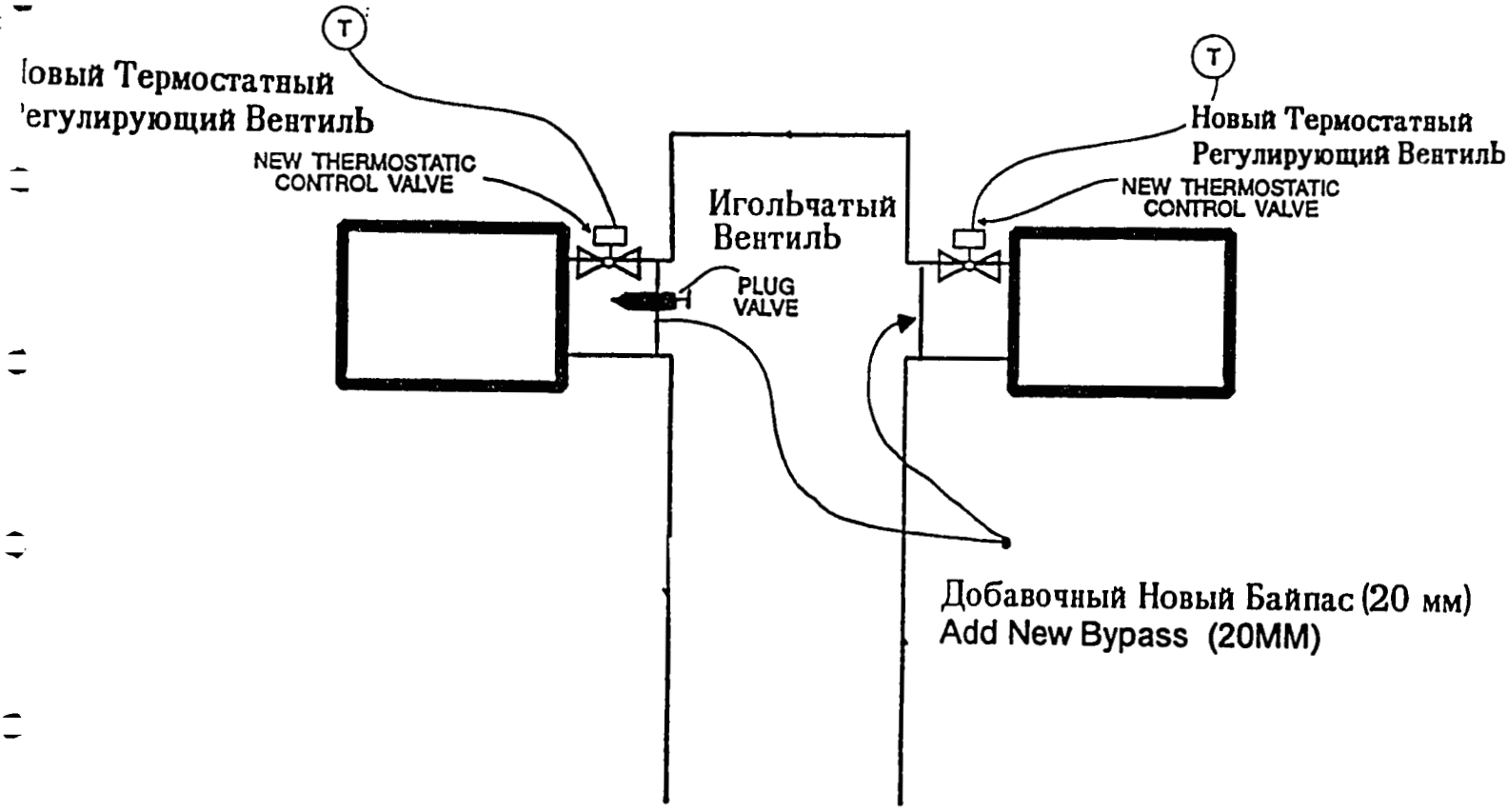
- Установить высоко эффективные теплообменники для горячего водоснабжения
  Provide High Efficiency Heat Exchangers for Domestic Water


150°C
95°C
70°C


контролер
Controller
температурные датчики
Temperature Sensors
автоматический 3-х ходовой вентиль
Automatic 3-way Valve
насос
Pump
счётчик энергии
Energy Meter
температурные датчики
Temperature Sensors

Термостатны Регулирующий ентиль

Thermostatic Control Valves



Киевская Книжная Фабрика

Kiev Book Factory

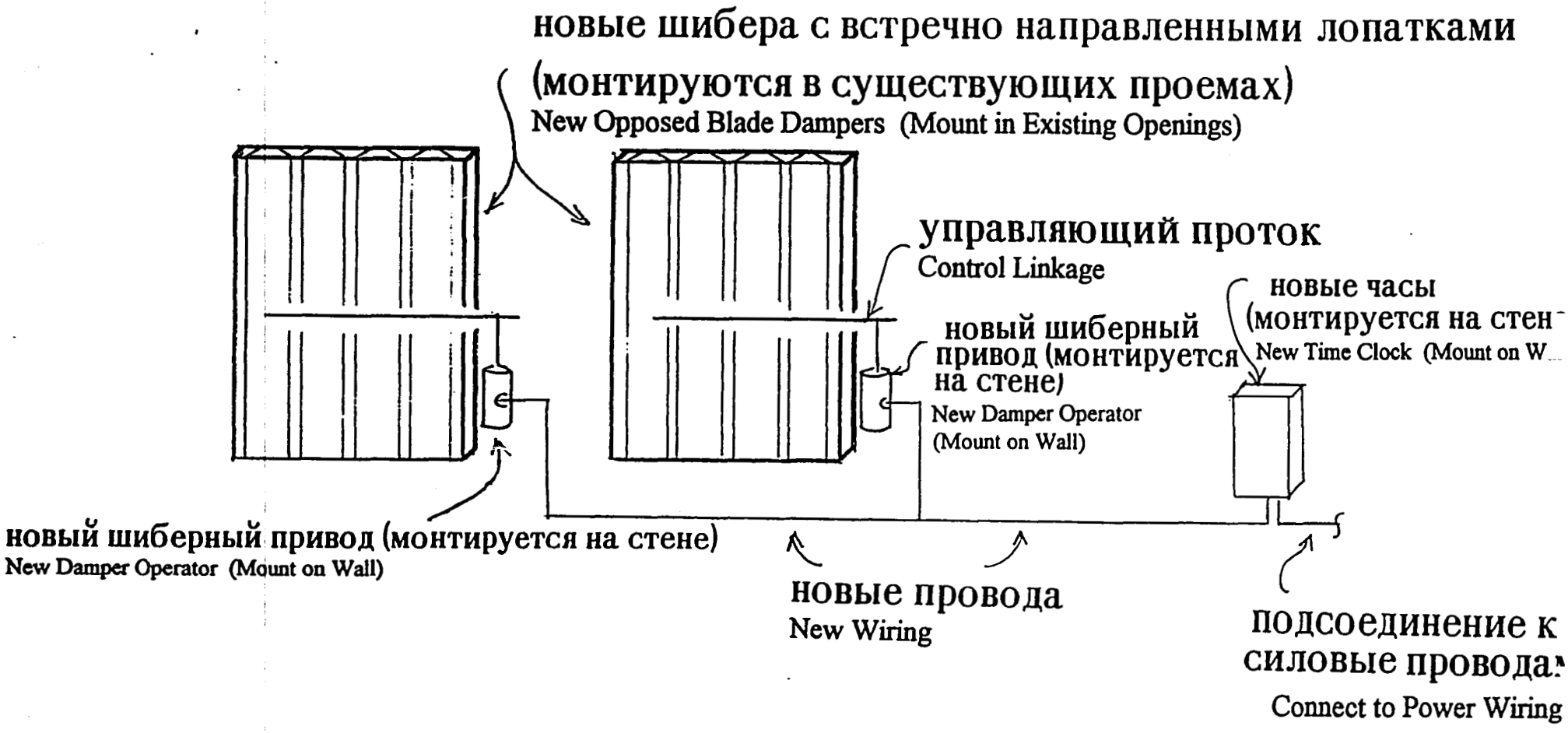


Table 1. Ukraine Energy Conservation Opportunity Summary

Energy Conservation Opportunity (ECO)	No. of Units	Est. Energy Savings 10^3 Gcal/Year	Est. Energy Savings 10^3 Rubles	Est. Energy Savings (Dollars)	ECO Cost (Dollars)	Payback Local Prices (Years)	Payback World Prices (Years)
Combustion Analyzers							
Power Plant #5	2	1,100 +	22,625.4	215,480	9,400	0.04	<0.01
Teploset Peakers	1	4.5	927.2	8,830	4,700	0.53	0.10
Housing Peakers	1	2.2	463.6	4,415	4,700	1.09	0.19
Computer	1	N/A	N/A	N/A	3,300	N/A	N/A
Flow Meters	6	1,100 +	22,625.4	215,480	27,000	0.13	0.02
In-Situ Oxygen Instrumentation	10	1,100 +	22,625.4	215,480	46,000	0.21	0.04
Temperature Control Valves							
Opera	1	0.553	501.9	4,780	9,100	1.9	0.55
Railway Bldg.	1	0.328	297.7	2,835	9,100	3.2	0.93
Thermostatic Control Valves							
Opera	27	0.2	15.8	150	950	6.3	1.84
Heat Meters							
Opera	1	•	•	•	3,300	•	•
Railway Bldg.	1	•	•	•	3,300	•	•
Housing	1	•	•	•	3,300	•	•
Ventilation Control	1	0.143	295.2	2,813	1,100	0.4	0.26
Pressure Regulator	1	0.101	4.2	40	1,000	25.0	0.34
	Totals	3,308.0	70,381.8	670,303	126,250		
					Average Payback	0.19	0.04

• There are no direct energy savings resulting from the installation of the heat meters. However, the use of the meters is necessary to allow end-users to document the energy savings. These savings are included with the appropriate other technologies above.

+ These three technologies are projected to save 3300×10^3 Gcal/yr in total. Since they will be used together in the Power Plant, projected energy savings have been divided evenly between them.

GENERAL RECOMMENDATIONS:

POWER PLANTS:

- PROVIDE ADDITIONAL COMBUSTION ANALYZERS FOR ALL MAIN POWER PLANTS AND BOILERS
- PROVIDE ACCURATE INSTRUMENTATION FOR POWER PLANTS

DISTRIBUTION:

- IMPROVE DISTRIBUTION PIPING INSULATION
- PROTECT DISTRIBUTION PIPING FROM GROUND WATER

END USERS:

- NEED TO DEVELOP ENERGY AUDITING EXPERTISE
- NEED FOR EACH BUILDING TO HAVE AN ENERGY MANAGER
- PROVIDE AUTOMATIC CONTROLS FOR BUILDING HEAT
- PROVIDE THERMOSTATIC RADIATOR CONTROLS
- PROVIDE AUTOMATIC METERING FOR HEAT ENERGY AND ELECTRICITY

Общие рекомендации

Institutional Recommendations

- Необходимо автоматическое измерение тепло и электропотребления
  Need for Automatic Metering of Thermal Heat and Electricity Consumption
- Необходимы тарифы, отражающие потребление
  Need for Tariffs to Reflect Consumption
- Необходимо распространение философии и практики энергосбережения
  Need for Promotion of Conservation Philosophy and Practices
- Необходимо иметь в каждом здании ответственного за энергопотребление
  Need for Each Building to have an Energy Manager
- Необходимо разработать методологию технического обследования энергоиспользования
  Need for Development of Technical Expertise in Energy Auditing