

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС
АДАПТИВНОГО ПОГОДОЗАВИСИМОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
И УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ ЗДАНИЙ
И СООРУЖЕНИЙ УМНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ И ОТОПЛЕНИЕ



СТРОЙ - ПРОГРЕСС

ОСИПОВ
Евгений Алексеевич
Заместитель директора
ООО «Строй-прогресс»

ФОНД СОДЕЙСТВИЯ РАЗВИТИЮ
малых форм предприятий в научно-технической сфере



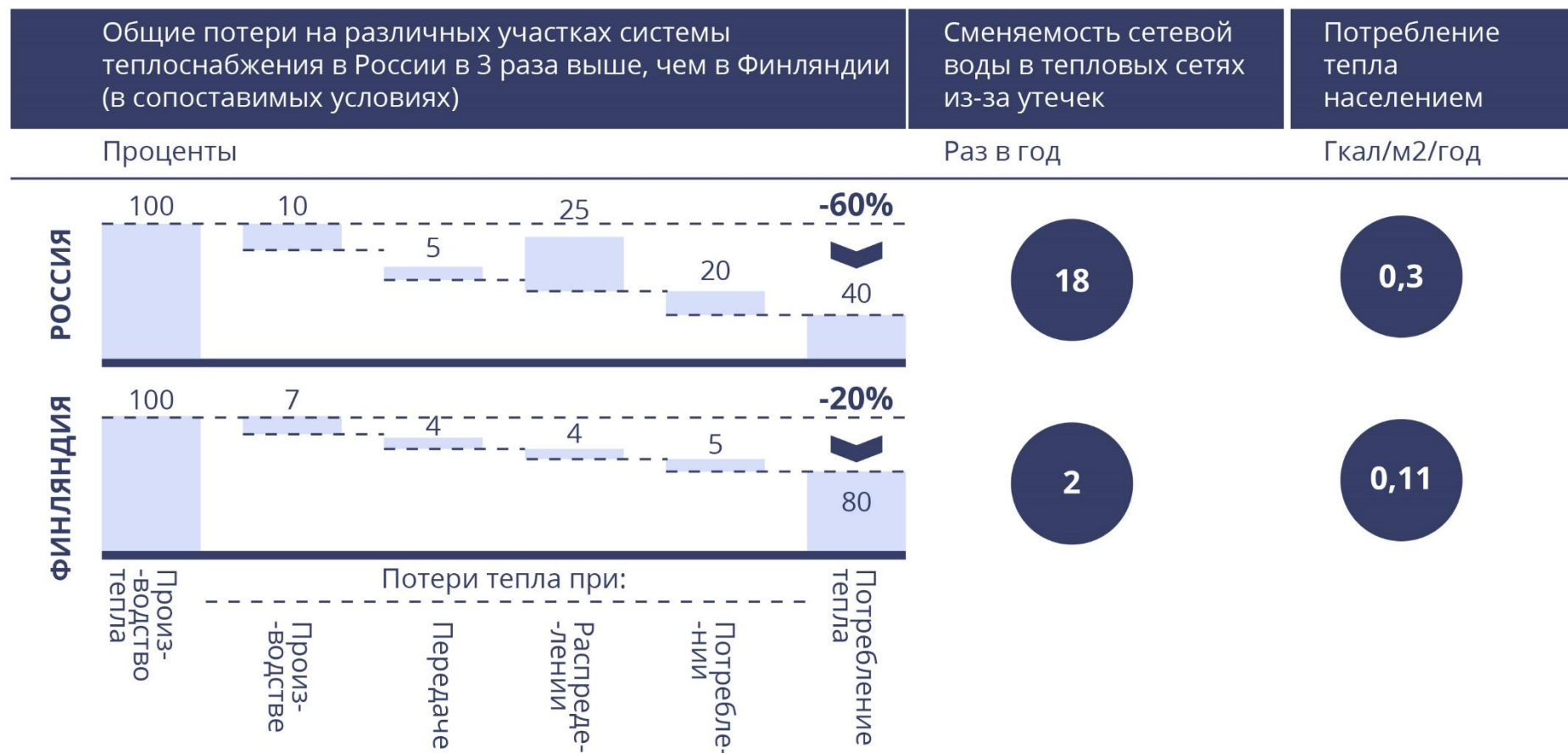
Проблемы системы отопления

- сложный тепловой и гидравлический расчет сети;
- сложность устранения ошибок в расчетах устройств отопления;
- взаимозависимость работы всех элементов сети;
- высокое гидродинамическое сопротивление;
- ограниченное количество обогревательных устройств на одном стояке;
- невозможность регулировать поступление теплоносителя в отдельные обогревательные приборы;
- высокие тепловые потери.

Проблемы системы отопления

Проблема системы централизованного отопления России – это ее неэффективность. Особенно остро стоит проблема потерь тепла на различных участках системы теплоснабжения.

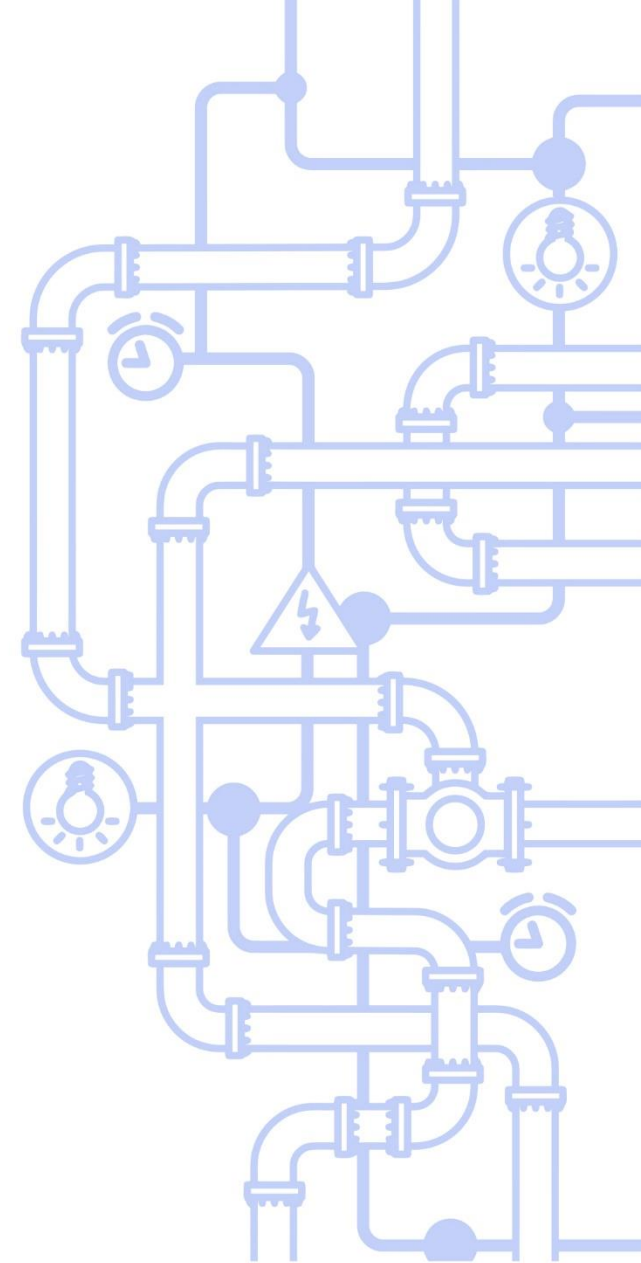
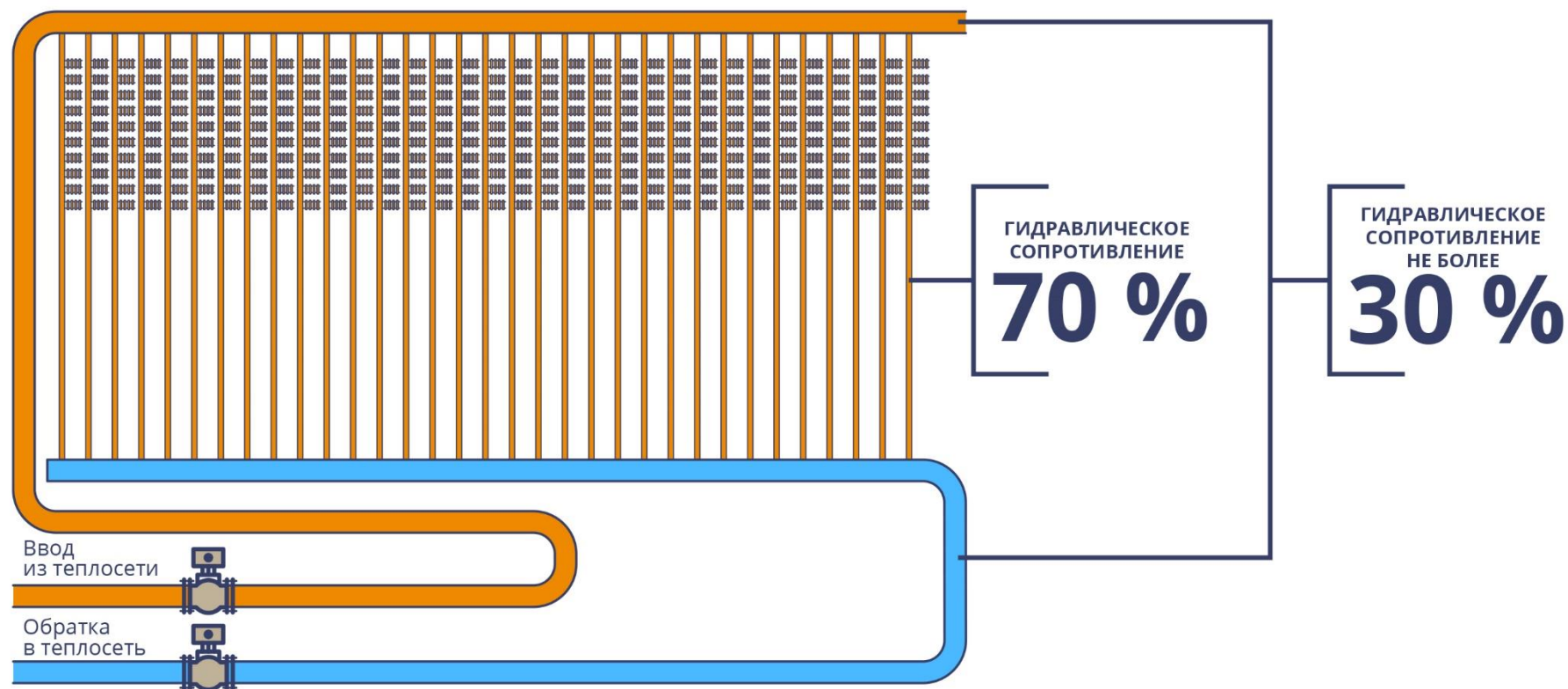
По данным Минэнерго России, потери тепла составляют 60%, что несопоставимо выше, чем в Финляндии, где имеются схожие климатические условия. Больше всего потерь приходится на участки распределения (25 %) и потребления (20 %) тепла



В однотрубной системе отопления количество циркуляционных колец равно числу стояков отопления (горизонтальных веток).

Подбор диаметров труб и определение потерь давления на циркуляционном кольце производится по ориентировочной величине удельных потерь давления R_{sp} (метод удельных потерь давления).

При работе системы 70 % гидравлического сопротивления приходится на циркуляционные кольца, 30 % - на магистрали.



Существующие решения для однотрубной системы отопления

Снижение теплопотребления

Шайбирование

Для местного увеличения гидравлического сопротивления потоку теплоносителя.

Элеваторный узел

Работа элеваторного узла, установленного в тепловом пункте, состоит в снижении температуры воды путем подмешивания в подающий трубопровод остывший теплоноситель из обратки.

ИТП

Погодозависимый автономный автоматический узел для создания расчетных условий при текущей уличной температуре.

Зависмые

Без гидравлической развязки по входному контуру

Независмые

С гидравлической развязкой по входному контуру

Балансировка стояков отопления

Стояк без регулировки

Ручной балансир

Балансировка при помощи автоматического регулирующего клапана

Балансировка при помощи клапана с термостатированием

Балансировка при помощи клапана контроллером

Расход по циркуляционным кольцам системы приводит к постоянной нагрузке на систему отопления

СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ НЕ УЧИТЫВАЕТ:

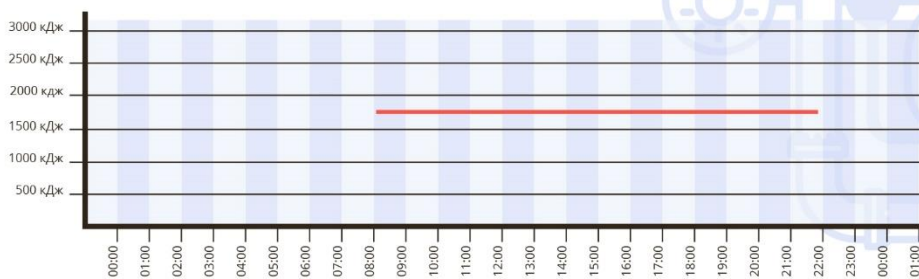
ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА



СОЛНЕЧНУЮ РАДИАЦИЮ

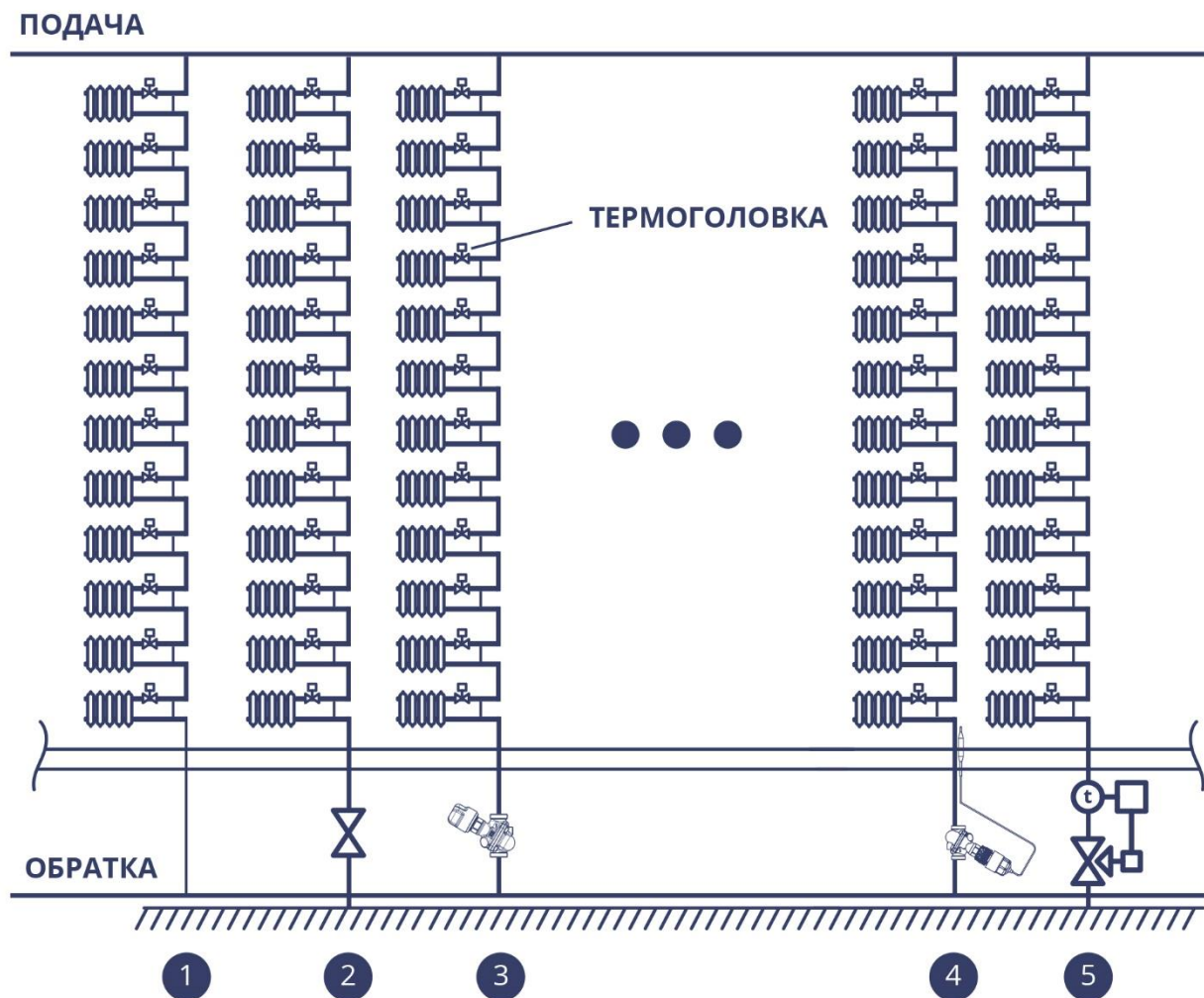


ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ ОТ ЛЮДЕЙ



ВЫВОД: РАСХОД ОБЪЕМА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ДОЛЖЕН ИЗМЕНЯТЬСЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТРЕБУЕМОЙ НАГРУЗКИ

Балансировка стояков отопления



- 1 СТОЯК БЕЗ РЕГУЛИРОВКИ:**
 - изменение гидравлического сопротивления происходит в силу применяемых конструктивных решений (трубы различного диаметра).

Эффект энергосбережения – **0%**.

- 2 РУЧНОЙ БАЛАНСИР:**
 - ручная настройка на основе проектных гидравлических расчетов.

Эффект энергосбережения – **0%**.

- 3 АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕГУЛИРУЮЩИЙ КЛАПАН:**
 - совершенный баланс жидкостного отопления при любых условиях;
 - автономность стояка/закрытого контура: каждый стояк/закрытый контур становится отдельной частью установки;
 - надежность системы отопления.

Эффект энергосбережения – **до 10%**.

- 4 КЛАПАН С ТЕРМОСТАТИРОВАНИЕМ:**
 - совершенный баланс жидкостного отопления при любых условиях;
 - каждый стояк/закрытый контур становится отдельной частью установки;
 - сокращение потерь тепла в трубах благодаря низкой обратной температуре;
 - снижение перегрева комнат благодаря усовершенствованному регулированию комнатной температуры;
 - высокая эффективность энергосбережения при низких температурах помещений.

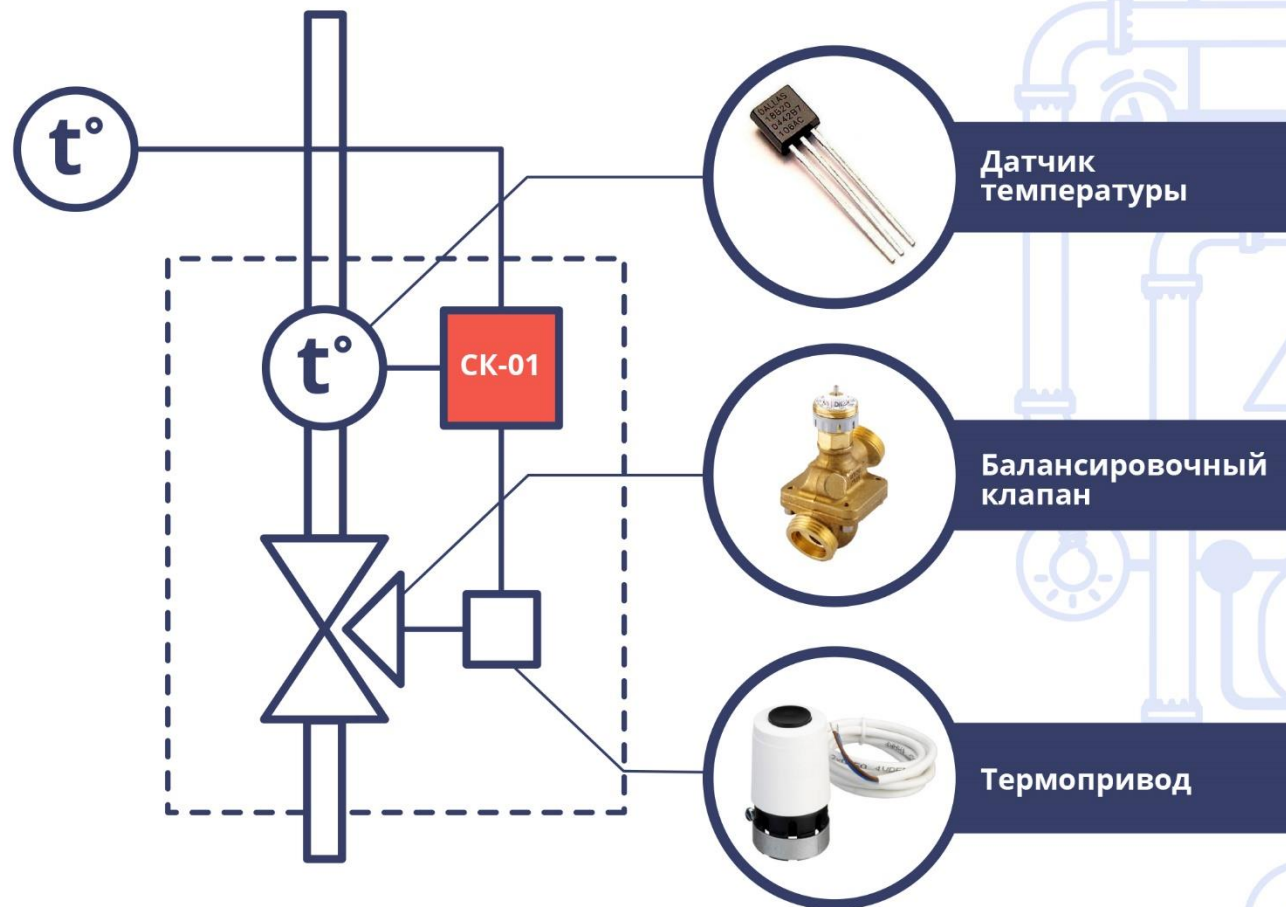
Эффект энергосбережения – **до 15%**.

Балансировка стояков отопления

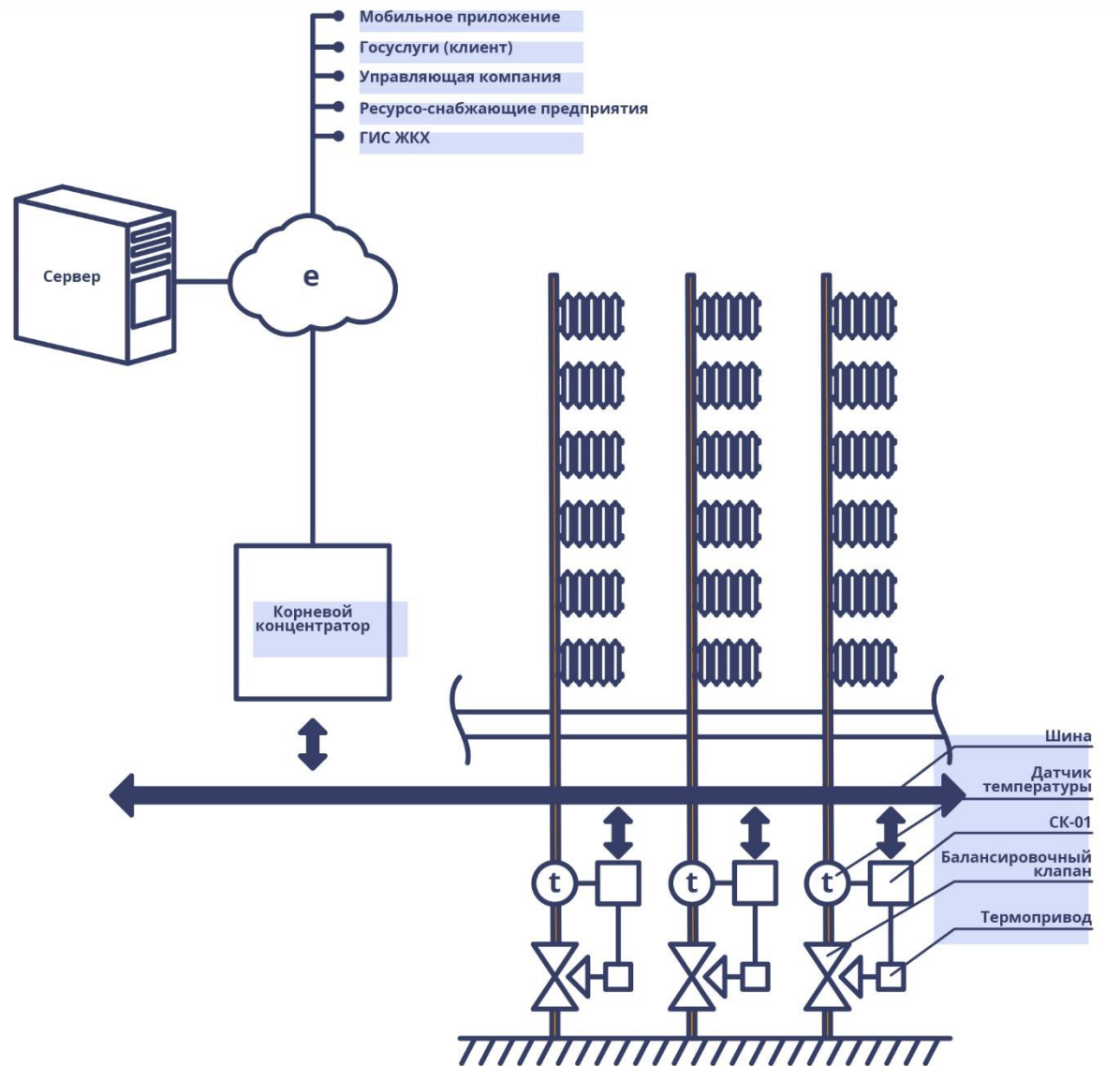
5 БАЛАНСИРОВОЧНЫЙ КЛАПАН С КОНТРОЛЛЕРОМ «СК-01»:

- совершенный баланс жидкостного отопления при любых условиях;
- каждый стояк/закрытый контур становится отдельной частью установки;
- сокращение потерь тепла в трубах благодаря низкой обратной температуре;
- снижение перегрева комнат благодаря усовершенствованному регулированию комнатной температуры;
- обеспечение энергосбережения на протяжении отопительного сезона;
- электронный и центральный мониторинг, возможность обслуживания и изменения настроек каждого отдельного стояка;
- интеграция с ГИС ЖКХ;
- интеграция с ПАК поквартирного и общедомового учета энергоресурсов.

Эффект энергосбережения – **20%**.



Научно-техническая новизна предлагаемого решения



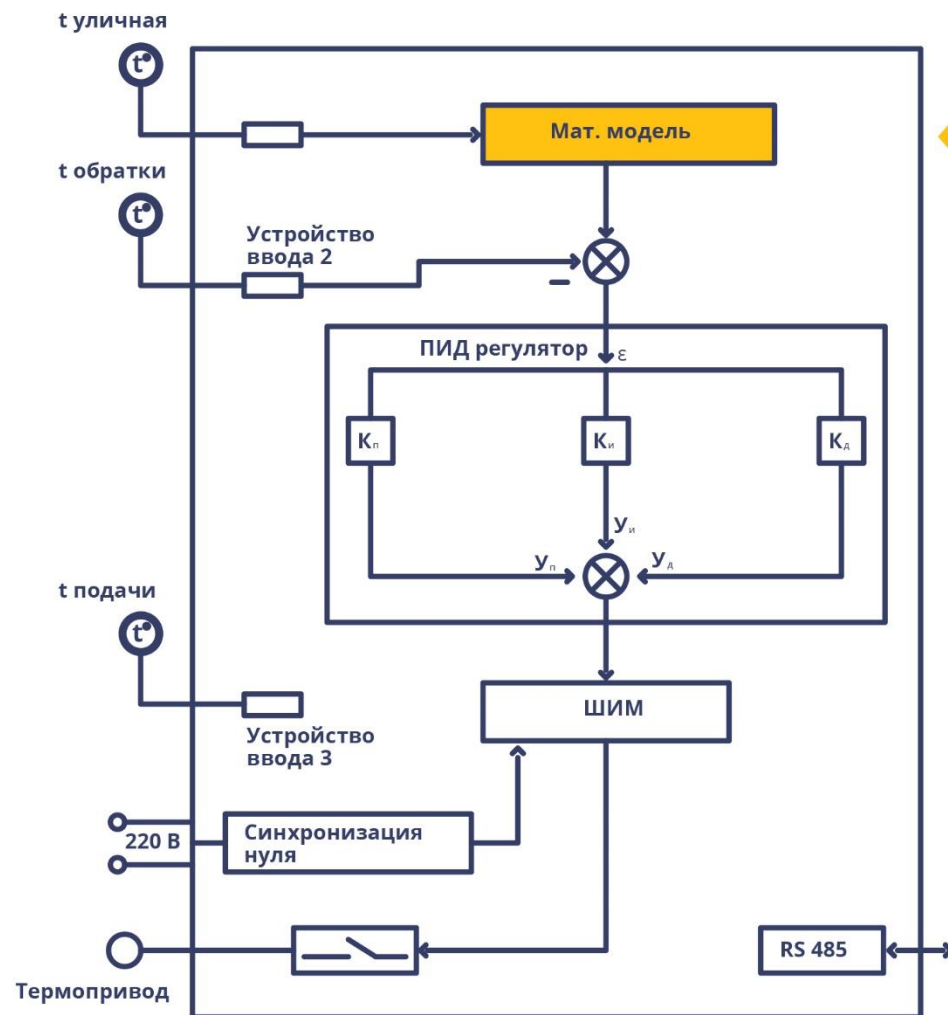
Научная новизна предлагаемых решений заключается в создании многопараметрической адаптивной погодозависимой интеллектуальной системы управления инженерной инфраструктурой зданий и сооружений, в основе функционирования которой – интеллектуальная балансировка стояков отопления.

На стояках отопления устанавливаются балансировочные клапаны с электроприводом, которые управляются стоячковым контроллером, который, в свою очередь, опрашивается корневым концентратором. Принцип системы заключается в управлении электронным балансиром для изменения температуры теплоносителя на выходе из стояка отопления в зависимости от наружной температуры. В целом система обеспечивает расход объема теплоносителя в зависимости от фактической нагрузки.

Корневой концентратор на объекте собирает информацию со всех стоячковых контроллеров и направляет ее на сервер в режиме реального времени. Для удобства наладки и настройки системы на объектах, текущей технической поддержки используется система на основе веб-интерфейса.

Блок-схема разрабатываемого контроллера

УПРОЩЕННАЯ СХЕМА
РАЗРАБАТЫВАЕМОГО КОНТРОЛЛЕРА



$$u(t) = P + I + D = K_p e(t) + K_i \int_0^T e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

Пилотный объект



ОБЪЕКТ ВНЕДРЕНИЯ:
Многоквартирный жилой дом
в г. Пермь, ул. Зенкова д. 6

ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ВНЕДРЕНИЯ:

год постройки – **1988**;
количество этажей – **9**;
общая площадь – **4 126,8** кв.м, в т.ч. жилая – **2433,8** кв.м;
количество квартир – **72**;
материал стен – панель;
однотрубная система отопления;
количество стояков отопления **24 шт.**

Пилотный объект

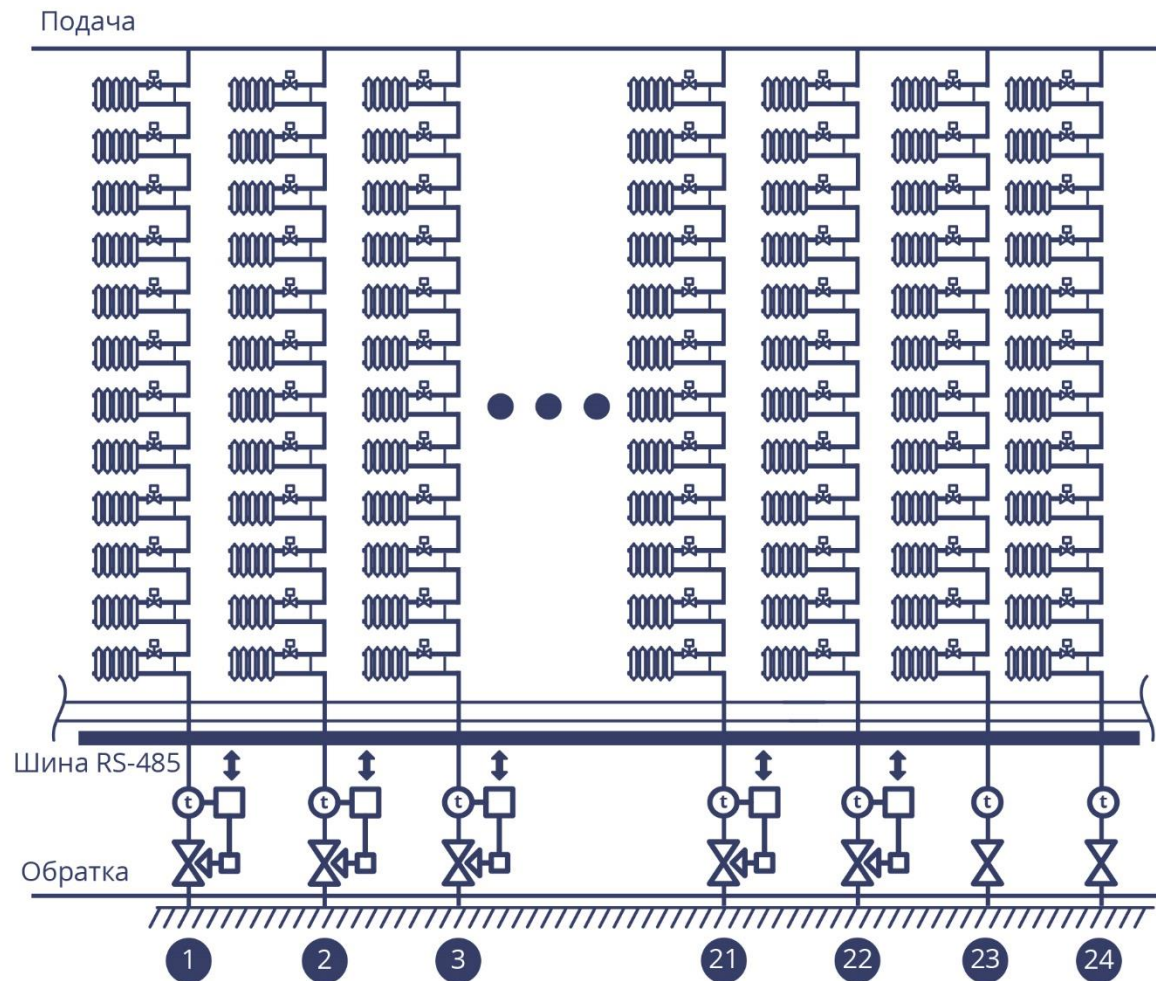


СХЕМА СТОЯКОВ ОТОПЛЕНИЯ:

На объекте **24** стояка отопления, в т.ч. **22** стояка отапливают квартиры, **2** стояка – лестничные клетки.

Системой погодного регулирования было оборудовано **22** стояка отопления. На 2-ух стояках были установлены балансировочные клапаны для сравнения работы системы.

Результаты пилотного внедрения системы

Веб-интерфейс с вводом/выводом информации

To_С3	Температура обратки [Стояк 3]	41.81	°C		
Tr_С3	Расчётная температура обратки [Стояк 3]	40.36	°C		
Tz_С3	Температура помещения заданная [Стояк 3]	20.00	°C	<input type="text" value="20.00"/>	<input type="button" value="Изменить"/>
ШИМ_С3	ШИМ [Стояк 3]	10.28	%	<input type="text" value="10.28"/>	<input type="button" value="Изменить"/>
ШИМ_min3	ШИМ_min [Стояк 3]	9.10	%	<input type="text" value="9.10"/>	<input type="button" value="Изменить"/>
K1_С3	Коэффициент+ [Стояк 3]	100.00	УЕ	<input type="text" value="100.00"/>	<input type="button" value="Изменить"/>
K2_С3	Коэффициент- [Стояк 3]	100.00	УЕ	<input type="text" value="100.00"/>	<input type="button" value="Изменить"/>
Kd_С3	Коэффициент диф [Стояк 3]	4000.00	УЕ	<input type="text" value="4000.00"/>	<input type="button" value="Изменить"/>
TM_С3	Период регулирования [Стояк 3]	200.00	С	<input type="text" value="200.00"/>	<input type="button" value="Изменить"/>

Результаты пилотного внедрения системы

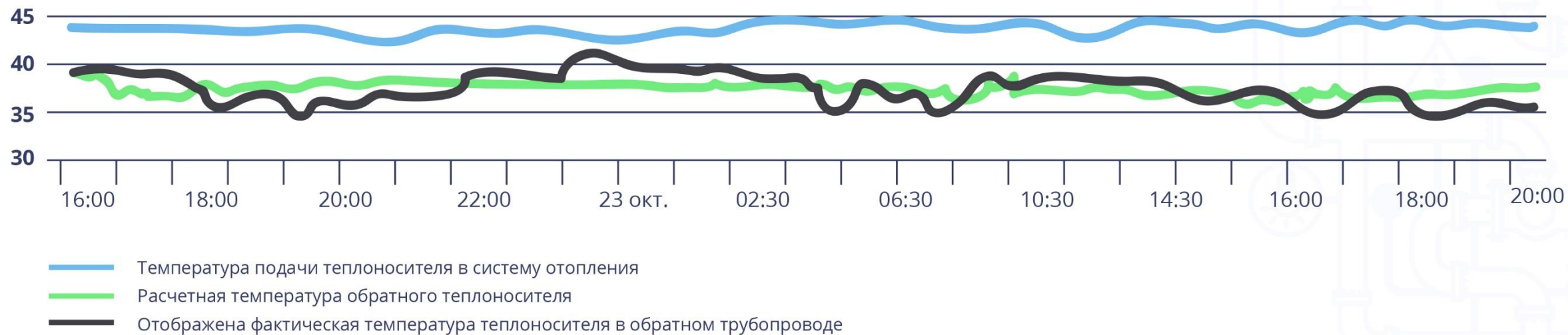
Зависимость расчетной температуры обратного теплоносителя от наружной температуры



- Расчетная температура теплоносителя в обратном трубопроводе
- Наружная температура

Результаты пилотного внедрения системы

Результаты работы системы



Оценка социально-экономических эффектов от применения решения

ДЛЯ ПОТРЕБИТЕЛЯ

обеспечение комфортных условий в помещениях

снижение платы за услуги ЖКХ

ДЛЯ БИЗНЕСА

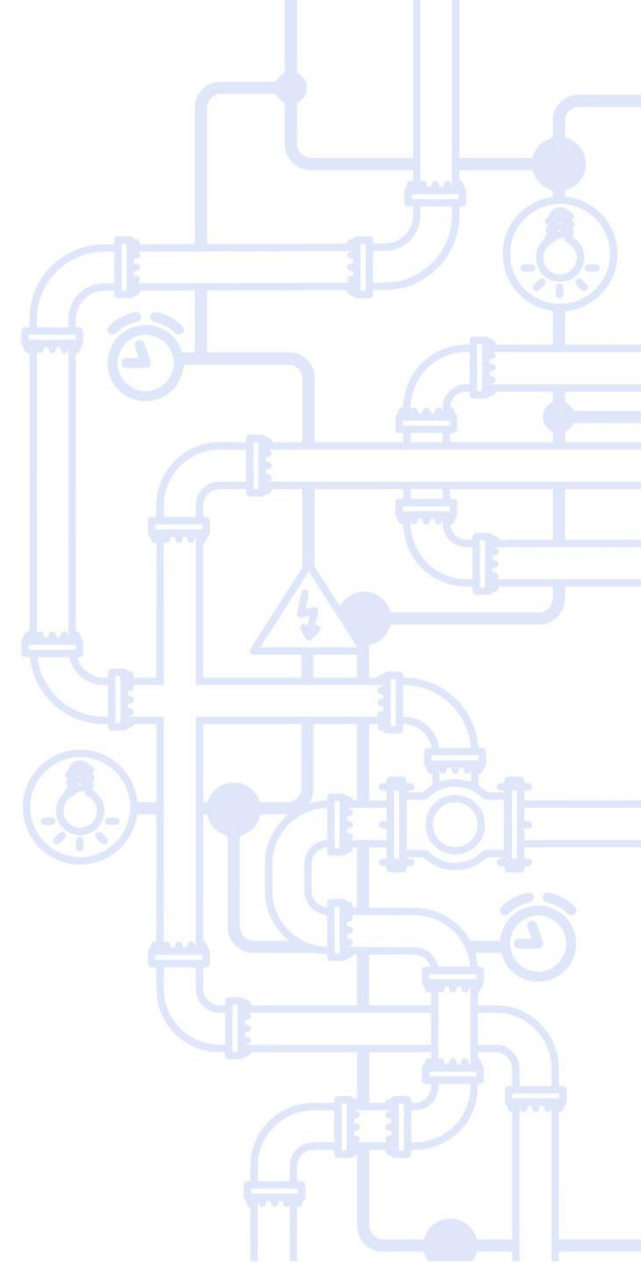
повышение эффективности систем теплоснабжения

повышение качества оказываемых услуг потребителям

ДЛЯ ГОСУДАРСТВА

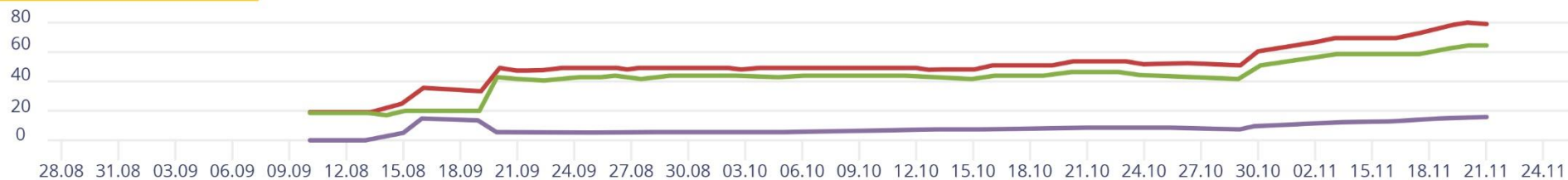
снижение роста аварийности и технологического отставания

повышение эффективности жилищно-коммунального хозяйства

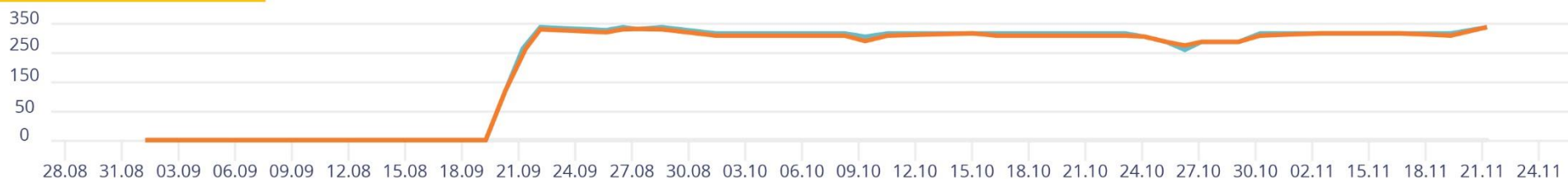


Оценка экономических эффектов от применения решения на пилотном объекте

Температура, С



Масса, т



Тепло, ГКал

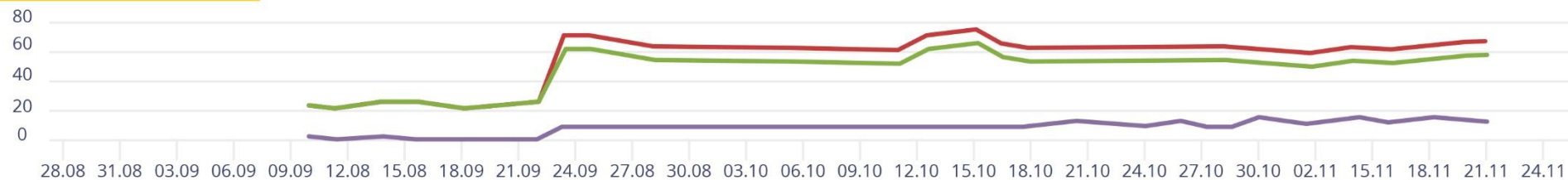


Данные получены с узла учета посредством измерительной, автоматизированной системы контроля и учета потребления ресурсов ЛЭРС УЧЕТ

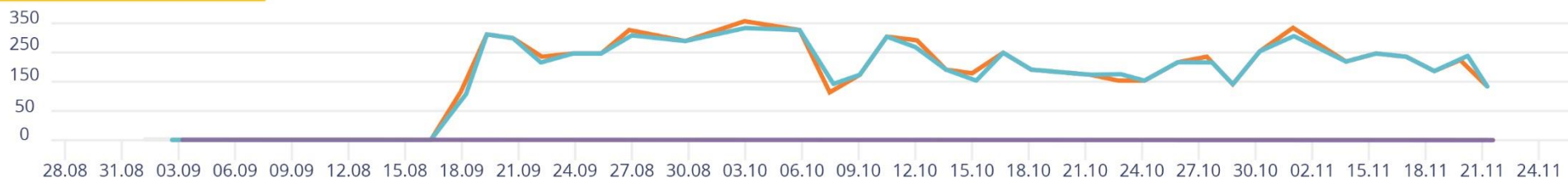
ОБЪЕМ ЦИРКУЛИРУЕМОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ НЕ ИЗМЕНЯЕТСЯ

Оценка экономических эффектов от применения решения на пилотном объекте

Температура, С



Масса, т



Тепло, ГКал



Данные получены с узла учета посредством измерительной, автоматизированной системы контроля и учета потребления ресурсов ЛЭРС УЧЕТ

ОБЪЕМ ЦИРКУЛИРУЕМОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ИЗМЕНЯЕТСЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАРУЖНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Оценка экономических эффектов от применения решения

2016				
Октябрь	t наружная, С	t подачи, С	масса теплоносителя, Т	Q, Гкал
1	7,5	49,37	316,90	1,81
2	11,5	49,55	317,22	1,82
3	10	49,33	317,22	1,80
4	7,5	48,97	317,14	1,79
5	7,5	49,19	316,63	1,82
6	6,5	49,98	315,88	1,89
7	4	50,15	315,92	1,93
8	3	49,81	315,94	1,93
9	3,576	49,33	302,85	1,87
10	3	49,6	316,22	1,95
11	2,5	49,42	316,17	1,95
12	1,5	48,81	315,93	1,92
13	2	48,87	314,51	1,95
14	1,5	48,86	313,92	1,96
15	1	48,56	312,13	1,95
16	-0,5	50,69	309,30	2,18
17	0	51,07	310,94	2,22
18	2,5	51,4	314,63	2,23
19	0,5	52,02	314,24	2,28
20	1	53,52	315,63	2,42
21	0,5	54,08	315,98	2,46
22	-0,5	53,93	313,29	2,45
23	-0,5	53,48	313,54	2,40
24	-0,5	52	303,11	2,25
25	0	52,08	282,91	2,24
26	-1	52,64	269,10	2,23
27	-2	52,34	281,09	2,29
28	-3	52,04	281,05	2,28
29	-3	51,36	287,60	2,27
30	-2,5	61,35	304,69	3,13
ИТОГО			9 547,86	66,96

2017				
Октябрь	t наружная, С	t подачи, С	масса теплоносителя, Т	Q, Гкал
1	-0,5	49,77	269,03	1,87
2	1,5	49,38	288,25	1,96
3	5	49,22	280,08	1,87
4	3	49,07	275,60	1,83
5	4	49,60	115,86	0,77
6	8,5	58,24	158,41	1,27
7	7,5	59,62	259,58	2,09
8	9,5	60,95	247,31	1,91
9	6,5	53,16	165,65	1,16
10	11	51,59	166,56	1,14
11	12	51,66	216,41	1,48
12	9,5	51,50	172,36	1,34
13	9	51,11	169,18	1,28
14	9,5	50,93	164,13	1,11
15	10,5	51,20	146,24	0,97
16	8,5	51,20	146,17	1,24
17	10,5	51,31	192,14	1,25
18	5,5	50,69	206,53	1,52
19	4	50,18	131,80	1,51
20	0	49,27	215,25	1,79
21	-0,5	48,93	266,68	1,93
22	-0,5	50,27	232,42	1,99
23	-1,5	50,56	189,98	1,91
24	-2	50,56	189,98	1,97
25	-1	51,55	203,86	2,06
26	-1,5	52,76	167,78	1,90
27	-3,5	54,77	194,88	2,07
28	-4,5	55,18	131,43	1,25
29	-3	53,67	0,00	0,00
30	4	50,84	61,63	0,47
ИТОГО			5 847,55	46,51

Данные получены с узла учета посредством измерительной, автоматизированной системы контроля и учета потребления ресурсов ЛЭРС УЧЕТ

t средняя наружная, °С: **1,94**
t средняя подачи °С: **51,54**

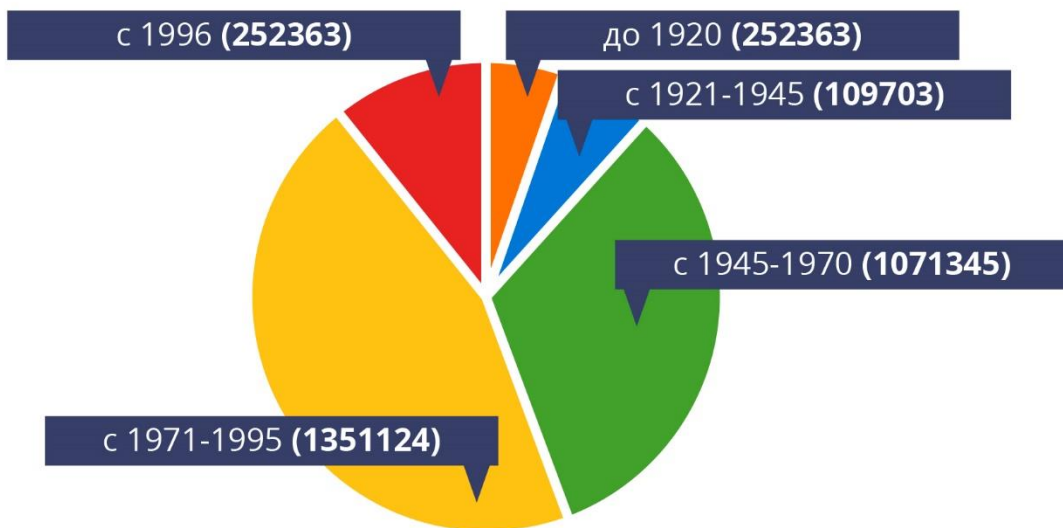
t средняя наружная, °С: **4,08**
t средняя подачи °С: **51,91**

Объем циркулируемого теплоносителя снизился до необходимого значения: **с 9,5 тыс. т. до 5,8 тыс. тонн.**
Это позволило сократить количество потребляемой тепловой энергии **в 1,44 раза.**

При стоимости 1 Гкал – **1800 рублей,**
экономия за 1 месяц составила – **36 808 рублей.**

Объемы рынка и перспективы коммерциализации

Распределение числа многоквартирных жилых домов по годам постройки в 2015 г., ед.



91,5 %

**МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ
ПОСТРОЕНО ДО 1995 ГОДА**

Отоплением на конец **2015 года** оборудовано **85 %** жилищного фонда.

Средняя предельная стоимость ремонта внутридомовых систем отопления (стояков) - **689 рублей за кв. м** общей площади помещений.

Для ремонта и модернизации систем отопления (в том числе модернизации однетрубных систем отопления) на **2 616 млн. м2** жилых помещений, построенных **до 1995 года**, необходимо **1 532 млрд. рублей**. Примерная стоимость адаптивных погодозависимых систем в данном объеме может составлять до **150-200 млрд. рублей**.

Объемы рынка и перспективы коммерциализации

Актуальность модернизации инженерных систем жилых зданий и сооружений, направленных на снижение потребления тепла, определяется ростом удельного веса расходов на оплату услуг центрального отопления в потребительских расходах домашних хозяйств.

Удельный вес расходов на оплату жилищно-коммунальных услуг в потребительских расходах домашних хозяйств

Направления расходов/Годы	2000	2005	2010	2013	2014	2015
Расходы на оплату жилищно-коммунальных услуг – всего	4,6	8,3	9,2	8,8	8,9	9,5
В том числе на оплату:						
Жилья	1,2	1,4	1,2	1,4	1,5	1,6
Электроэнергии	0,8	1	1,2	1,3	1,3	1,4
Газа	0,6	0,7	0,9	0,9	0,9	1
Центрального отопления	0,7	1,9	2,2	2	2	2,1
Воды и других коммунальных услуг	1,3	3,3	3,7	3,2	3,2	3,4

*Источник: Жилищное хозяйство в России. 2016: Стат. сб./ Росстат. – М., 2016. – 45 с.

ХЗ

**ВЫРОСЛА ДОЛЯ РАСХОДОВ
НА ОТОПЛЕНИЕ В РАСХОДАХ
ДОМОХОЗЯЙСТВ
ЗА 2000-2015 ГГ.**

Структура платы за коммунальные услуги

3 %

Газ

4 %

Вывоз мусора

5 %

Содержание
жилого фонда

11 %

Электроэнергия

29 %

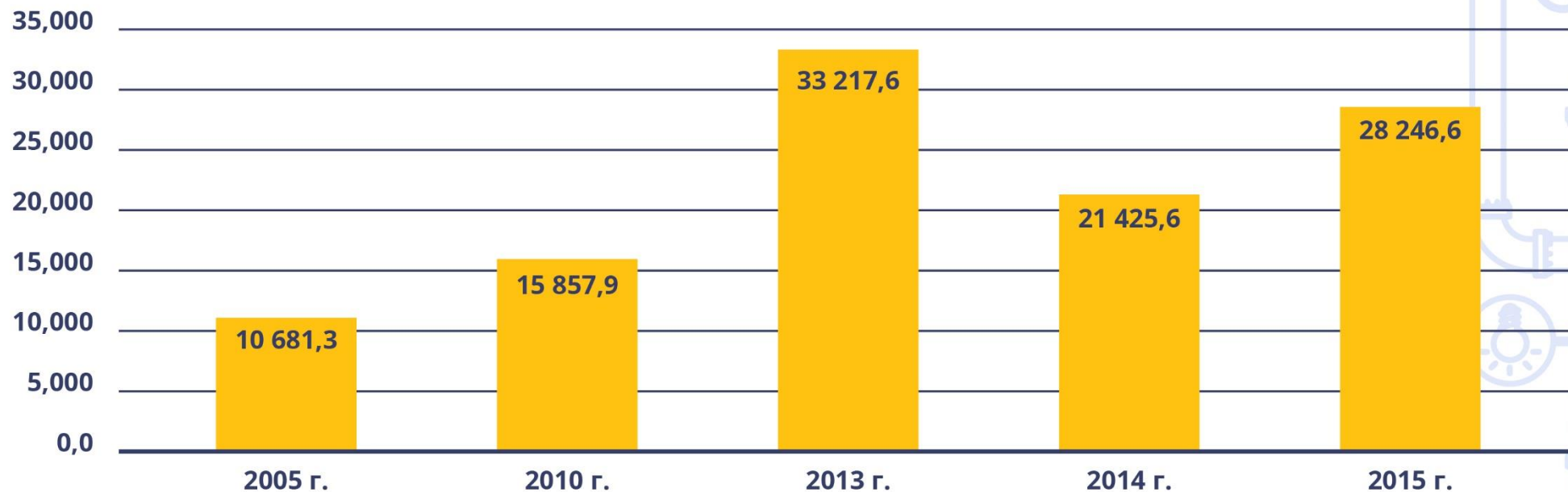
Водопровод
и канализация

48 %

Доля расходов
за отопление и ГВС

Объемы рынка и перспективы коммерциализации

Инвестиции в основной капитал по виду деятельности
«Распределение пара и горячей воды (тепловой энергии)
(относящегося к коммунальному хозяйству), млн.рублей

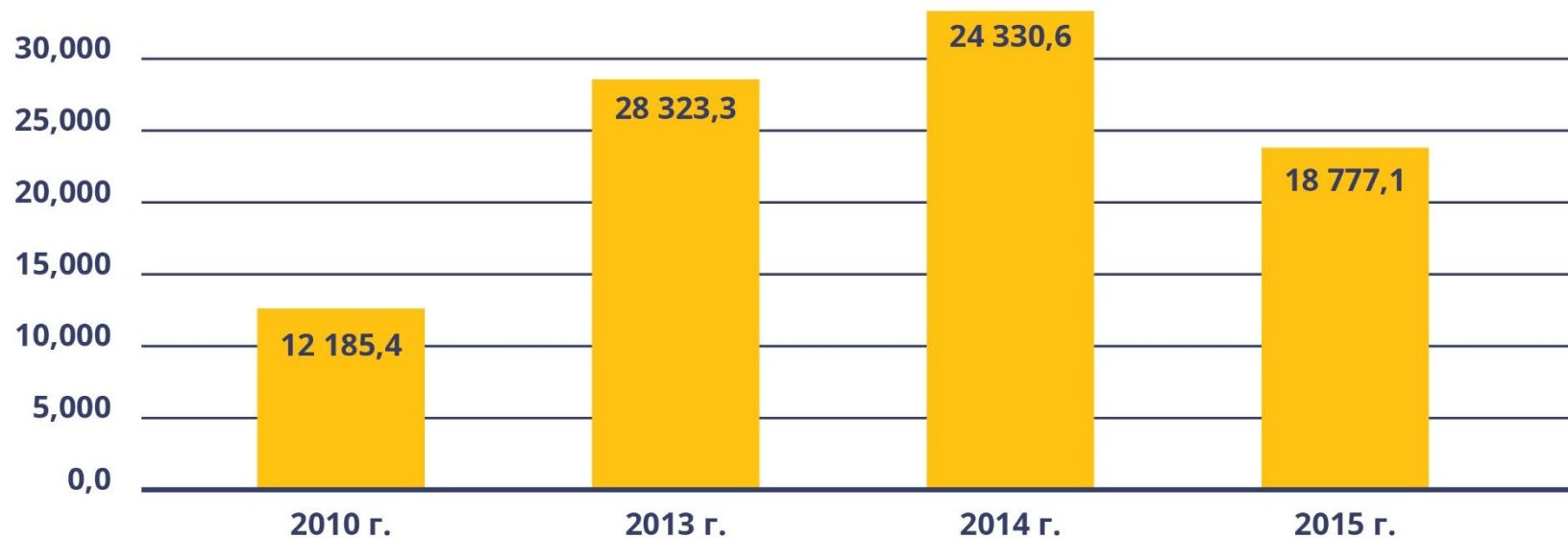


264,4 %

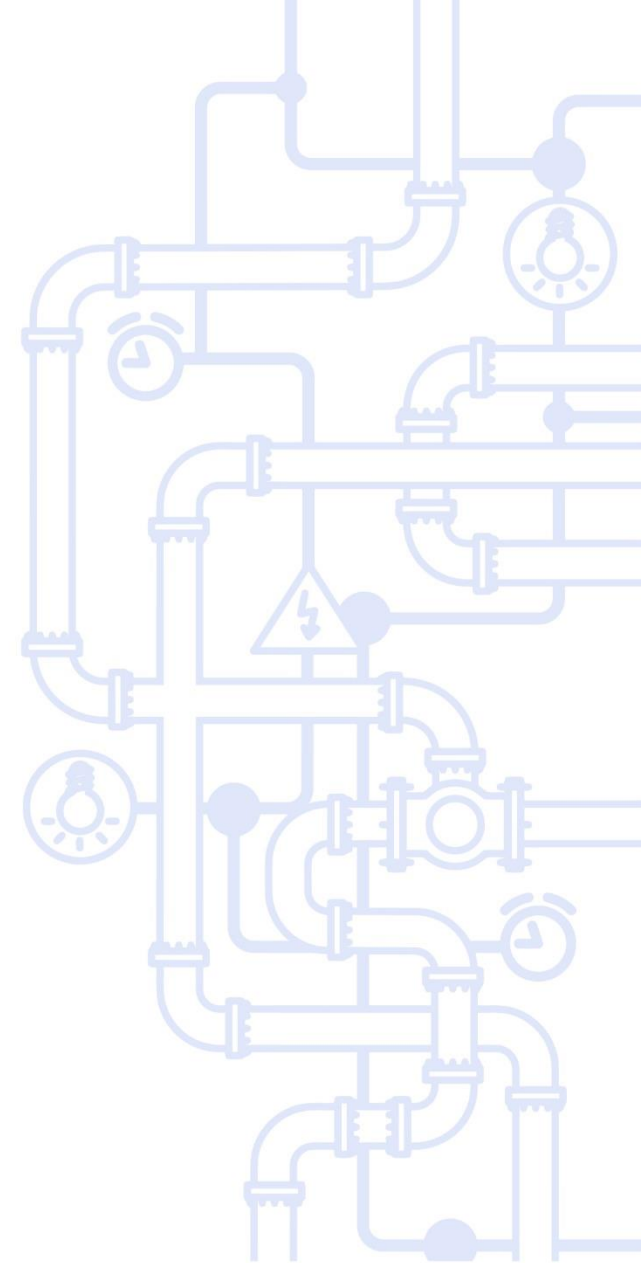
РОСТ ИНВЕСТИЦИЙ НА МОДЕРНИЗАЦИЮ СИСТЕМ
ВОДО И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗА 2005-2015 ГГ.

Объемы рынка и перспективы коммерциализации

Затраты организаций, снабжающих теплоэнергией и горячей водой на мероприятия по энергосбережению, млн.рублей



154,1 % РОСТ ЗАТРАТ НА МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЭНЕРГОСБЕРЖЕНИЮ





БЛАГОДАРИМ ЗА ВНИМАНИЕ

г. Уфа, 450055, ул. Российская, 56 б
e-mail: on.ufa@mail.ru
тел.: +7 (347) 284-56-09
www.on-ufa.ru

