EU4Energy

Energy Community

Workshop on Energy Performance Buildings Standards

Georgia, 12 April 2019

Содержание

1/ Обзор EPB-стандартов, сопровождающих имплементацию в ЕС Директивы Об энергоэффективности зданий. Модульная структура стандартов по расчету энергоэффективности. Особенности стандартов (EN) и сопровождающей технической информации (CEN/TR) для EPB-стандартов.

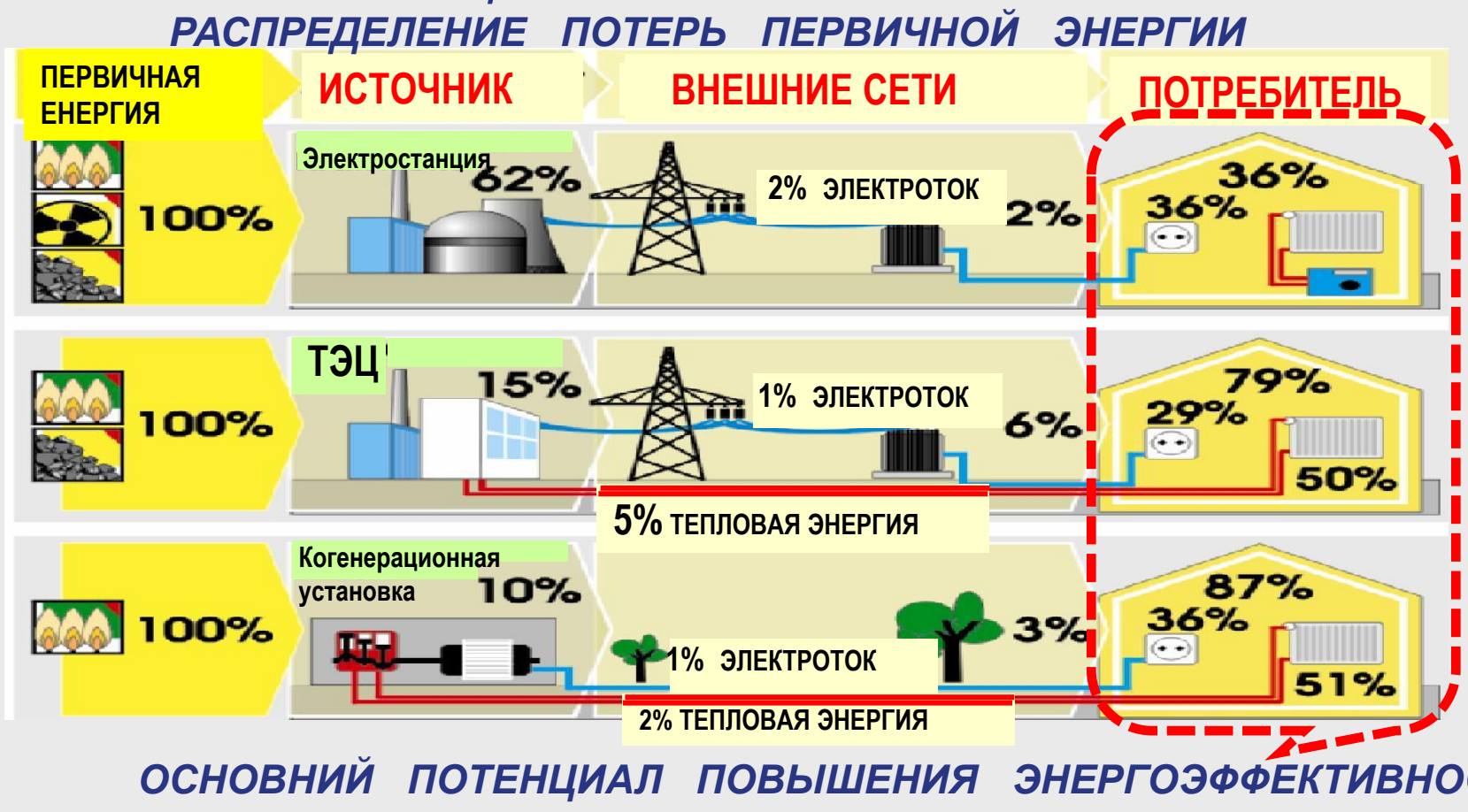
2/ Сравнение энергоэффективности инженерных систем зданий по использованию первичной энергии (EN ISO 52000-1 and EN 15316-2).

3/ Энергоэффективность новых, старых и модернизированных систем водяного отопления (EN 15316-2). Автоматизация здания, класс энергоэффективности регулирования инженерных систем (EN 15232-1).

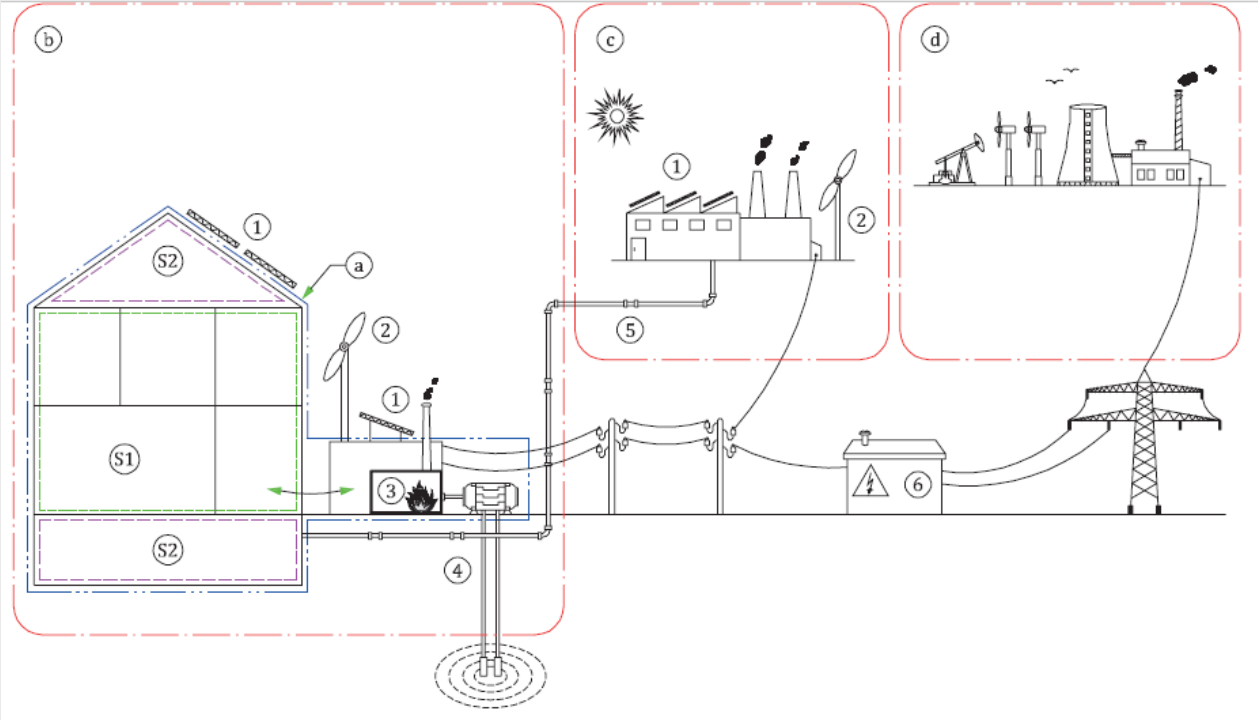
Содержание

1/ Обзор EPB-стандартов, сопровождающих имплементацию в ЕС Директивы Об энерго-эффективности зданий. Модульная структура стандартов по расчету энергоэффективности. Особенности стандартов (EN) и сопровождающей технической информации (CEN/TR) для EPB-стандартов.

Энергоэффективность - комплексный подход ко всем звеньям энергообеспечения



EN ISO 52000-1:2017 Энергоэффективность зданий – Общая оценка – Часть 1 – Общие рамки и процедуры



Пример схемы представления концепции деления на периметры и границы оценки

a – граница оценки (при тепловом балансе)
b – периметр: на месте
c – периметр: недалеко
d – периметр: удаленный
S1 – отапливаемые объём
S2 – неотапливаемый объём в тепловой оболочке
1 – солнечная батарея или коллектор
2 – ветроустановка
3 – котел
4 – тепловой насос
5 – централизованное теплоснабжение/охлаждение
6 – электроподстанция (низко- или высоковольтная и, возможно, аккумулирующая)

Модульная структура стандартов по расчету энергоэффективности здания

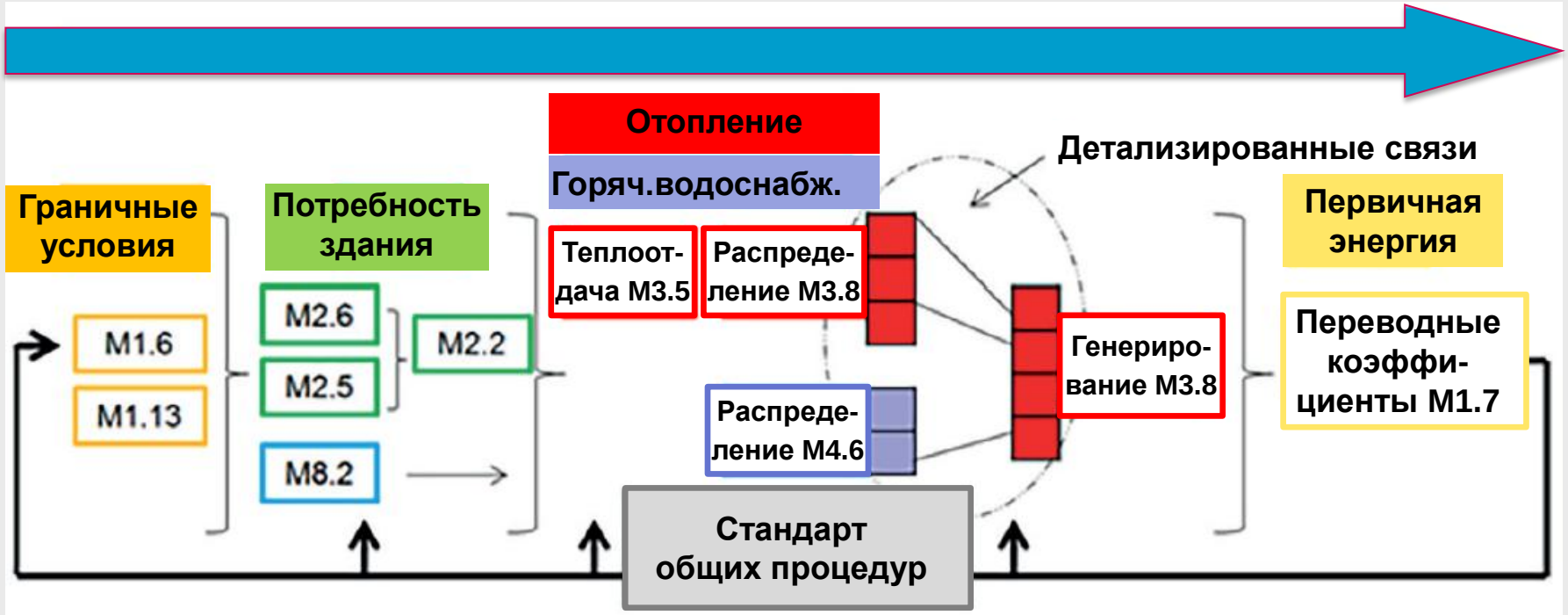
1. Общие вопросы
2. Термины и определения
3. Применение
4. Способы представления энергетических характеристик
5. Функциональность и границы здания
6. Используемость здания и эксплуатационные режимы
7. Соединение энергетических услуг и энергообеспечения
8. Зонирование здания
9. Расчет энергоэффективности
10. Измерение энергоэффективности
11. Инспектирование/обследование
12. Способы представления энергетических характеристик
13. Внешняя окружающая среда
14. Экономические расчеты

	Общие процедуры	Здание	Технические системы здания								Иные системы
MODULES / SUB-MODULES	M1	M2	M3 Heating	M4 Cooling	M5 Ventilation	M6 Humidification	M7 Dehumidification	M8 Domestic Hot Water	M9 Lighting	M10 Building Autom. & Controls	M11 Photovoltaic, Wind	M12
1	1.General: EN ISO 52000-1	1.General	1.General: EN 15316-1	EN 16798-9	EN 16798-3	EN 16798-3	EN 16798-3	EN 15316-1	EN 15193-1	EN 15232-1		–
2	2.Common terms and definitions, symbols, units and subscripts: EN ISO 52000-1	2.Building Energy Needs: EN ISO 52016-1, EN ISO 52017-1	2.Needs					EN 12831-3	EN 15193-1			–
3	3.Applications: EN ISO 52000-1	3.(Free) Indoor Conditions without Systems: EN ISO 52016-1, EN ISO 52017-1	3.Maximum Load and Power: EN ISO 52016-1, EN ISO 52017-1, EN 12831-1	EN ISO 52016-1, EN ISO 52017-1, EN 16798-11		EN ISO 52016-1, EN ISO 52017-1	EN ISO 52016-1, EN ISO 52017-1	EN 12831-3				–
4	4.Ways to Express Energy Performance: EN ISO 52003-1	4.Ways to Express Energy Performance: EN ISO 52018-1	4.Ways to Express Energy Performance: EN 15316-1	EN 16798-9	EN 16798-3	EN 16798-3	EN 16798-3	EN 15316-1	EN 15193-1	EN 15232-1		–
5	5.Building Functions and Building Boundaries: EN ISO 52000-1	5.Heat Transfer by Transmission: EN ISO 10077-1, EN ISO 10077-2, EN ISO 10211, EN ISO 12631, EN ISO 13370, EN ISO 13789, EN ISO 14683, EN ISO 6946	5.Emission & Control: EN 15316-2, EN 15500-1, EN 12098-1, EN 12098-3, EN 12098-5	EN 15316-2, EN 15500-1	EN 16798-7, EN 15500-1	EN 16798-5-1, EN 16798-5-2	EN 16798-5-1, EN 16798-5-2			EN 15232-1		–
6	6.Building Occupancy and Operating Conditions: EN 16798-1, ISO 17772-1	6.Heat Transfer by Infiltration and Ventilation: EN ISO 13789	6.Distribution & Control: EN 15316-3, EN 12098-1, EN 12098-3, EN 12098-5	EN 15316-3	EN 16798-5-1, EN 16798-5-2			EN 15316-3		EN 15232-1		–
7	7.Aggregation of Energy Services and Energy Carriers: EN ISO 52000-1	7.Internal Heat Gains: EN 16798-1, ISO 17772-1	7.Storage & Control: EN 15316-5, EN 12098-1, EN 12098-3, EN 12098-5	EN 16798-15				EN 15316-5, EN 15316-4-3		EN 15232-1		–
8	8.Building Zoning: EN ISO 52000-1	8.Solar Heat Gains: EN ISO 52022-1, EN ISO 52022-3	8.Generation & Control: EN 12098-1, EN 12098-3, EN 12098-5, EN 15316-4-1, EN 15316-4-2, EN 15316-4-3, EN 15316-4-4, EN 15316-4-5, EN 15316-4-8	EN 16798-13, EN 15316-4-2, EN 15316-4-5	EN 16798-5-1, EN 16798-5-2	EN 16798-5-1, EN 16798-5-2	EN 16798-5-1, EN 16798-5-2	EN 15316-4-1, EN 15316-4-2, EN 15316-4-3, EN 15316-4-4, EN 15316-4-5		EN 15232-1	EN 15316-4-3, EN 15316-4-4, EN 15316-4-5, EN 15316-4-10	–
9	9.Calculated Energy Performance: EN ISO 52000-1	9.Building Dynamics (thermal mass): EN ISO 13786	9.Load Dispatching & Operating Cond.: EN 15316-1	EN 16798-9						EN 15232-1		–
10	10.Measured Energy Performance: EN ISO 52000-1	10.Measured Energy Performance	10.Measured Energy Performance: EN 15378-3					EN 15378-3	EN 15193-1	EN 15232-1, EN 16946-1		–
11	11.Inspection	11.Inspection	11.Inspection: EN 15378-1	EN 16798-17	EN 16798-17	EN 16798-17	EN 16798-17	EN 15378-1	EN 15193-1	EN 16947-1		–
12	12.Ways to express Indoor Comfort: EN 16798-1, ISO 17772-1		12.BMS									
13	13.External Environment: EN ISO 52010-1											–
14	14.Economic Calculation: EN 15459-1											–

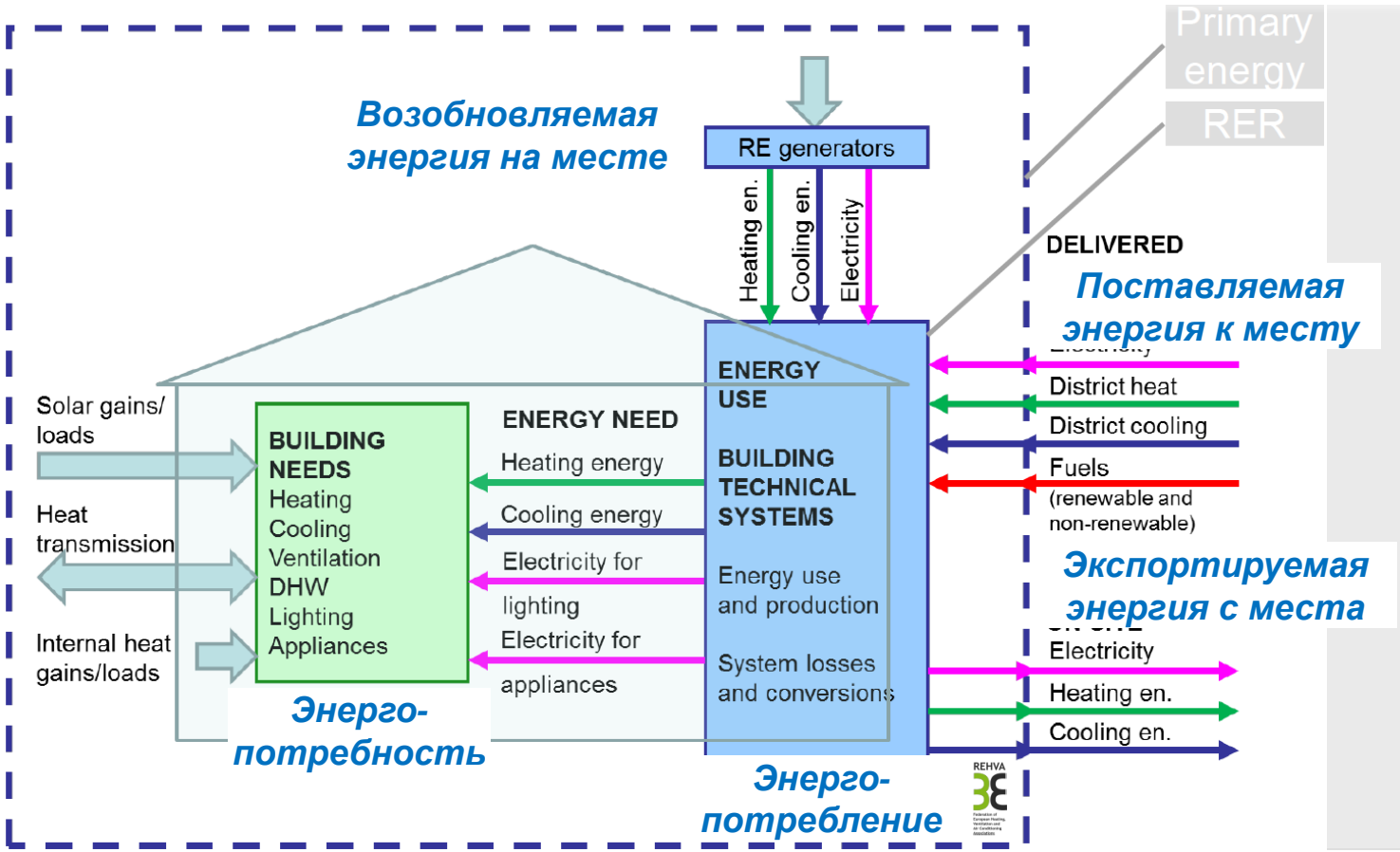
Energy Community

EU4Energy

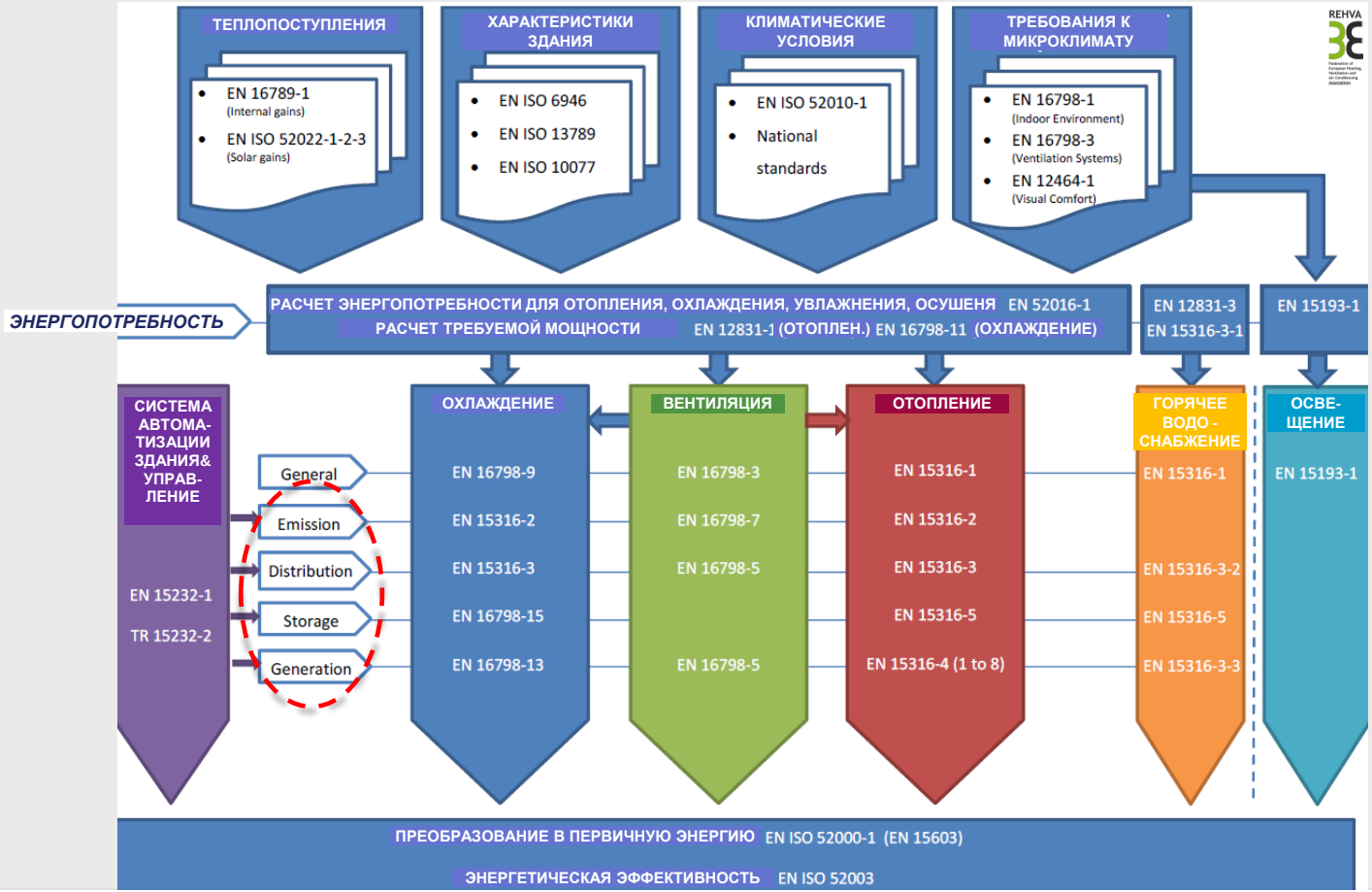
Схема взаимосвязи модулей (пример) CEN ISO/TR 52000-2:2017



Расчетные границы систем



Расчетная схема применения стандартов



EN ISO EPB-стандарты и сопровождающая техническая информация CEN ISO/TR

Coverage	STANDARD		PUBLISHED	ACCOMPANYING TECHNICAL REPORT		PUBLISHED	Ref. Modules
EN ISO	EN ISO 10077-1	Thermal performance of windows, doors and shutters — Calculation of thermal transmittance — Part 1: General	2017-06				M2-5
	EN ISO 10077-2	Thermal performance of windows, doors and shutters — Calculation of thermal transmittance — Part 2: Numerical method for frames	2017-06				M2-5
	EN ISO 12631	Thermal performance of curtain walling — Calculation of thermal transmittance	2017-06				M2-5
	EN ISO 10211	Thermal bridges in building construction — Heat flows and surface temperatures — Detailed calculations	2017-06	CEN ISO/TR 52019-2	Energy performance of buildings — Hygrothermal performance of building components and building elements — Part 2: Explanation and justification	2017-07	M2-5
	EN ISO 13370	Thermal performance of buildings — Heat transfer via the ground — Calculation methods	2017-06				M2-5
	EN ISO 13786	Thermal performance of building components — Dynamic thermal characteristics — Calculation methods	2017-06				M2-9
	EN ISO 13789	Thermal performance of buildings — Transmission and ventilation heat transfer coefficients — Calculation method	2017-06				M2-5
	EN ISO 14683	Thermal bridges in building construction — Linear thermal transmittance — Simplified methods and default values	2017-06				M2-5
	EN ISO 6946	Building components and building elements — Thermal Resistance and thermal transmittance — Calculation methods	2017-06				M2-5
	EN ISO 52000-1	Energy performance of buildings — Overarching EPB assessment — Part 1: General framework and procedures EPB Standards related to Energy Need calculation	2017-06	CEN ISO/TR 52000-2	Energy performance of buildings — Overarching EPB assessment — Part 2: Explanation and justification of ISO 52000-1	2017-06	M1-1, M1-2, M1-3, M1-5, M1-7, M1-8, M1-9, M1-10
	EN ISO 52003-1	Energy performance of buildings — Indicators, requirements, ratings and certificates — Part 1: General aspects and application to the overall energy performance	2017-06	CEN ISO/TR 52003-2	Energy performance of buildings — Indicators, requirements, ratings and certificates — Part 2: Explanation and justification of ISO 52003-1	2017-06	M1-4
	EN ISO 52010-1	Energy performance of buildings — External climatic conditions — Part 1: Conversion of climatic data for energy calculations	2017-06	CEN ISO/TR 52010-2	Energy performance of buildings — External climatic conditions — Part 2: Explanation and justification of ISO 52010-1	2017-06	M1-13
	EN ISO 52016-1	Energy performance of buildings — Energy needs for heating and cooling, internal temperatures and sensible and latent head loads — Part 1: Calculation procedures	2017-06	CEN ISO/TR 52016-2	Energy performance of buildings — Energy needs for heating and cooling, internal temperatures and sensible and latent heat loads — Part 2: Explanation and justification of ISO 52016-1 and ISO 52017-1	2017-06	M2-2, M2-3, M3-3, M4-3, M6-3, M7-3
	EN ISO 52017-1	Energy performance of buildings — Sensible and latent heat loads and internal temperatures — Part 1: Generic calculation procedures	2017-06				M2-2, M2-3, M3-3, M4-3, M6-3, M7-3
	EN ISO 52018-1	Energy performance of buildings — Indicators for partial EPB requirements related to thermal energy balance and fabric features — Part 1: Overview of options	2017-06	CEN ISO/TR 52018-2	Energy performance of buildings — Indicators for partial EPB requirements related to thermal energy balance and fabric features — Part 2: Explanation and justification of ISO 52018-1	2017-06	M2-4
	EN ISO 52022-1	Energy performance of buildings — Thermal, solar and daylight properties of building components and elements — Part 1: Simplified calculation method of the solar and daylight characteristics for solar protection devices combined with glazing	2017-06	CEN ISO/TR 52022-2	Energy performance of buildings — Thermal, solar and daylight properties of building components and elements — Part 2: Explanation and justification	2017-06	M2-8
	EN ISO 52022-3	Energy performance of buildings — Thermal, solar and daylight properties of building components and elements — Part 3: Detailed calculation method of the solar and daylight characteristics for solar protection devices combined with glazing	2017-06				M2-8
ISO	ISO 17772-1	Energy performance of buildings — Indoor environmental quality — Part 1: Indoor environmental input parameters for the design and assessment of energy performance of buildings	2017-06	ISO/TR 17772-2	Energy performance of buildings — Overall Energy performance Assessment Procedures — Part 2: Guideline for using indoor environmental input parameters for the design and assessment of energy performance of buildings	NO - Under development	M1-6, M1-12, M2-7 REHVA

EN u CEN/TR EPB-стандарты

STANDARD		PUBLISHED	ACCOMPANYING TECHNICAL REPORT		PUBLISHED	Ref. Modules
EN 12098-1	Energy performance of buildings – Controls for heating systems – Part 1: Control equipment for hot water heating systems	2017-05	CEN/TR 12098-6	Controls for heating systems – Part 6: Accompanying TR prEN 12098-1:2015	2016-08	M3-5, M3-6, M3-7, M3-8
EN 12098-3	Energy performance of buildings – Controls for heating systems – Part 3: Control equipment for electrical heating systems	2017-05	CEN/TR 12098-7	Controls for heating systems – Part 7: Accompanying TR prEN 12098-3:2015	2016-08	M3-5, M3-6, M3-7, M3-8
EN 12098-5	Energy performance of buildings – Controls for heating systems – Part 5: Start-stop schedulers for heating systems	2017-05	CEN/TR 12098-8	Controls for heating systems – Part 8: Accompanying TR prEN 12098-5:2015	2016-08	M3-5, M3-6, M3-7, M3-8
EN 12831-1	Energy performance of buildings – Method for calculation of the design heat load – Part 1: Space heating load	2017-07	CEN/TR 12831-2	Energy performance of buildings – Method for calculation of the design heat load – Part 2: Explanation and justification of EN 12831-1	2017-04	M3-3
EN 12831-3	Energy performance of buildings – Method for calculation of the design heat load – Part 3: Domestic hot water systems heat load and characterisation of needs	2017-07	CEN/TR 12831-4	Energy performance of buildings – Method for the calculation of the design heat load – Part 4: Explanation and justification of EN 12831-3	2017-04	M8-2, M8-3
EN 15193-1	Energy performance of buildings – Energy requirements for lighting – Part 1: Specifications	2017-04	CEN/TR 15193-2	Energy performance of buildings – Energy requirements for lighting. Explanation and justification of EN 15193-1	2017-04	M9
EN 15232-1	Energy performance of buildings – Energy performance of buildings – Part 1: Impact of Building Automation, Controls and Building Management	2017-05	CEN/TR 15232-2	Energy performance of buildings – Accompanying TR prEN 15232-1:2015	2016-09	M10-4, M10-5, M10-6, M7, M10-8, M10-9, M10-10
EN 15316-1	Energy performance of buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 1: General and Energy performance expression	2017-04	CEN/TR 15316-6-1	Heating systems and water based cooling systems in buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 6-1: Explanation and justification of EN 15316-1	2017-04	M3-1, M3-4, M3-9, M8-1, M8-4
EN 15316-2	Energy performance of buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 2: Space emission systems (heating and cooling)	2017-05	CEN/TR 15316-6-2	Energy performance of buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 6-2: Explanation and justification of EN 15316-2	2017-05	M3-5, M4-5
EN 15316-3	Energy performance of buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 3: Space distribution systems (DHW, heating and cooling)	2017-04	CEN/TR 15316-6-3	Energy performance of buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 6-3: Explanation and justification of 15316-3	2017-04	M3-6, M4-6, M8-6
EN 15316-4-1	Energy performance of buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 4-1: Space heating and DHW generation systems,	2017-05	CEN/TR 15316-6-4	Energy performance of buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 6-4: Explanation and justification of EN 15316-4-1	2017-04	M3-7, M8-7
EN 15316-4-2	Energy performance of buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 4-2: Space heating generation systems, heat pump systems	2017-04	CEN/TR 15316-6-5	Energy performance of buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 6-5: Explanation and justification of EN 15316-4-2	2017-04	M3-8, M8-8
EN 15316-4-3	Energy performance of buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 4-3: Heat generation systems, thermal solar and photovoltaic systems	2017-05	CEN/TR 15316-6-6	Energy performance of buildings – Method for calculation of system energy performance and system efficiencies – Part 6-6: Explanation and justification of EN 15316-4-3	2017-04	M3-8, M8-7, M8-8, M11-8
EN 15316-4-4	Energy performance of buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 4-4: Heat generation systems, building-integrated cogeneration systems	2017-04	CEN/TR 15316-6-7	Energy performance of buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 6-7: Explanation and justification of EN 15316-4-4	2017-04	M3-8, M8-8, M11-8
EN 15316-4-5	Energy performance of buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 4-5: District heating and cooling	2017-05	CEN/TR 15316-6-8	Energy performance of buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 6-8: Explanation and justification of EN 15316-4-5	2017-04	M3-8, M4-8, M8-8, M11-8
EN 15316-4-8	Energy performance of buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 4-8: Space heating generation systems, air heating and overhead radiant heating systems, including stoves (local)	2017-04	CEN/TR 15316-6-9	Energy performance of buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 6-9: Explanation and justification of EN 15316-4-8	2017-05	M3-8, M8-8, M11-8
EN 15316-4-10	Energy performance of buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 4-10: Wind power generation systems	2017-05				M11-8
EN 15316-5	Energy performance of buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 5: Space heating and DHW storage systems (not cooling)	2017-05	CEN/TR 15316-6-10	Energy performance of buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 6-10: Explanation and justification of EN 15316-5	2017-04	M3-7, M8-7
EN 15378-1	Energy performance of buildings – Heating systems and DHW in buildings – Part 1: Inspection of boilers, heating systems and DHW	2017-05	CEN/TR 15378-2	Energy Performance Of Buildings – Heating Systems And Dhw In Buildings – Part 2: Explanation and justification of EN 15378-1	2017-04	M3-11, M8-11
EN 15378-3	Energy performance of buildings – Heating and DHW systems in buildings – Part 3: Measured energy performance	2017-04	CEN/TR 15378-4	Energy performance of buildings – Measured energy performance – Part 4: Explanation and justification of EN 15378-3	2017-05	M3-10, M8-10
EN 15459-1	Energy performance of buildings – Economic evaluation procedure for energy systems in buildings – Part 1: Calculation procedures	2017-06	CEN/TR 15459-2	Energy performance of buildings – Economic evaluation procedure for energy systems in buildings – Part 2: Explanation and justification of EN 15459-1	2017-07	M1-14
EN 15500-1	Energy performance of buildings – Control for heating, ventilating and air conditioning applications – Part 1: Electronic individual zone control equipment	2017-05	CEN/TR 15500-2	Energy performance of buildings – Control for heating, ventilating and air-conditioning applications. Accompanying TR prEN 15500-1:2015	2016-08	M3-5, M4-5, M5-5
(EN 16798-1)	Energy performance of buildings – Part 1: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics	NO - Under approval	(CEN/TR 16798-2)	Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Part 2: Interpretation of the requirements in EN 16798-1	NO - Approved	M1-6, M2-7
EN 16798-3	Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Part 3: For non-residential buildings - Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems	2017-07	CEN/TR 16798-4	Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Interpretation of the requirements in EN 16798-3	2017-07	M5-1, M5-4, M6-1, M6-4, M7-1, M7-4
EN 16798-5-1	Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Calculation methods for energy requirements of ventilation and air conditioning systems – Part 5-1: Distribution and generation-Method 1	2017-05	CEN/TR 16798-6	Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Part 6: Interpretation of the requirements in EN 16798-5 -1 and EN 16798-5-2	2017-07	M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8
EN 16798-5-2	Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Part 5-2: Calculation methods for energy requirements of ventilation systems – Method 2: Distribution and generation	2017-08				M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8
EN 16798-7	Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Part7: Calculation methods for the determination of air flow rates in buildings including infiltration	2017-06	CEN/TR 16798-8	Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Interpretation of the requirements in EN 16798-7	2017-08	M5-5
EN 16798-9	Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Part 9: Calculation methods for energy requirements of cooling systems	2017-06	CEN/TR 16798-10	Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Part 10: Interpretation of the requirements in EN 16798-9	2017-07	M4-1, M4-4, M4-9
EN 16798-13	Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Part 13: Calculation of cooling systems	2017-06	CEN/TR 16798-14	Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Part 14: Interpretation of the requirements in EN 16798-13	2017-06	M4-8
EN 16798-15	Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Part 15: Calculation of cooling systems	2017-06	CEN/TR 16798-16	Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Part 16: Interpretation of the requirements in EN 16798-15	2017-06	M4-7
EN 16798-17	Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Part 17: Guidelines for inspection of ventilation and air conditioning systems	2017-06	CEN/TR 16798-18	Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Interpretation of the requirements in EN 16798-17	2017-06	M4-11, M5-11, M6-11, M7-11
EN 16946-1	Energy performance of buildings – Inspection of Automation, Controls and Technical Building Management – Part 1	2017-07	CEN/TR 16946-2	Inspection of Building Automation, Controls and Technical Building Management – Part 2: Accompanying prEN 16946-1:2015	2016-09	M10-11
EN 16947-1	Energy performance of buildings – Building Management System – Part 1	2017-06	CEN/TR 16947-2	Building Management System – Part 2: Accompanying prEN 16947-1:2015	2016-09	M10-12

REHVA

Особенности EPB-стандартов

А) Технические спецификации по применению EPB-стандартов:

- ***CEN/TS 16628:2014 Energy Performance of Buildings. Basic Principles for the set of EPB standards;***
- ***CEN/TS 16629:2014, Energy Performance of Buildings - Detailed Technical Rules for the set of EPB-standards;***

Б) почти все стандарты сопровождаются технической информацией (TR) структурно совпадающей с EN и EN ISO, которая поясняет и дополняет положения стандартов, а также дает примеры;

В) стандарты EN ISO и техническая информация CEN ISO/TR без содержания. Они лишь перенаправляют на соответствующий идентичный ISO или ISO/TR;

Особенности EPB-стандартов

Г) Содержат требования к государственному органу, формирующему/ реализующему политику энергоэффективности в принятии решения по:

- ***применению расчетных данных по умолчанию, либо адаптировать их под особенности страны;***
- ***адаптации данных для экономической оценки мероприятий по повышению энергоэффективности в соответствии с EN 15459-1;***
- ***применяемым методам обследования/инспектирования инженерных/технических систем зданий по соответствующим стандартам обследования/инспектирования.***

Содержание

2/ Сравнение энергоэффективности инженерных систем зданий по использованию первичной энергии (EN ISO 52000-1and EN 15316-1).

Коэффициент первичной энергии ***EN ISO 52000-1***

	Energy carrier Delivered from distant		f_{Pnren}	f_{Pren}	f_{Ptot}	K_{CO2e} (g/kW h)
1	Fossil fuels	Solid	1,1	0	1,1	360
2		Liquid	1,1	0	1,1	290
3		Gaseous	1,1	0	1,1	220
4	Bio fuels	Solid	0,2	1	1,2	40
5		Liquid	0,5	1	1,5	70
6		Gaseous	0,4	1	1,4	100
7	Electricity [c]		2,3	0,2	2,5	420
	Delivered from nearby					
8	District heating [a]		1,3	0	1,3	260
9	District cooling		1,3	0	1,3	260
	Delivered from on-site					
10	Solar	PV electricity	0	1	1	0
11		Thermal	0	1	1	0
12	Wind		0	1	1	0
13	Environment	Geo-, aero-, hydrothermal	0	1	1	0
	Exported					
14	Electricity [b c]	To the grid	2,3	0,2	2,5	420
15		To non EPB uses	2,3	0,2	2,5	420

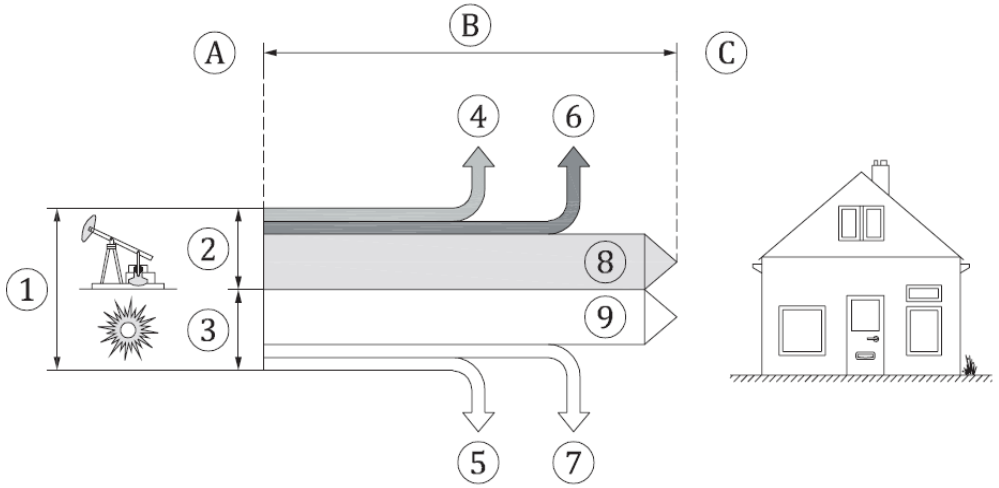
[a] Default value based on a natural gas boiler. Specific values are calculated according to M3–8.5.

[b] It is possible to differentiate between different sources of electricity like wind or solar.

[c] These values are established in line with the default coefficient provided in Annex IV of Directive 2012/27/EU. This default coefficient is currently being reviewed and a later amendment of the above factors could be needed.

NOTE 1 Add a column in case of other requirements, e.g., CO_2 requirement.

NOTE 2 Add rows for each relevant energy carrier.



$$f_{Ptot} = \frac{①}{⑧+⑨} \qquad f_{Pnren} = \frac{②}{⑧+⑨} \qquad f_{Pren} = \frac{③}{⑧+⑨}$$

Key

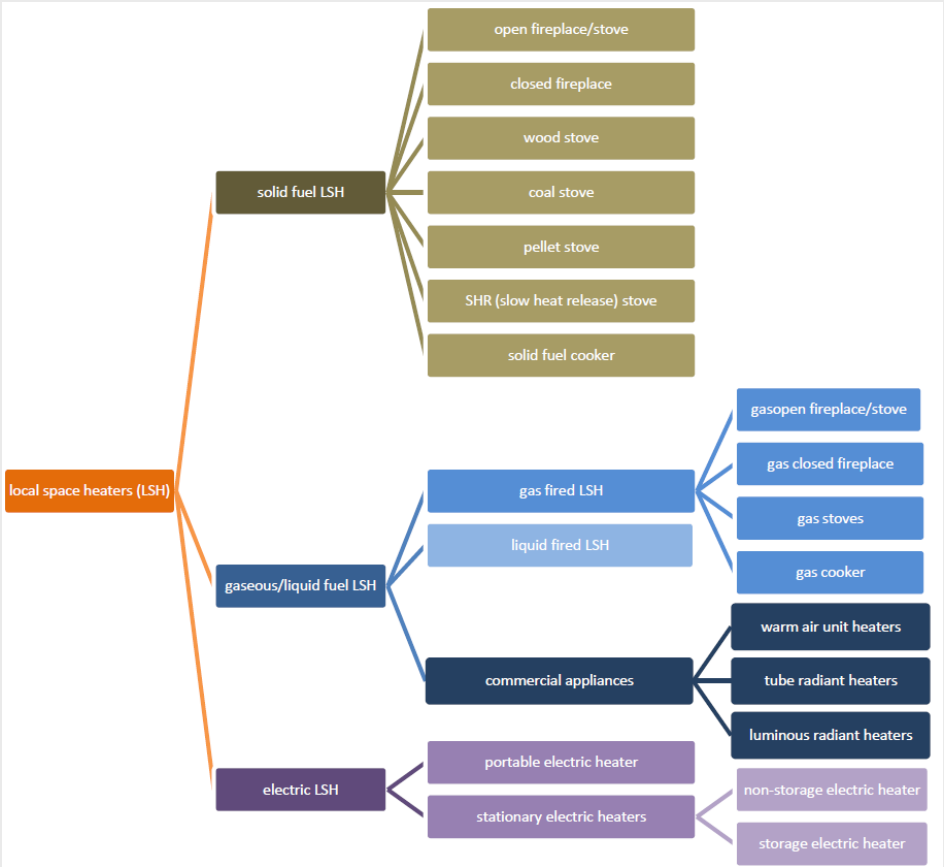
A	energy source	4	non-renewable infrastructure related energy
B	upstream chain of energy supply	5	renewable infrastructure related energy
C	inside the assessment boundary	6	non-renewable energy to extract, refine, convert and transport
1	total primary energy	7	renewable energy to extract, refine, convert and transport
2	non-renewable primary energy	8	delivered non-renewable energy
3	renewable primary energy	9	delivered renewable energy

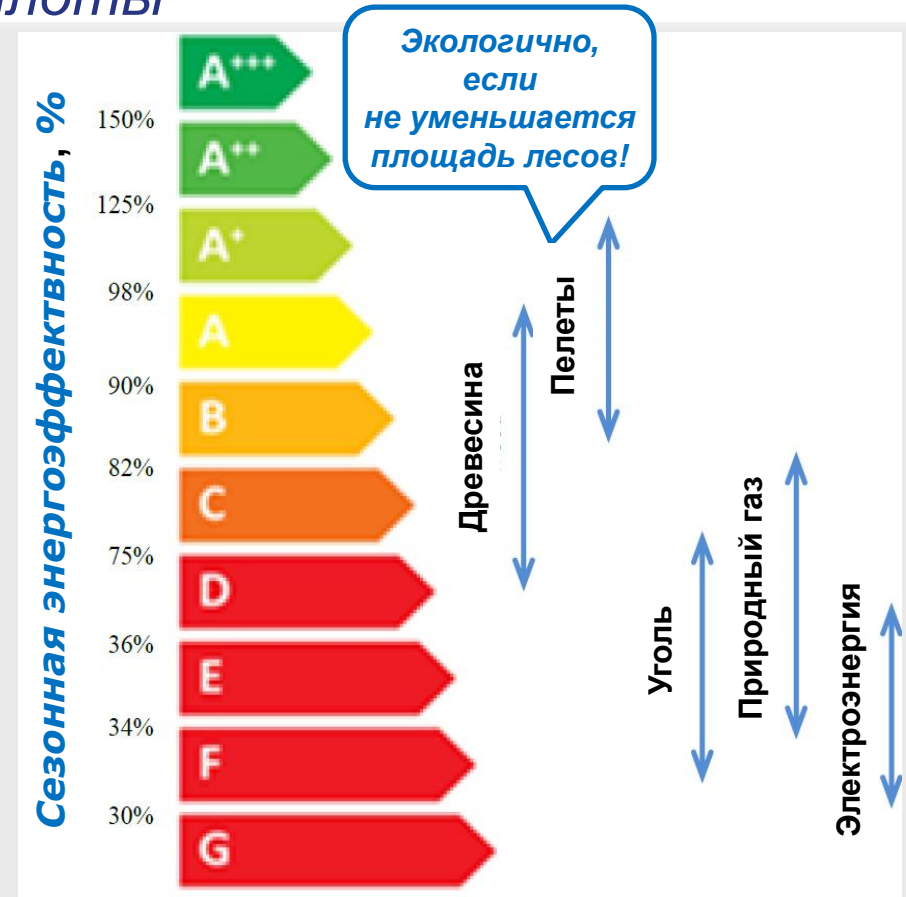
Figure 2 — Primary energy factors

Energy Community

EU4Energy

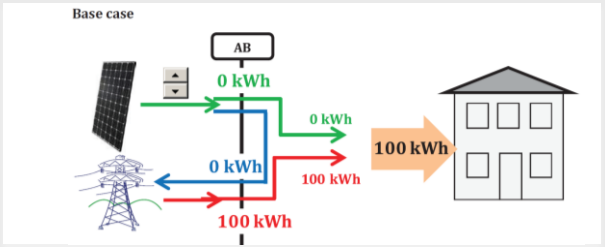
Класс энергоэффективности энергоносителей для локальных источников теплоты

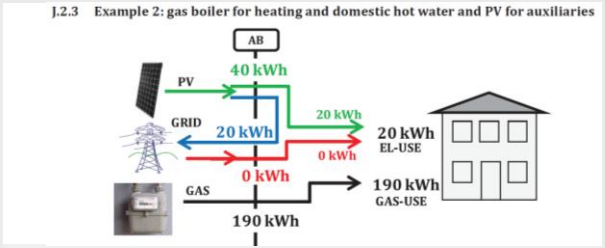


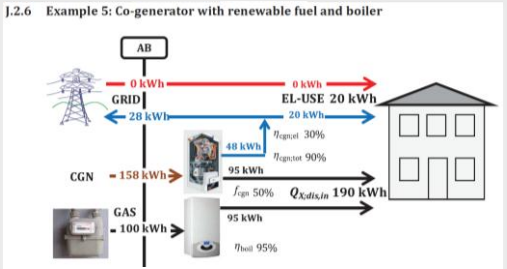


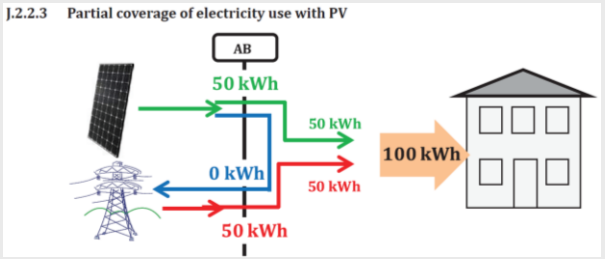
WORKING DOCUMENT ON POSSIBLE ECODESIGN AND ENERGY LABELLING REQUIREMENTS FOR LOCAL SPACE HEATERS

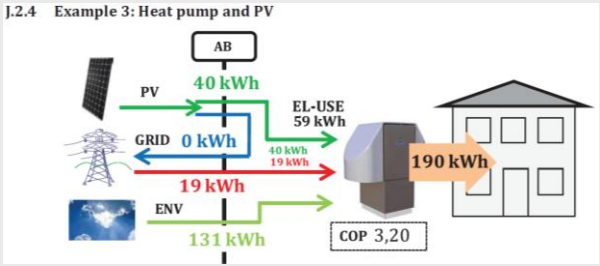
Теплообеспечение здания

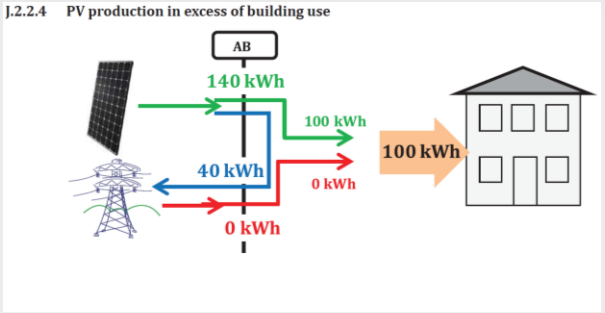


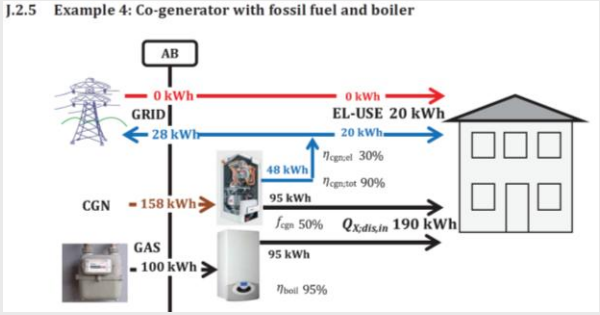






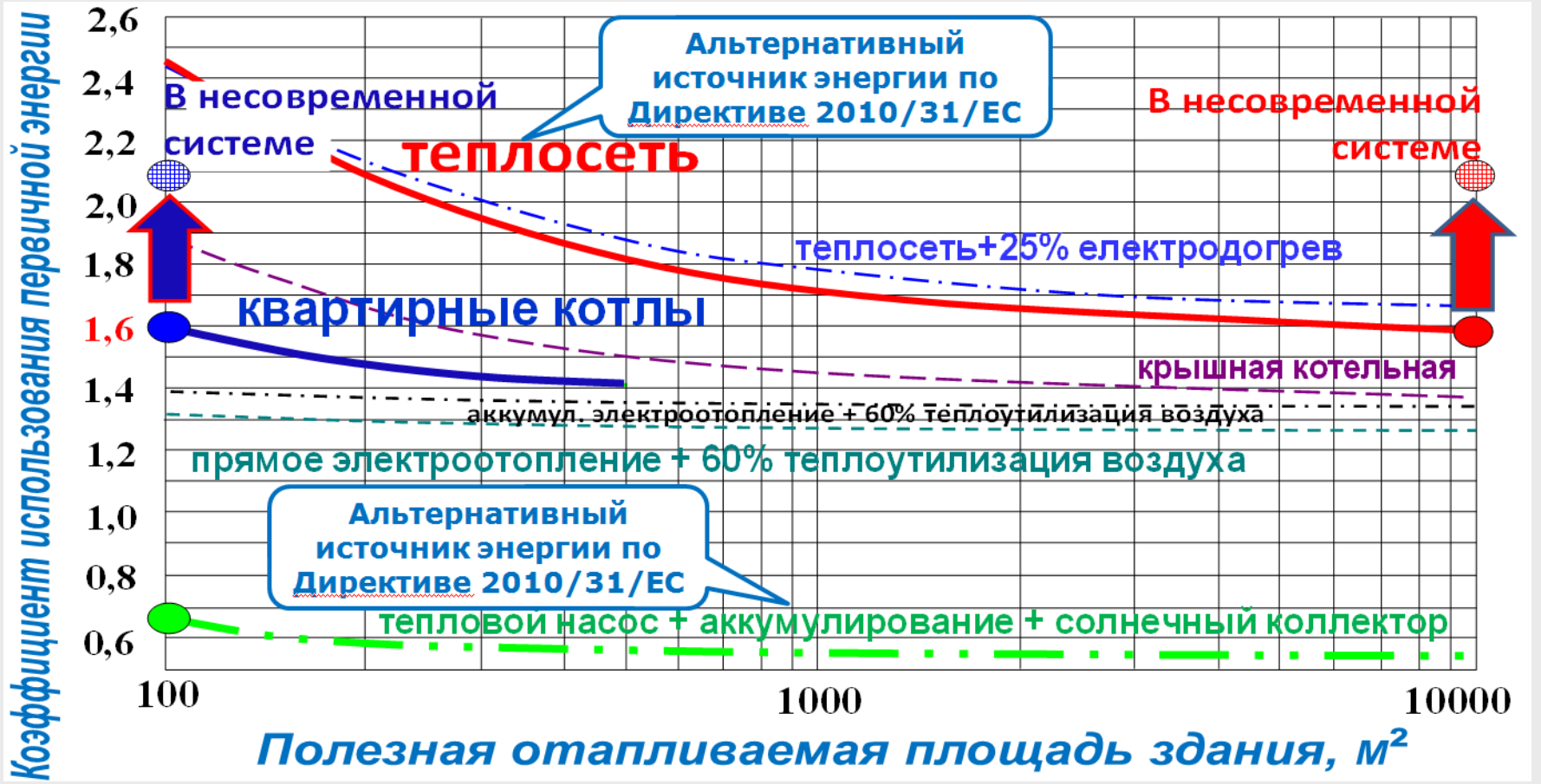




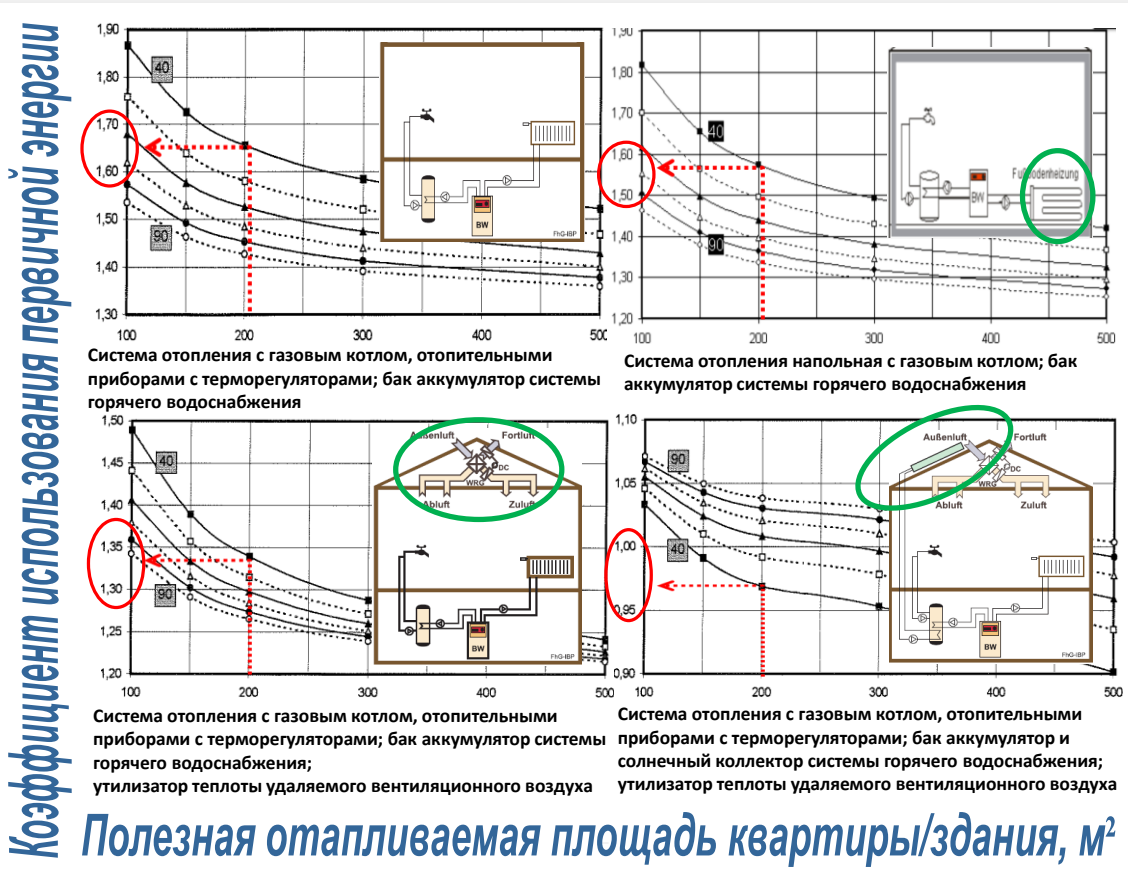


Примеры расчетов EN ISO/TR52000-2:2017

Результаты расчетов энергоэффективности теплообеспечения здания



Результаты расчетов энергоэффективности теплообеспечения малоэтажных зданий и квартир



73 конфигурации оборудования
DIN 4701-10 Bbl 1:2002 → EN 15316

Директива 2012/27/ЄС Об энергоэффективности

ТЕРМИНЫ:

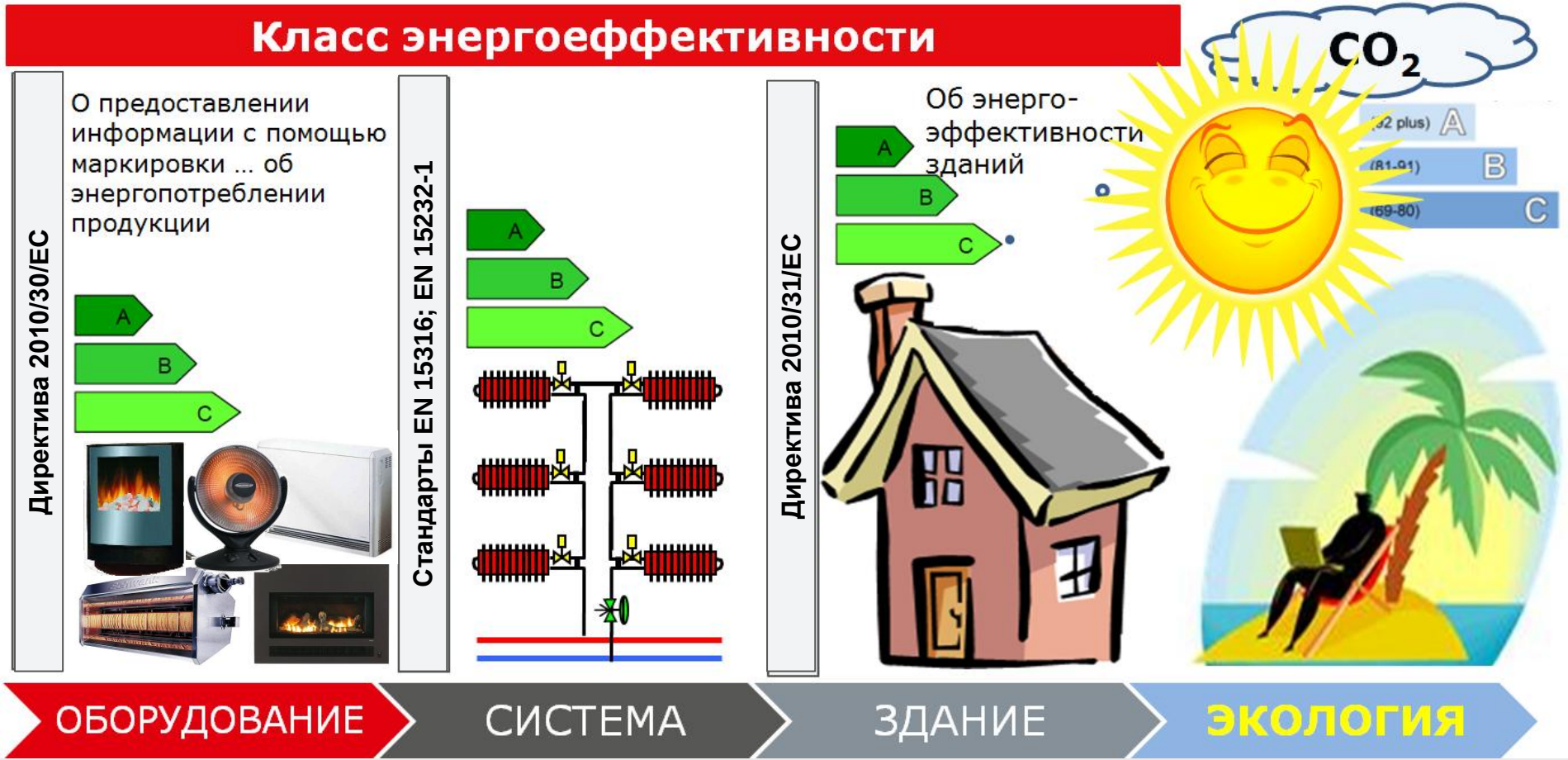
- ***(41) "эффективные централизованное теплоснабжение и охлаждение" означает центральное теплоснабжение или охлаждение системами, в которых по меньшей мере 50% возобновляемых источников энергии, 50% отработанного теплоты, 75% когенерированного теплоты или 50% от комбинации указанных энергий и теплоты;***

- ***(43) "эффективное индивидуальное теплоснабжение и охлаждение" означает индивидуальную возможность обеспечения теплоснабжения и охлаждения, которое по сравнению с эффективностью центрального теплоснабжения и охлаждения до известной степени снижает первичное потребление невозобновляемой энергии, необходимой для обеспечения одной единицы поставляемой энергии в рамках соответствующей системы, или требует того же первичного потребления энергии, но по более низкой цене, принимая во внимание энергию, необходимую для извлечения, преобразования, транспортировки и распределения***

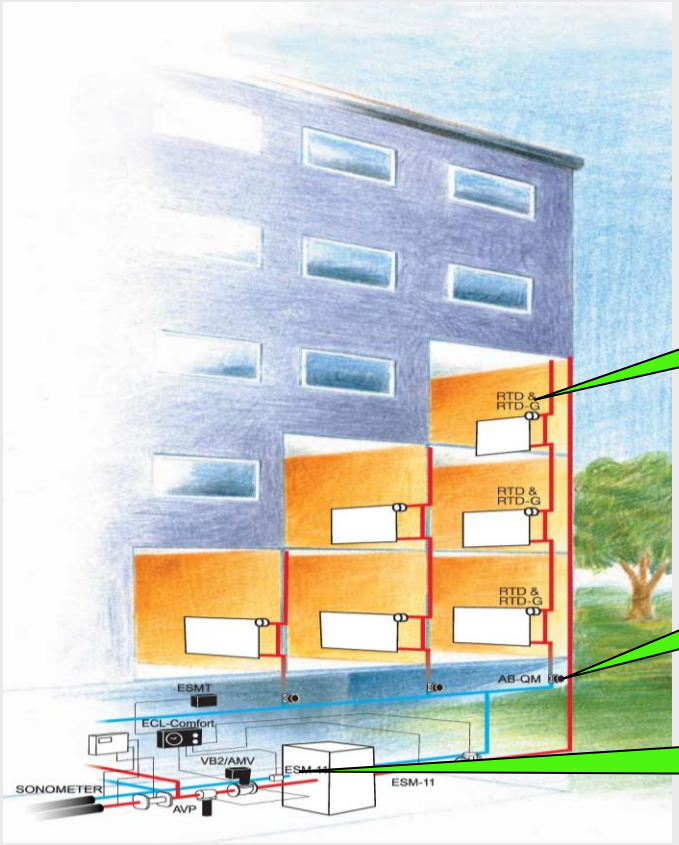
Содержание

3/ Энергоэффективность новых, старых и модернизированных систем водяного отопления (EN 15316-2). Автоматизация здания, класс энергоэффективности регулирования инженерных систем (EN 15232-1).

Взаимозависимость классов энергоэффективности

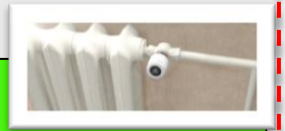


Минимальный уровень энергоэффективности/автоматизации системы отопления



A
B
C

РАДИАТОРНЫЕ ТЕРМОРЕГУЛЯТОРЫ



АВТОМАТИЧЕСКИЕ БАЛАНСИРОВОЧНЫЕ КЛАПАНЫ СТОЯКОВ

ТЕПЛОПУНКТ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ

СУЩЕСТВУЮЩЕЕ СОСТОЯНИЕ

D
E
F
G

ШАРОВЫЕ КРАНЫ,
ПРОБКОВЫЕ КРАНЫ,
НЕРЕГУЛИРОВАННЫЕ

ШАЙБА

РУЧНОЙ ВЕНТИЛЬ

ЭЛЕВАТОР

ШАЙБА

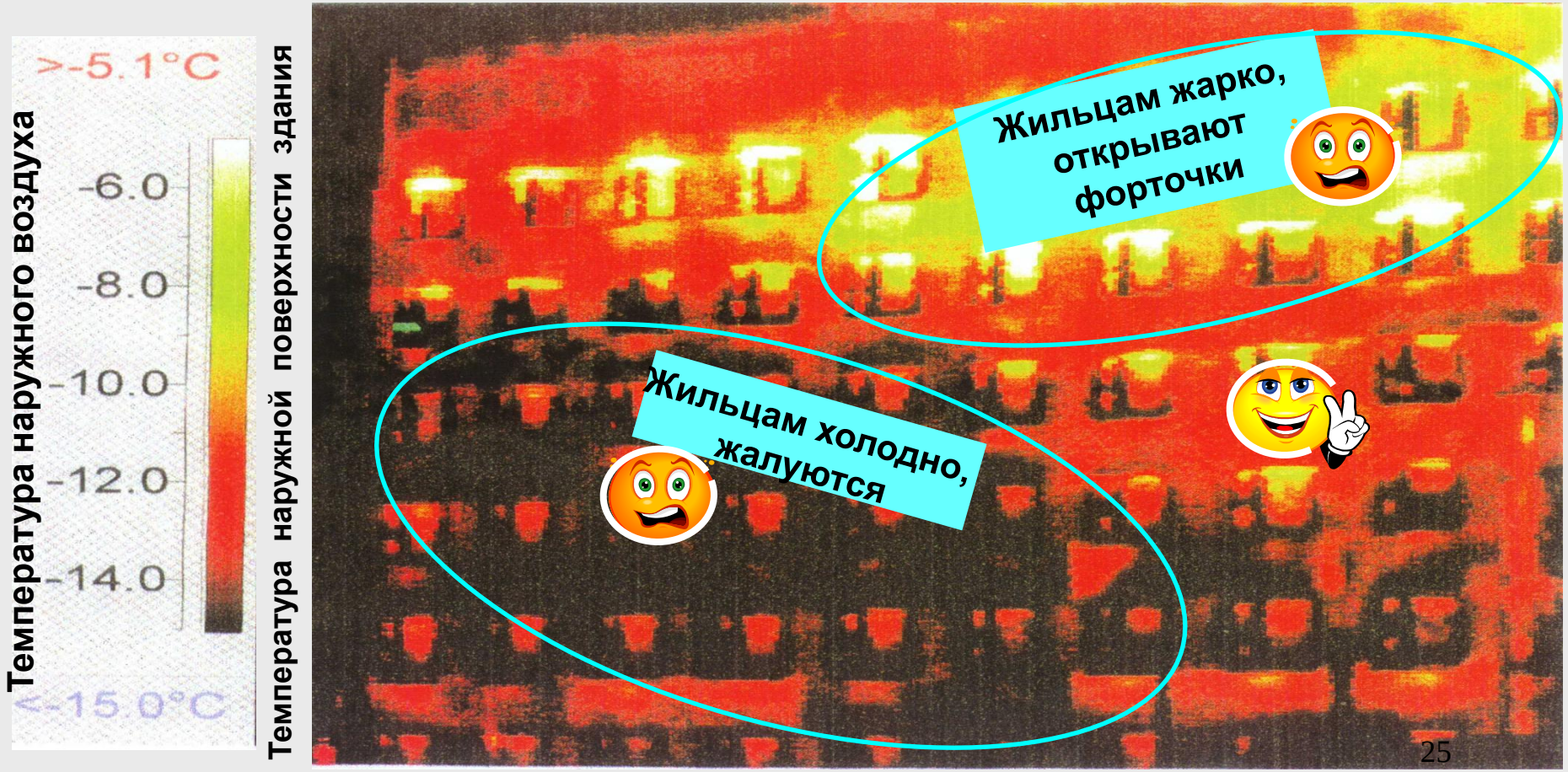
Energy Community

EU4Energy

EN 15232-1:2017

ЗДАНИЯ	ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ЗДАНИЯ			
	D E F G	C	B	A
Офисы	151 %	100 %	80 %	70 %
Театры	124 %	100 %	75 %	50 %
Школы	120 %	100 %	88 %	80 %
Больницы	131 %	100 %	91 %	86 %
Отели	131 %	100 %	85 %	68 %
Рестораны	123 %	100 %	77 %	68 %
Магазины	156 %	100 %	73 %	60 %
Жилые	110 %	100 %	88 %	81 %

Термограмма типичного «советского» жилого здания без балансировки системы и терморегулирования помещений



Современные книги о новых системах водяного и электрического отопления, горячего водоснабжения

Книги в свободном доступе

в Интернете

На You Tube есть обучающие фильмы на гидравлическом стенде. Поиск – Пырков Виктор Васильевич

Примеры расчета – в рукописи книги В. Пырков, В. Милейковский ‘Системы отопления в примерах. Регулирование и энергоэффективность” (опубликованы в e-journal http://heating.danfoss.ua/danfossinfo/#/ ***)***:

- ***часть 1 в Вып. 1/2016, ▪ часть 2 в Вып. 2/2016, ▪ часть 3 в Вып. 1/2017, ▪ часть 4 в Вып. 2/2017***

Майстер-клас

Системы отопления в примерах. Регулирование и энергоэффективность

Презентация рукописи книги с сокращениями. Публикуется частями в нашем журнале. Часть I.

Виктор Пырков
к.т.н., доцент, зам. ген. директора по научной работе «Данфосс ТОВ»

Виктор Митейковский
к.т.н., доцент кафедры ТГСВ Киевского национального университета строительства и архитектуры

ВСТУПЛЕНИЕ

Экономию энергии в любой гидравлической системе, в том числе и в системе отопления, получают при регулировании ее параметров. Показателем регулирования являются авторитеты клапанов. Авторитеты клапанов определяют работоспособность и энергоэффективность системы не только в расчетных условиях, но и на протяжении всего отопительного периода. Пренебрежение авторитетами приводит к неэффективному регулированию системы отопления, т. е. приводит к нерациональному использованию энергоресурсов и завышению стоимости коммунальной услуги «отопление».

Практика применения физического параметра «авторитет клапана» еще не в полной мере задействована для анализа работоспособности и энергоэффективности гидравлических систем. Основная причина – сложность восприятия современной теории регулирования, которая не реализована в простом наглядном и понимаемом инженером методе гидравлического расчета. До сих пор многие работают по старинке – полагаясь на правильность гидравлического расчета и ожидая положительного результата, что далеко не всегда подтверждается при эксплуатации системы. Современный подход при проектировании системы – изначальная уверенность в положительном конечном результате. Такую уверенность получают путем оценки работоспособности и энергоэффективности системы в процессе гидравлического расчета при помощи авторитетов клапанов.

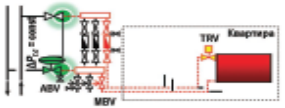
Система отопления – это динамическая система с изменением абсолютно всех параметров теплоносителя. Гидравлический расчет – рассмотрение статического состояния системы, в котором все параметры приняты постоянными. Авторитеты клапанов позволяют устранить это несоответствие. При помощи авторитетов оценивают динамические возможности регулирования системы при гидравлическом расчете. Обеспечение способности регулирования при проектировании позволяет изначально сконструировать и рассчитать работоспособную и энергоэффективную систему, т. е. позволяет на стадии гидравлического расчета быть уверенным в положительном результате при эксплуатации системы.

Данное пособие представляет современную теорию регулирования в упрощенном виде и дает визуализированные методы анализа работоспособности систем отопления, а также дает расчет их энергопотребления. При упрощении теории регулирования приняты допущения, которые не оказывают существенного влияния на понимание происходящих процессов, а именно:

- логарифмическая расходная характеристика имеет постоянную $c = 3$;
- терморегуляторы не имеют конструктивного ограничения полного хода штока;
- затвор полностью перекрывает клапан (протечка принята равной нулю);
- зона пропорциональности терморегуляторов 2 К при его тестировании по EN 215 находится в линейной области логарифмической расходной характеристики – $a_h = 0{,}1\ldots0{,}3$;
- изменение плотности теплоносителя при изменении температуры не влияет на расход теплоносителя;

2.4 Двухтрубная горизонтальная система отопления с автоматическими балансировочными клапанами (ABV) с переменным гидравлическим режимом

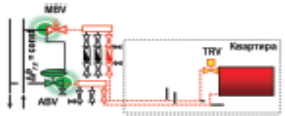
Схема А



Рекомендации для TRV:
$a \geq 0{,}5$; настройки дросселей ≥ 4.
Рекомендации для ABV:
$\Delta P_{ABV} \geq 10$ кПа.
Рекомендации для MBV:
$\Delta P_{MBV} \geq 3$ кПа; минимальные настройки $\geq 20\,\%$ хода штока.

Регулируемый участок – циркуляционное кольцо через рассматриваемый ОП, включая теплосчетчик и MBV, до точек отбора импульсов давления для ABV.
Применение:
✓ на поэтажных ответвлениях к квартирам с суммарным количеством ОП всех квартир не более 8 шт., и при необходимости обеспечения ограничения расхода теплоносителя на каждую квартиру с помощью настройки MBV.
Рекомендации:
➢ не рекомендуется из-за влияния гидравлического сопротивления теплосчетчика (фильтра, при наличии) и MBV на a^* TRV. Уменьшения этого влияния достигают применением ультразвукового теплосчетчика с малым гидравлическим сопротивлением;
➢ рекомендуется при применении TRV непрямого действия.

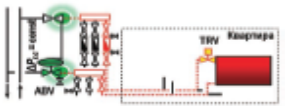
Схема Б



Рекомендации для TRV:
$a \geq 0{,}5$; настройки дросселей ≥ 4.
Рекомендации для ABV:
$\Delta P_{ABV} \geq 10$ кПа.
Рекомендации для MBV:
$\Delta P_{MBV} \geq 3$ кПа.

Регулируемый участок – циркуляционное кольцо через рассматриваемый ОП, включая теплосчетчик и клапан-партнер MBV с функцией ограничения расхода, до точек отбора импульсов давления для ABV.
Применение:
✓ на поэтажных ответвлениях к квартирам с суммарным количеством ОП всех квартир не более 8 шт., и при необходимости обеспечения ограничения расхода теплоносителя на этаж или группу квартир с помощью настройки MBV.
Рекомендации:
➢ не рекомендуется из-за влияния гидравлического сопротивления теплосчетчика (фильтра, при наличии) и MBV на a^* TRV прямого действия. Уменьшения этого влияния достигают применением ультразвукового теплосчетчика с малым гидравлическим сопротивлением;
➢ рекомендуется при применении TRV непрямого действия.

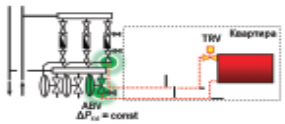
Схема В



Рекомендации для TRV:
$a \geq 0{,}5$; настройки дросселей ≥ 4.
Рекомендации для ABV:
$\Delta P_{ABV} \geq 10$ кПа.

Регулируемый участок – циркуляционное кольцо через рассматриваемый ОП, включая теплосчетчик, до точек отбора импульсов давления для ABV.
Применение:
✓ на поэтажных ответвлениях к квартирам с суммарным количеством ОП всех квартир не более 8 шт.
Рекомендации:
➢ не рекомендуется применять схему из-за влияния гидравлического сопротивления теплосчетчика (фильтра, при наличии) на a^* TRV. Уменьшение этого влияния достигают применяя ультразвуковой теплосчетчик с малым гидравлическим сопротивлением.

Схема Г

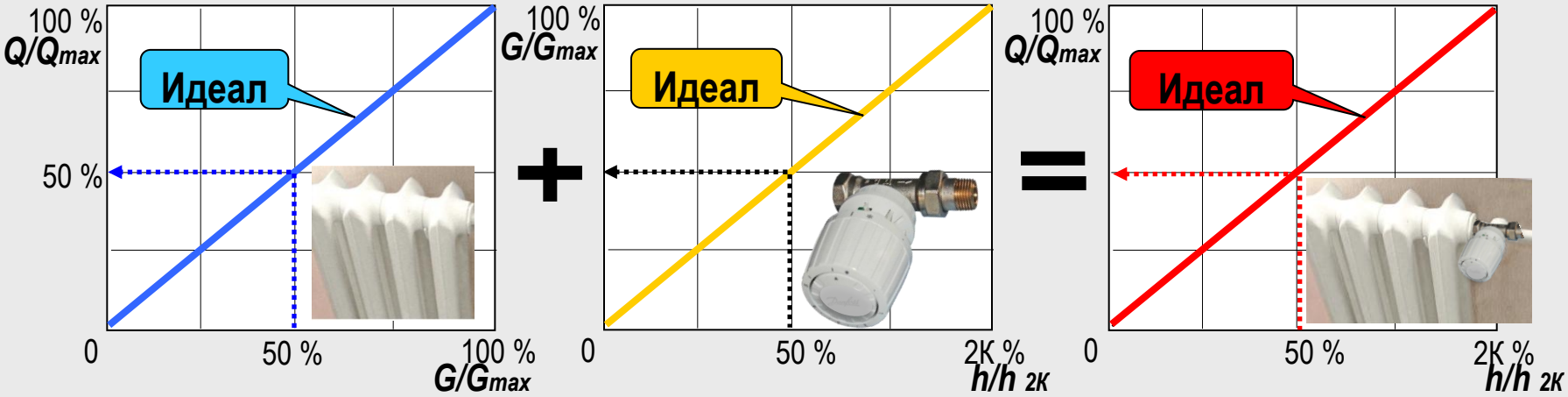


Рекомендации для TRV:
$a \geq 0{,}5$; настройки дросселей ≥ 4.
Рекомендации для ABV:
$\Delta P_{ABV} \geq 10$ кПа.

Регулируемый участок – циркуляционное кольцо через рассматриваемый ОП до точек отбора импульсов давления для ABV.
Применение:
✓ на поэтажных ответвлениях к квартирам с количеством ОП в квартире до 8 шт. включительно.
Рекомендации:
➢ для всех квартир с количеством ОП до 8 шт. включительно;
➢ при большем количестве ОП в квартире рекомендуется после квартирного теплосчетчика разветлять ответвление к квартире на отдельные приборные ветки с индивидуальными ABV на каждой приборной ветке с количеством ОП не более 8 шт.;
➢ для ограничения расхода на каждую квартиру следует применять ABV с функцией настройки перепада давления и TRV непрямого действия.

Energy Community
EU4Energy

Идеальное регулирование = минимальные затраты энергии на тепловой комфорт = энергоэффективность



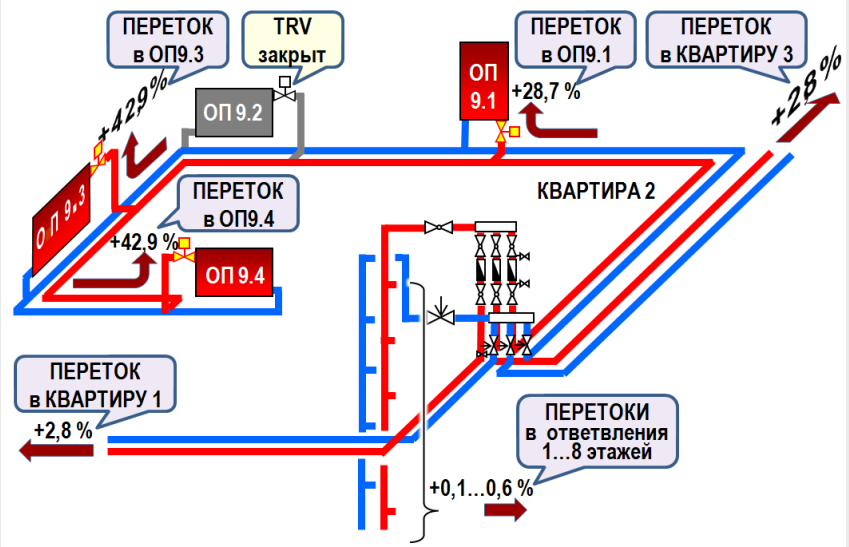
ХАРАКТЕРИСТИКА ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА

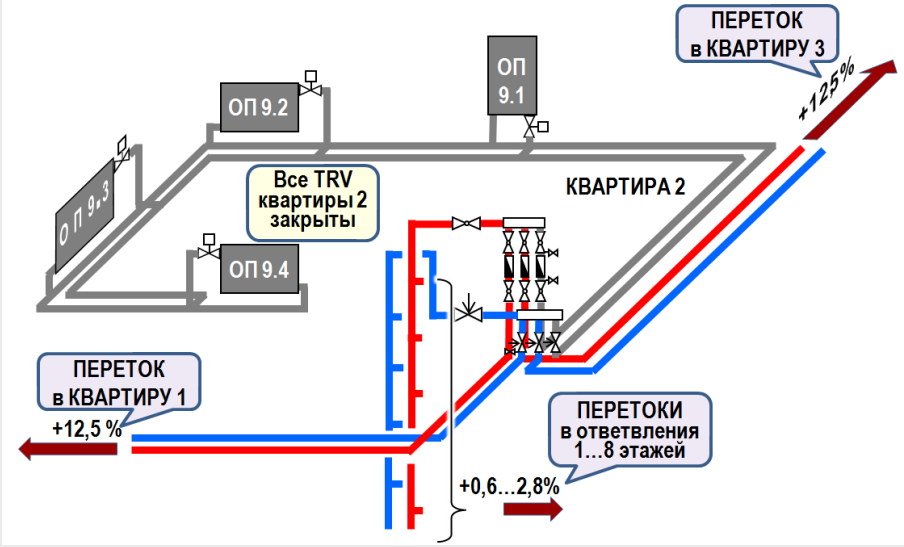
РАСХОДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРМОРЕГУЛЯТОРА

ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГУЛИРОВАНИЯ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА

Q – тепловой поток теплообменного прибора, кВт;
G – массовый расход теплоносителя, кг/ч ;
h – ход штока терморегулятора, мм

Разбалансировка двухтрубной системы отопления с ручными вентилями. Перетоки теплоносителя

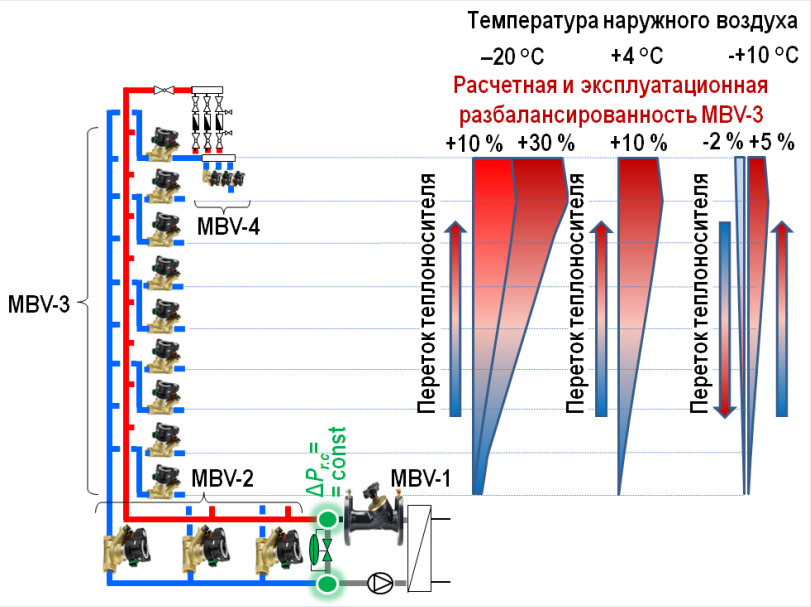


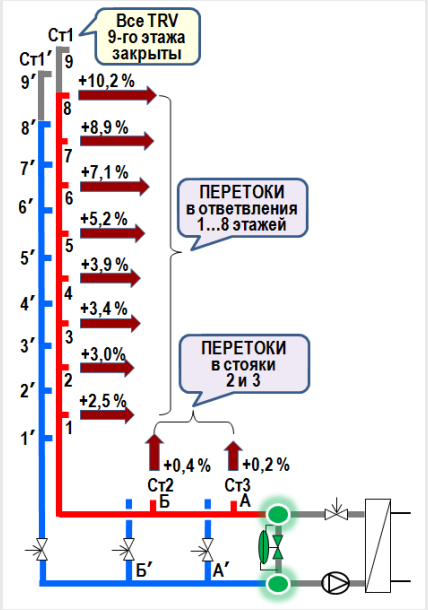


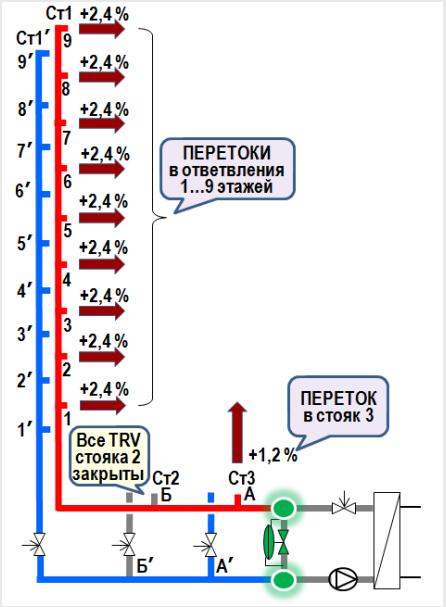
При закрытии хотя бы одного терморегулятора на отопительном приборе теплоноситель перераспределяется между другими квартирами и соседи платят за увеличенное потребление тепловой энергии.

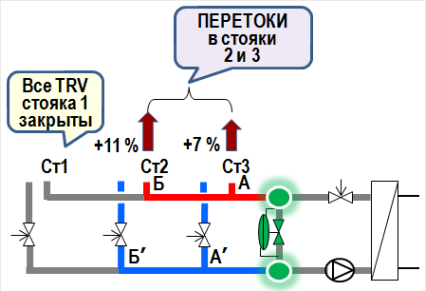
При закрытии хотя бы одного терморегулятора на отопительном приборе квартиры или частного дома часть теплоносителя перераспределяется между остальными отопительными приборами.

Разбалансировка двухтрубной системы отопления с ручными вентилями. Перетоки теплоносителя



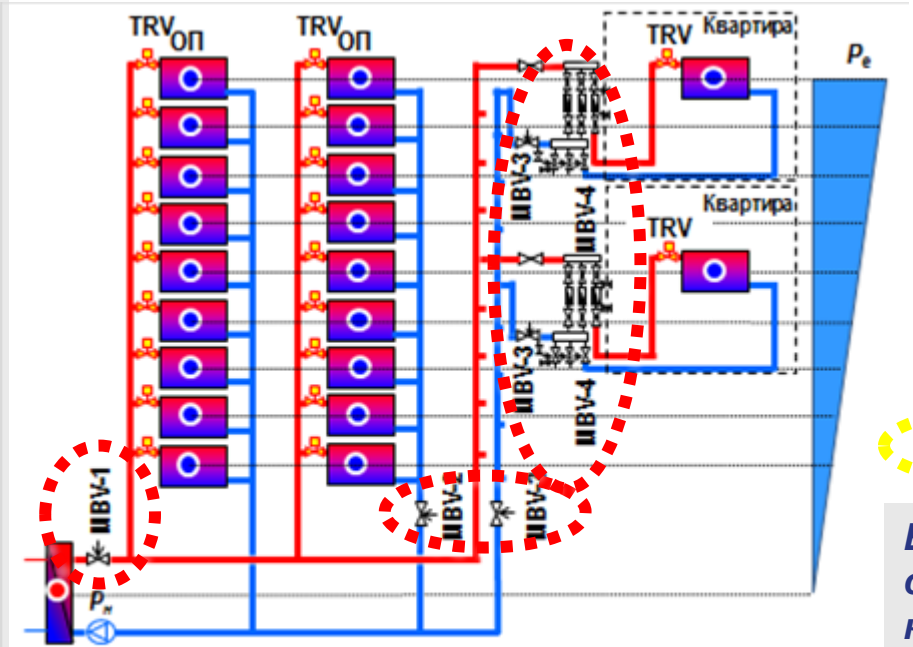




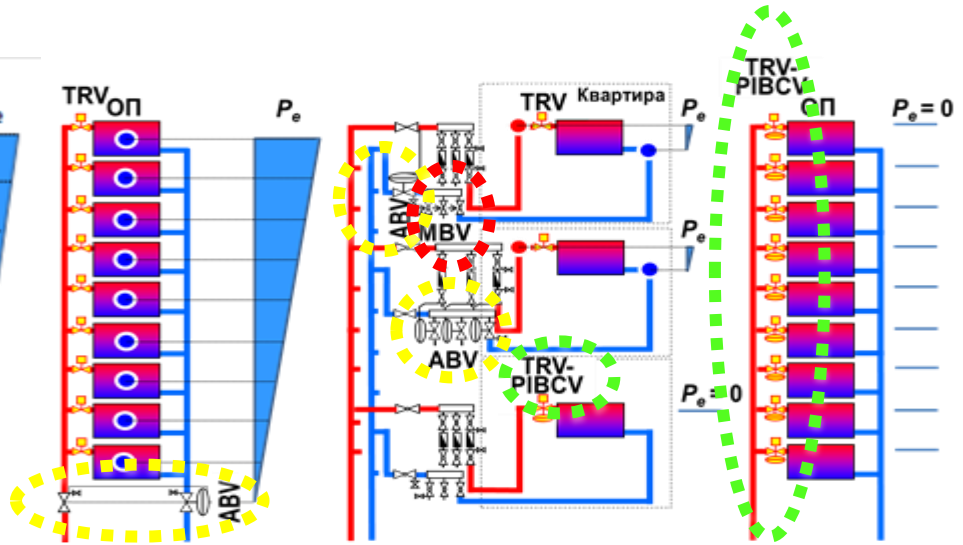


При закрытии хотя бы одного терморегулятора в одной квартире увеличивается теплопотребление в других квартирах

Влияние естественного давления теплоносителя на разбалансировку двухтрубных систем отопления



Естественное давление в системе отопления без балансировочных клапанов либо с ручными балансировочными клапанами



Естественное давление в системе отопления с автоматическими балансировочными клапанами

Влияние балансировки старых и новых двухтрубных систем отопления на энергоэффективность

EN 15316-2:2017

Table B.1 —Default values for temperature variation for hydronic balancing in K

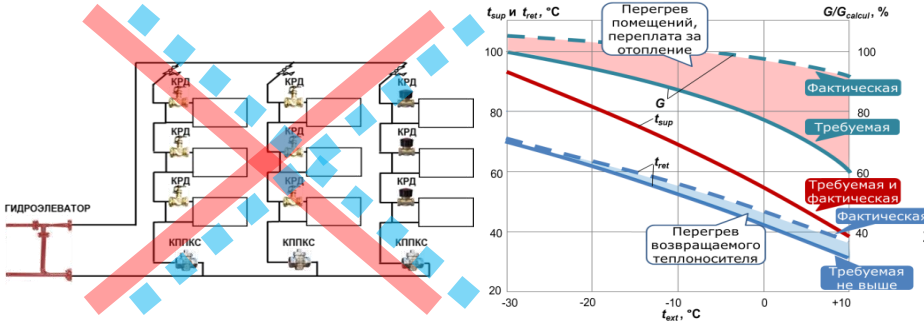
Influence parameters (Performed hydronic balancing with manufacturer's declaration on the balance and according to EN 14336)				
One pipe heating	$\Delta\theta_{hydr}$	**Two pipe heating**	$^*n \le 10$ $\Delta\theta_{hydr}$	$^*n > 10$ $\Delta\theta_{hydr}$
No hydronic balancing	0,7	No hydraulic balancing	0,6	
Balanced statically per circuit	0,4	Balanced statically per free heating surface (radiator) or embedded heating surface, without group balance	0,3	0,4
Balanced dynamically per circuit (e.g. with automatic flow limiters)	0,3	Balanced statically per free heating surface (radiator) or embedded heating surface, with group balance (e.g. with balancing valve)	0,2	0,3
Balanced dynamically per circuit (e.g. with automatic flow limiters) and dynamically controlled depending on its load (e.g. return temperature limitation)	0,2	Balanced statically per free heating surface (radiator) or embedded heating surface (radiator) and dynamic group balance (e.g. with differential pressure controller)	0,1	0,2
Balanced dynamically per circuit (e.g. with automatic flow limiters) and dynamically controlled depending on its load (supply-return temperature difference)	0,1	Balanced dynamically per free heating surface (radiator) or embedded heating surface (e.g. with automatic flow limiters / differential pressure controllers)	0,0	
*n – number of heat and cooling emission systems (e.g. number of radiators…)				

В EN адаптировали табл.18 ДСТУ Б А.2.2-12:2015

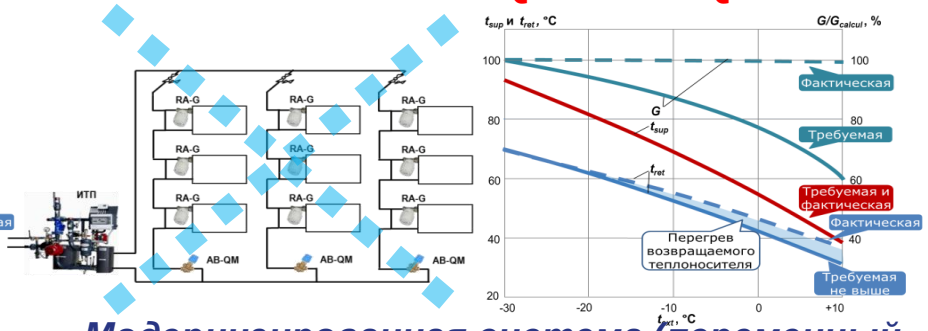
Старые нерегулируемые СО.
Старые/новые СО с ручной регулировкой отопительных приборов.
Новые СО с ручной регулировкой отопительных приборов и ручной регулировкой (MBV) стояков/приборных веток.
Новые СО с ручной регулировкой отопительных приборов и автоматической регулировкой (ABV) стояков/приборных веток регуляторами перепада давления.
Новые СО с автоматической регулировкой отопительных приборов автоматическими ограничителями расхода/регуляторами перепада давления (PIBC).

Влияние балансировки старых и модернизированных однотрубных систем отопления на тепловую устойчивость

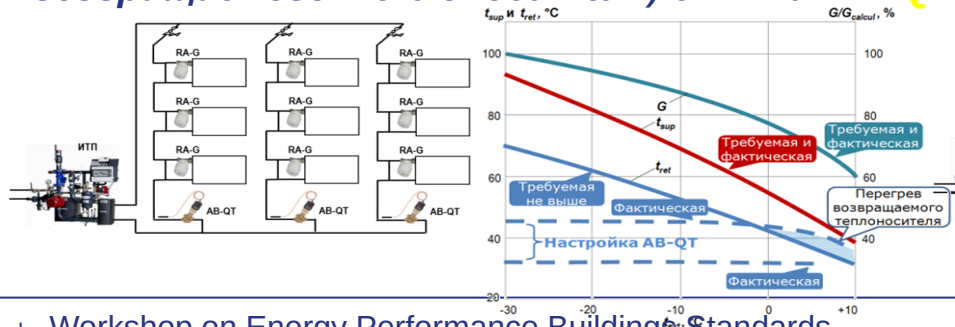
Старая система (квазипостоянный гидравлический режим) без гидравлической балансировки и без терморегуляторов (TRV)



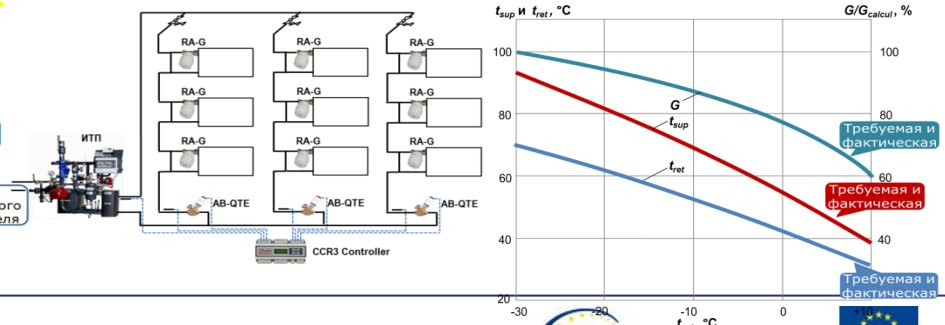
Модернизированная система (постоянный гидравлический режим) с TRV и ASV-Q или AB-QM



Модернизированная система (переменный гидравлич. режим и ограничение температуры возвращаемого теплоносителя) с TRV и AB-QT



Модернизированная система (переменный гидравлич. режим с регулированием разницы температуры подаваемого и возвращаемого теплоносителя) с TRV и AB-QTE



Energy Community

EU4Energy

Влияние балансировки старых и модернизированных однотрубных систем отопления на энергоэффективность

EN 15316-2:2017

В EN адаптировали табл.18 ДСТУ Б А.2.2-12:2015

Старые системы (квази постоянный гидр. режим).
Старые модернизированные системы с ручными вентилями MSV-BD (квази постоянный гидр.режим).
Старые модернизированные системы с автоматич. стабилизаторами/регуляторами расхода ASV-Q или AB-QM (постоянный гидравлический режим)
Модерн. системы с автоматич. ограничителями расхода и температуры возвращаемого теплоносителя AB-QT (переменный гидравлический режим).
Модерн. системы с автоматич. ограничителями расхода и регулированием разницы температуры подаваемого и возвращаемого теплоносителя AB-QTE (переменный гидравлический режим).

Table B.1 —Default values for temperature variation for hydronic balancing in K

Influence parameters (Performed hydronic balancing with manufacturer's declaration on the balance and according to EN 14336)				
One pipe heating	$\Delta\theta_{hydr}$	**Two pipe heating**	$^*n \le 10$ $\Delta\theta_{hydr}$	$^*n > 10$ $\Delta\theta_{hydr}$
No hydronic balancing	0,7	No hydraulic balancing	0,6	
Balanced statically per circuit	0,4	Balanced statically per free heating surface (radiator) or embedded heating surface, without group balance	0,3	0,4
Balanced dynamically per circuit (e.g. with automatic flow limiters)	0,3	Balanced statically per free heating surface (radiator) or embedded heating surface, with group balance (e.g. with balancing valve)	0,2	0,3
Balanced dynamically per circuit (e.g. with automatic flow limiters) and dynamically controlled depending on its load (e.g. return temperature limitation)	0,2	Balanced statically per free heating surface (radiator) or embedded heating surface (radiator) and dynamic group balance (e.g. with differential pressure controller)	0,1	0,2
Balanced dynamically per circuit (e.g. with automatic flow limiters) and dynamically controlled depending on its load (supply-return temperature difference)	0,1	Balanced dynamically per free heating surface (radiator) or embedded heating surface (e.g. with automatic flow limiters / differential pressure controllers)	0,0	
$^*n$ – number of heat and cooling emission systems (e.g. number of radiators…)				

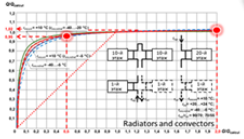
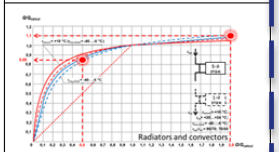
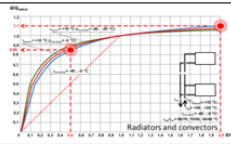
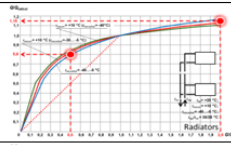
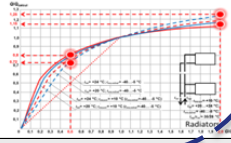
Energy Community
EU4Energy

Влияние температуры теплоносителя на энергоэффективность отопительного прибора

EN 15316-2:2017

Table B.2 — Default values for temperature variation for free heating surfaces (radiators/convectors) in K; room heights ≤ 4 m, heating case

Influence parameters		Variation			
		$\Delta\theta_{str}$		$\Delta\theta_{ctr,1}$ [b]	$\Delta\theta_{ctr,2}$ [c]
Room space temperature regulation	Unregulated, with central supply temperature regulation			2,5	2,5
	Master room space or one-pipe heating			2	1,8
	Room temperature control (electromechanical / electronic)			1,8	1,6
	P-controller (before 1988)			1,4	1,4
	P-controller			1,2	0,7
	PI-controller			1,2	0,7
	PI-controller (with optimization function, e.g. presence management, adaptive controller)			0,9	0,5
Over-temperature (reference Θ_i = 20 °C)	Two-pipe heating and one-pipe heating renovated [d]	$\Delta\theta_{str;1}$	$\Delta\theta_{str;2}$		
	60 K (e.g. 90/70)	1,2			
	42,5 K (e.g. 70/55)	0,7			
	30 K (e.g. 55/45)	0,5			
	20 K (e.g. 45/35)	0,4			
	One-pipe heating (not renoveted)				
	60 K (e.g. 90/70)	1,6			
	42,5 K (e.g. 70/55)	1,2			

СО	Количество ОП на стояке или приборной ветке	Расчетные параметры теплоносителя	Внутренняя температура воздуха	Относительная теплопередача ОП в течение отопительного периода
Однотрубная	10 ОП в П-образной СО или 20 ОП на стояке или приборной ветке	90/70 °C; 70/55 °C	20…24 °C	
	5 ОП			
Двухтрубная	Любое количество ОП	90/70 °C; 70/55 °C; 55/45 °C	20…24 °C	
		35/28 °C	20°C	
		35/28 °C	20…24 °C	

[d] one-pipe heating is assumed as renovated, if the flow rate is dynamically controlled depending on the load and the distribution pipes are insulated

Модернизированные однотрубные с AB-QT или AB-QTE

Влияние характеристики регулятора температуры внутреннего воздуха на энергоэффективность

Старые системы без регулирования, с шаровыми или пробковыми кранами, либо вентилями

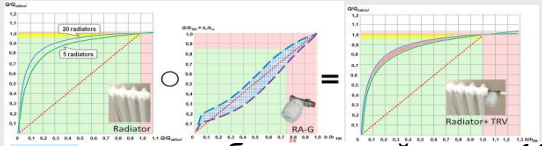
Сертифицированный терморегулятор по EN 215

EN 15316-2:2017

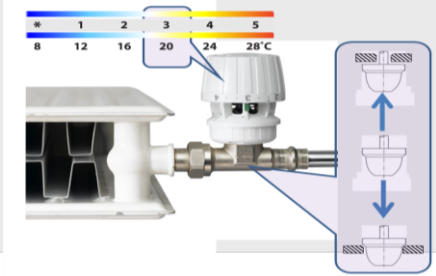
Table B.2 — Default values for tem… …riation for free heating surfaces (radiators/convectors) i… …heights ≤ 4 m, heating case

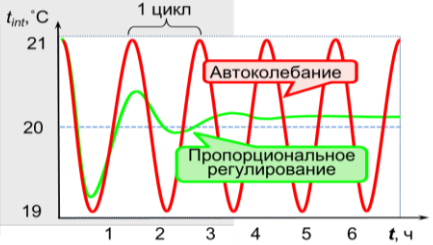
Influence parameters		Variation		
		$\Delta\theta_{str}$	$\Delta\theta_{ctr,1}$ [b]	$\Delta\theta_{ctr,2}$ [c]
Room space temperature regulation	Unregulated, with central supply temperature regulation		2,5	2,5
	Master room space or one-pipe heating		2	1,8
	Room temperature control (electromechanical / electronic)		1,8	1,6
	P-controller (before 1988)		1,4	1,4
	P-controller		1,2	0,7
	PI-controller		1,2	0,7
	PI-controller (with optimization function, e.g. presence management, adaptive controller)		0,9	0,5

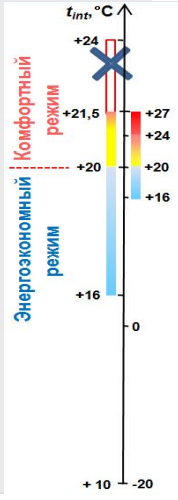
Новые системы

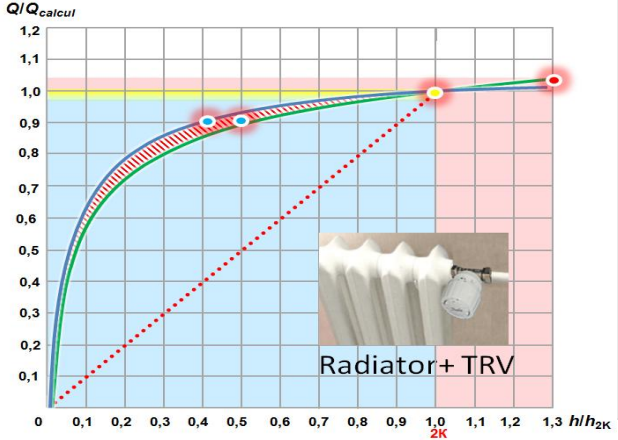


– энергосберегающий режим16 °C;
– комфортный режим CA<2K;
– комфортный режимCA≥2K









Energy Community

EU4Energy

Класс энергоэффективности терморегуляторов и насосов

Директива 2010/30/ЕС
о предоставлении информации с помощью маркировки … об энергопотреблении продукции

Дополнительная экономия энергии 25 %

Тип	Индекс энергетической эффективности насоса (ИЭЭ)
A	ИЭЭ < 0,40
B	0,40 = ИЭЭ < 0,60
C	0,60 = ИЭЭ < 0,80
D	0,80 = ИЭЭ < 1,00
E	1,00 = ИЭЭ < 1,20
F	1,20 = ИЭЭ < 1,40
G	1,40 = ИЭЭ

ИЭЭ терморегулятора = (C/1,0 + W/1,5a) + D/1,0 + Z/40)/4,
C – гистерезис, в соответствии с EN 215:2004+A1:2006, K;
W – влияние температуры теплоносителя, в соответствии с EN 215:2004+A1:2006, K;
D – влияние перепада давления теплоносителя, в соответствии с EN 215:2004+A1:2006, K;
Z – время реакции, в соответствии с EN 215:2004+A1:2006, мин.;
1,0; 1,5a); 1,0; 40 – предельно-допустимые значения вышеуказанных параметров в соответствии с EN 215:2004+A1:2006 и с соответствующими им единицами измерения

EN 215:2004+A1:2006

http://www.tell-online.eu/en/klassifizierungsverzeichnis/default.aspx

Дополнительная экономия энергии 10 %

Класс энерго-эффективности терморегулятора	F	E	D	C	B	A
ИЭЭ (EEI)	≤ 1,00	≤ 0,90	≤ 0,80	≤ 0,70	≤ 0,60	≤ 0,50

Энергоэффективность регулирования отопительными приборами

Радиаторное отопление

Жидкостной сенсор

12,1%

Газоконденсатный сенсор

18,1%

Электронный сенсор

24,0%

Напольное отопление

Элетромеханический термостат

20,5%

PI контроллер (интеллектуальный)

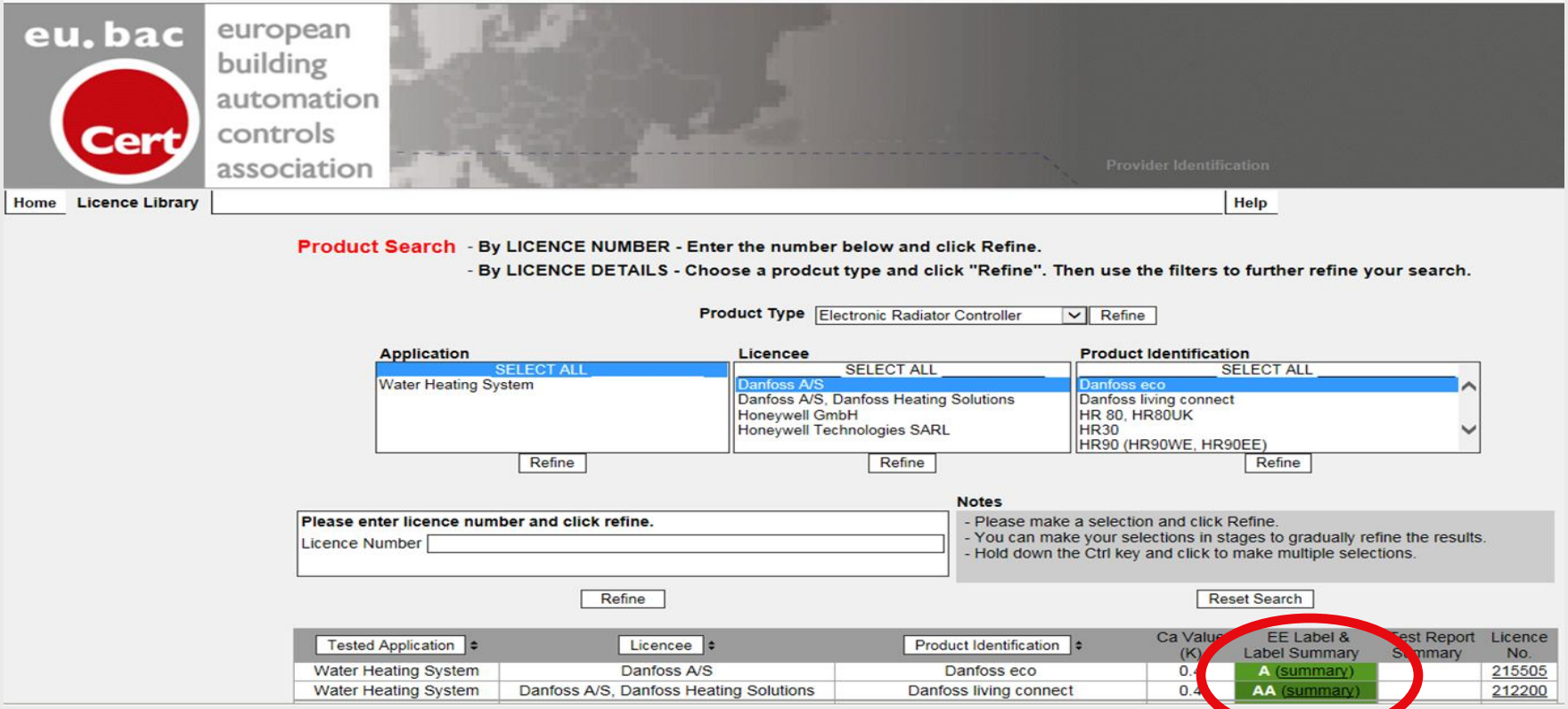
21,2%

PI контроллер (интеллектуальный с центр. управлением

26,5%

Класс энергоэффективности электронных регуляторов температуры внутреннего воздуха

EN 15232-1:2017



http://www.eubaccert.eu/licences-by-criteria.asp

Эквивалентная температура внутреннего воздуха

EN 15316-2-1:2007 (E)

Annex A
(informative)

Energy losses of the heat emission system, adapted from German regulation DIN 18599-6

A.1 Heat emission

This annex provides the energy parameters that are required for determination of the losses associated with heat emission in the room space.

Clculation of $Q_{em,ls}$ is performed on a monthly basis or based on another time period in accordance with Equation (A.1).

$$Q_{em,ls} = \left(\frac{f_{hydr} \cdot f_{im} \cdot f_{rad}}{\eta_{em}} - 1 \right) \cdot Q_H \qquad (A.1)$$

EN 15316-2-1:2007 (E)

Annex B
(informative)

Equivalent increase in internal temperature - adapted from the French regulation RT2005

B.1 General

The internal temperature is increased by:

— spatial variation due to the stratification, depending on the heat emitter(s);

— variation depending on the capacity of the control device(s) to assure a uniform and constant temperature.

The equivalent internal temperature, $\theta_{int,inc}$ is calculated by:

$$\theta_{int,inc} = \theta_{int,ini} + \Delta\theta_{str} + \Delta\theta_{ctr} \qquad (°C) \qquad (B.1)$$

EN 15316-2-1:2007 (E)

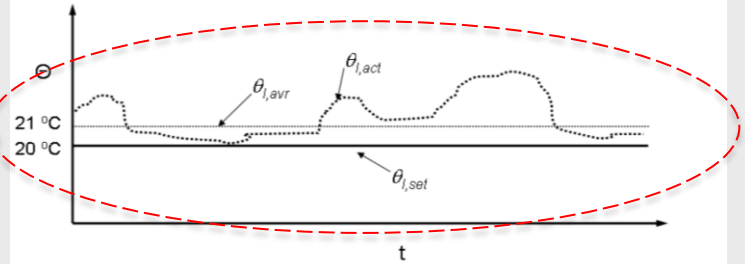


Figure 3 — Effect of control accuracy on efficiency or equivalent increase in space temperature

EN 15316-2:2017 (E)

There are two types of temperature variations. The first one is used to modify the set point temperature by $\Delta\theta_{int;inc}$.

The equivalent internal temperature, $\theta_{int;inc}$ taking into account the emitter, is calculated by:

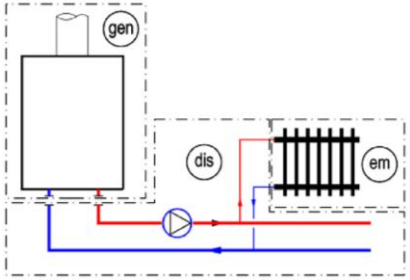
$$\theta_{int,inc} = \theta_{int,ini} + \Delta\theta_{int,inc} \ [°C] \qquad (16)$$

$$\Delta\theta_{int;inc} = \Delta\theta_{str} + \Delta\theta_{ctr} + \Delta\theta_{rad} + \Delta\theta_{hydr} + \Delta\theta_{roomaut} \ [K] \qquad (17)$$

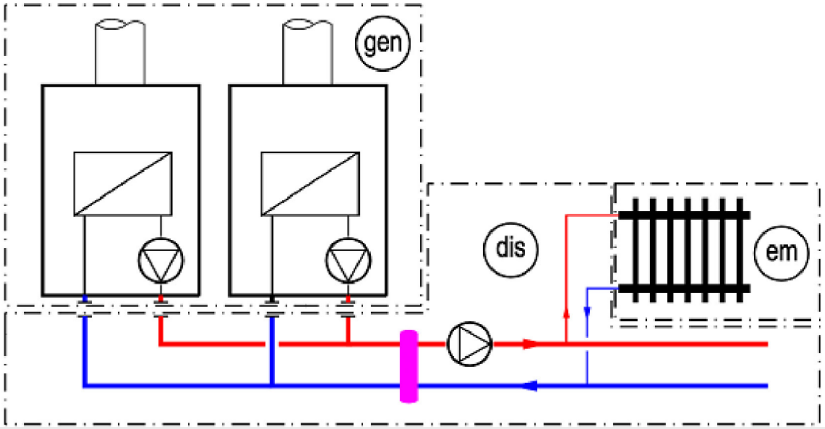
Energy Community

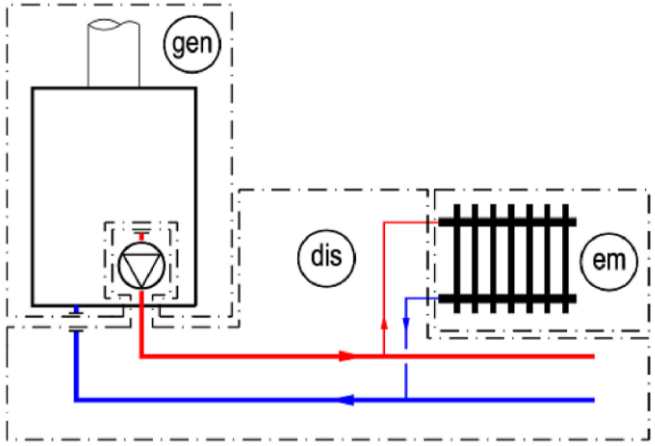
EU4Energy

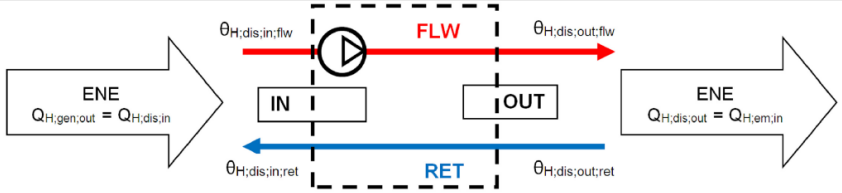
Принцип деления системы на подсистемы (EN 15316-1)



Key
gen - *подсистема генерирования*
dis - *подсистема распределения*
em - *подсистема теплоотдачи*







FLW - подающий трубопровод, теплоноситель от генератора теплоты к отопительному прибору
RET - обратный трубопровод остывшего теплоносителя от отопительного прибора к генератору теплоты
IN - входящая энергия (т.е. выход из подсистемы генерирования является входом в подсистему распределения)
OUT - выход энергии
ENE - направление потока энергии

Энергетический поток подсистемы

Энергоэффективность старых и модернизированных однотрубных систем. Температура теплоносителя. Определение в старых зданиях.

EN 15316-2:2017

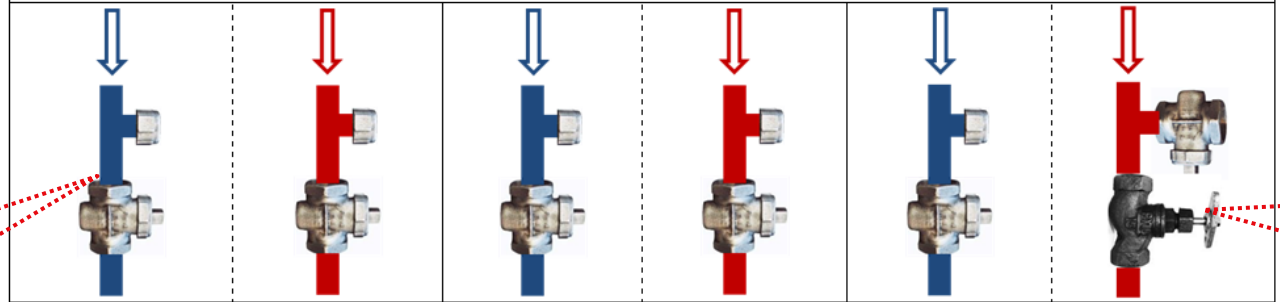
Table B.2 — Default values for temperature variation fo (radiators/convectors) in K; room heights ≤ 4 n

Influence parameters		Δθ
Room space temperature regulation	Unregulated, with central supply temperature regulation	
	Master room space or one-pipe heating	
	Room temperature control (electromechanical / electronic)	
	P-controller (before 1988)	
	P-controller	
	PI-controller	
	PI-controller (with optimization function, e.g. presence management, adaptive controller)	
Over-temperature (reference θ_i = 20 °C)	Two-pipe heating and one-pipe heating renovated[a]	$\Delta\theta_{ve,1}$
	60 K (e.g. 90/70)	1,2
	42,5 K (e.g. 70/55)	0,7
	30 K (e.g. 55/45)	0,5
	20 K (e.g. 45/35)	0,4
	One-pipe heating (not renovated)	
	60 K (e.g. 90/70)	1,6
	42,5 K (e.g. 70/55)	1,2

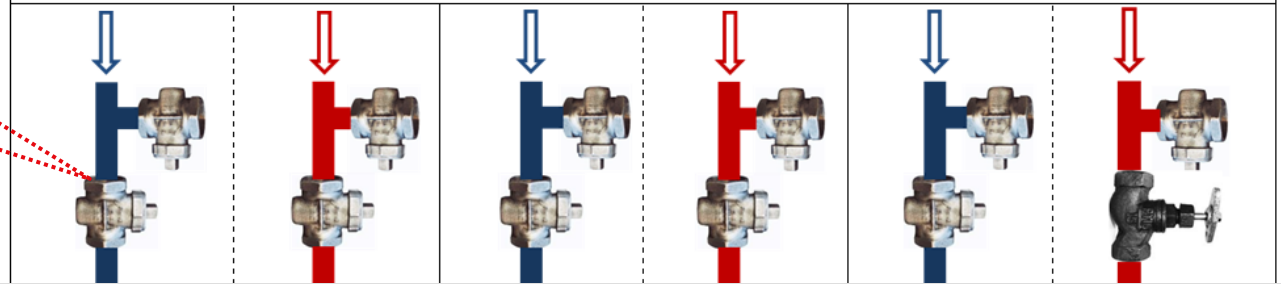
Место установки запорной арматуры в старых СО

Расчетные параметры теплоносителя в старых однотрубных СО		
85/65 °С Здания здравоохранения, садики и ясли	95/70 °С Здания, построенные до и после 1966 г. [Изм. № 3:1966 к СНиП II-Г.7-62]	105/70 °С Здания, построенные после 1966 г. [Изм. № 3:1966 к СНиП II-Г.7-62]

Подключение стояков (приборных веток) к распределительным и сборным магистралям в зданиях до 7 этажей включительно



Подключение стояков (приборных веток) к распределительным и сборным магистралям в зданиях 8 этажей и более



Пробковый кран

Пробковый кран

Вентиль

Energy Community

EU4Energy

Энергоэффективность старых и модернизированных однотрубных систем. Регулирование температуры воздуха

EN 15316-2:2017

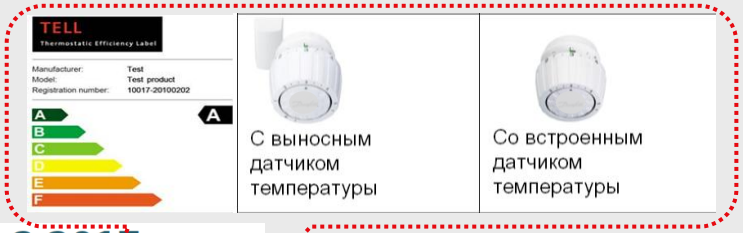
Table B.16 — Classification of the controllers in relation to the EN 15232

EN 15316–2	EN 15232 — BACS function	Identifier
unregulated, with central supply temperature regulation	0	HEAT_EMIS_CTRL_DEF
Master room space or one-pipe heating	1	
Room temperature control (electromechanical / electronic)	1	
P-controller (before 1988)	1	
P-controller	2–3	
PI-controller	4	
PI-controller (with optimization function, e.g. presence management, adaptive controller)		

EN 15232-1:2017

Table 5 — Function list and assignment to BAC efficiency classes

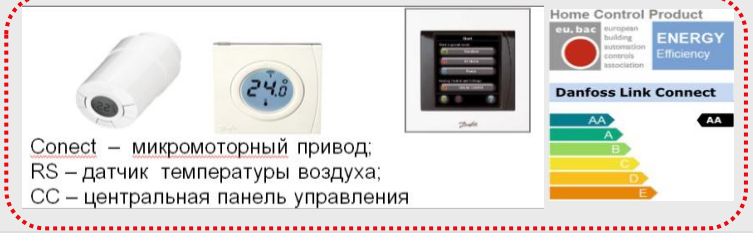
			Definition of classes							
			Residential				Non residential			
			D	C	B	A	D	C	B	A
Automatic control										
1	Heating control									
1.1	Emission control									
	The control function is applied to the heat emitter (radiators, underfloor heating, fan-coil unit, indoor unit) at room level; for type 1 one function can control several rooms									
	0	No automatic control	x				x			
	1	Central automatic control	x				x			
	2	Individual room control	x	x			x	x		
	3	Individual room control with communication	x	x	x	x[a]	x	x	x	x[a]
	4	Individual room control with communication and occupancy detection (not applied to slow reacting heating emission systems, e.g. floor heating)	x	x	x	x	x	x	x	x



EN 15316-2:2017

Table B.2 — Default values for temperature variation for free heating surfaces (radiators, convectors) in K; room heights ≤ 4 m, heating case

Influence parameters		Variation		
		$\Delta\theta_{str}$	$\Delta\theta_{ctr,1}$[b]	$\Delta\theta_{ctr,2}$[c]
Room space temperature regulation	Unregulated, with central supply temperature regulation		2,5	2,5
	Master room space or one-pipe heating		2	1,8
	Room temperature control (electromechanical / electronic)		1,8	1,6
	P-controller (before 1988)		1,4	1,4
	P-controller		1,2	0,7
	PI-controller		1,2	0,7
	PI-controller (with optimization function, e.g. presence management, adaptive controller)		0,9	0,5



Conect – микромоторный привод;
RS – датчик температуры воздуха;
CC – центральная панель управления

Energy Community

EU4Energy

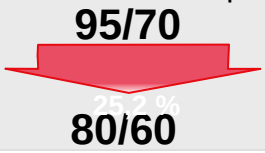
Расчетная температура теплоносителя (старая и новая) 1-й компонент теплоизоляции здания

Старая температура теплоносителя, °C	Относительная теплоизоляция здания ΔQ и относит. расход теплоносителя ΔG, %	Новая температура теплоносителя, °C					
		95/70	90/70	85/65	80/60	70/55	
105/70	ΔQ, % ΔG, %	4,6 32,8	7,1 61,3	18,0 42,6	28,6 24,4	41,1 36,7	
95/70	Q, % ΔG, %		2,7 21,4	4,1 7,4	25,2 -6,3	38,3 3,0	
90/70	ΔQ, % ΔG, %			11,7 -11,6	23,1 -22,8	36,6 -15,2	36,2*
85/65	ΔQ, % ΔG, %				12,9 -12,8	28,2 -4,1	
80/60	ΔQ, % ΔG, %					17,5 9,9	

Для 9-ти этажного здания. Количество секций в радиаторе: 13-7-7-7-8-8-8-9-12

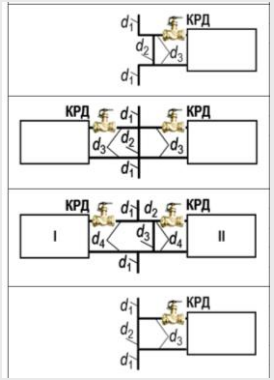
*DIN-V 18599-5

Расчетная температура теплоносителя должна быть изменена при термомодернизации.
Если нет нового детального проекта и существующие отопительные приборы сохранены,
расчетная температура теплоносителя может быть пересчитана со старой на новую тепловую нагрузку здания.



Тепловая изоляция здания (по 1-ому компоненту)

Старый и новый коэффициент затекания β (с TRV) – 2-й компонент теплоизоляции здания



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР ГОСТ 10944-75

Краны регулирующие для нагревательных приборов систем водяного отопления зданий

Обозначение типа	Наименование	Рекомендуемая область применения	Назначение крана
КРТ	Кран регулирующий трехходовой	Для однотрубных систем отопления	Потребительское регулирование
КРП	Кран регулирующий проходной	То же	То же
КРД	Кран регулирующий двойной регулировки	Для двухтрубных систем отопления	Монтажное и потребительское регулирование

β = 1

β ≥ 0,4

β ≥ 0,2

КРД до 1976 [СНиП II-33-75]

TRV

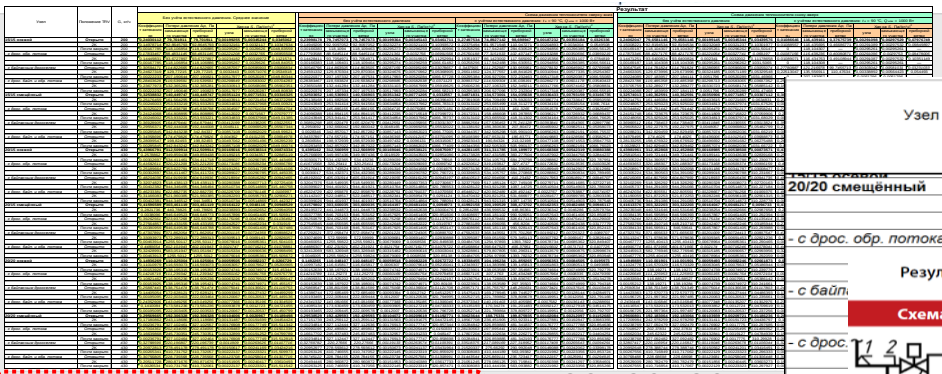
β = 1 *Без регулирующей арматуры*

β = 0,2…0,35 *Терморегулятор (TRV)*

Energy Community

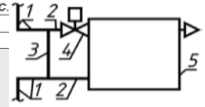
EU4Energy

Новый коэффициент затекания β



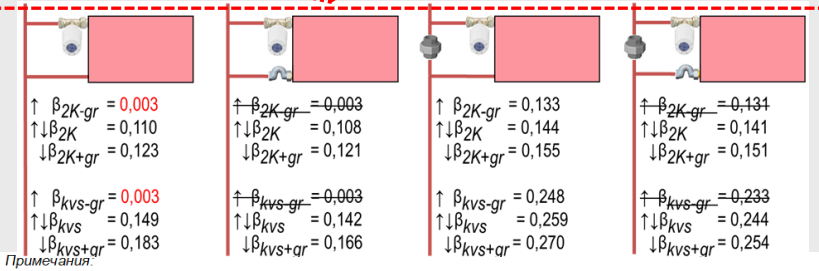
Узел	Положение TRV	Схема движения без учета естественного давления: Коэффициент затекания	Схема движения с учетом естественного давления: Коэффициент затекания	Схема движения без учета естественного давления: Коэффициент затекания	Схема движения с учетом естественного давления: Коэффициент затекания
20/20 смещённый	**Открыто**	**0,29538529**	**0,30623644**	**0,29600801**	**0,28175696**
	2К	0,17151739	0,18567708	0,17209984	0,1604568
	Почти закрыто	0,00234814	0,00284842	0,00238769	0,00173976
- с дрос. обр. потока	*Открыто*	*0,2699019*	*0,2813056*	*0,2701853*	*0,2593934*
	2К	0,16617702	0,17807204	0,16662034	0,15614595

Результаты расчёта приборных узлов при движении теплоносителя сверху вниз и снизу вверх при подаче теплоносителя с температурой до 95 °С

Схема узла	Результаты расчёта				
	Размер трубопровода *dnxs*, мм			Коэффициент затекания	
	стояк 1	подводка 2	замыкающий участок 3	полученный	расчётный
	20×2	16×2	16×2	0,48	0,22...0,24
	25×2,5	20×2	16×2	0,58	

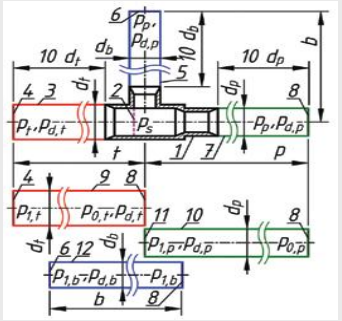
β для стальных труб

20×20×20
(Радиатор 1 кВт)



Примечания:

1. *Стрелкой указано направление движения теплоносителя в стояке. Влияние естественного давления теплоносителя в малых циркуляционных кольцах ОП на коэффициент затекания β обозначено индексом «gr»: отрицательное влияние (уменьшение β) – «-gr» при схеме движения теплоносителя снизу-вверх; положительное (увеличение β) – при схеме сверху-вниз обозначено индексом – «+gr»;*
2. *Две разнонаправленные стрелки указывают на любое направление движения теплоносителя в стояке, т. к. коэффициент затекания β определен без учета влияния естественного давления теплоносителя в малых циркуляционных кольцах ОП;*
3. *Зачеркнутые параметры соответствуют неприменяемым в СО узлам обвязки ОП. Показаны для определения общих закономерностей изменения коэффициент затекания β.*
4. *Значения β, выделенные красным цветом, соответствуют почти полному отсутствию циркуляции теплоносителя в ОП.*



PeX фитинг

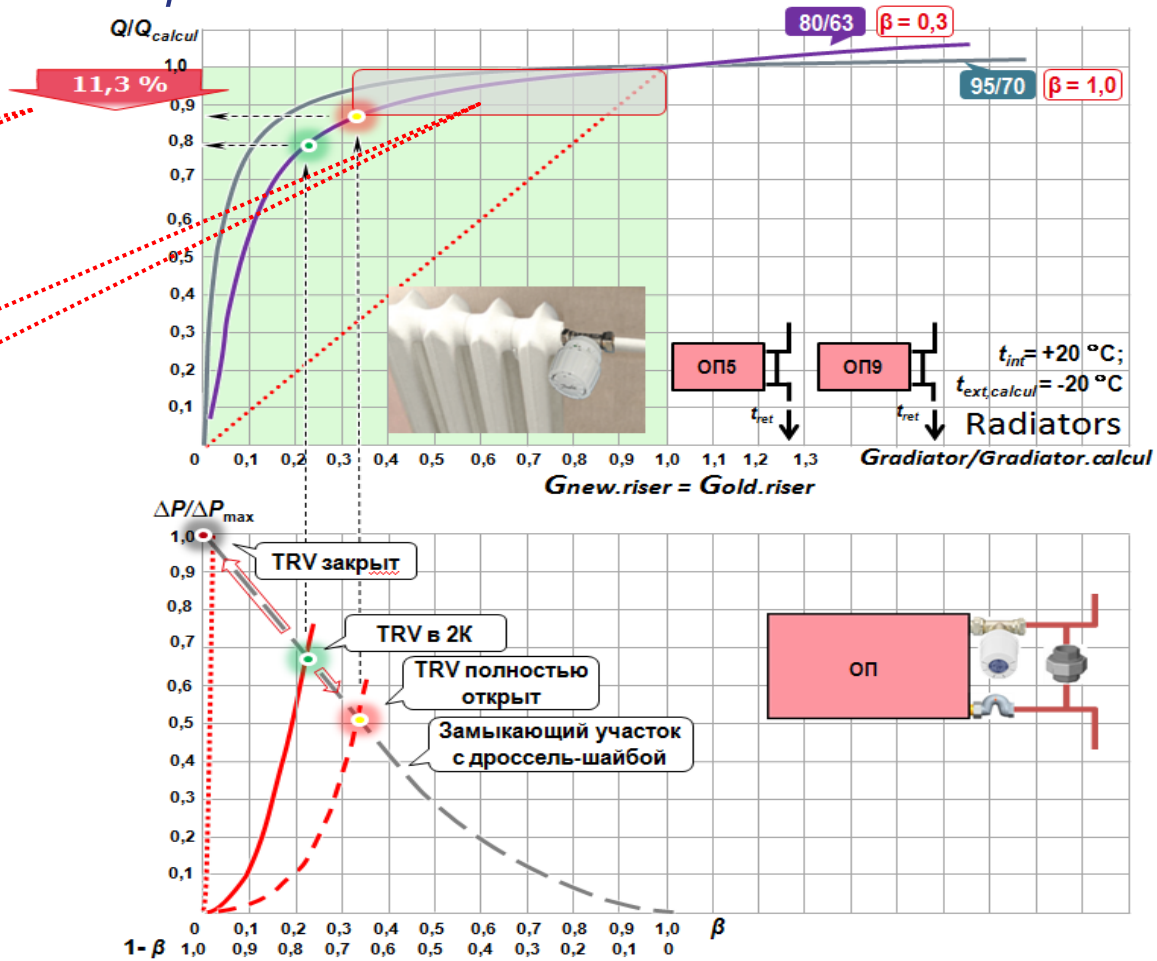
Energy Community

EU4Energy

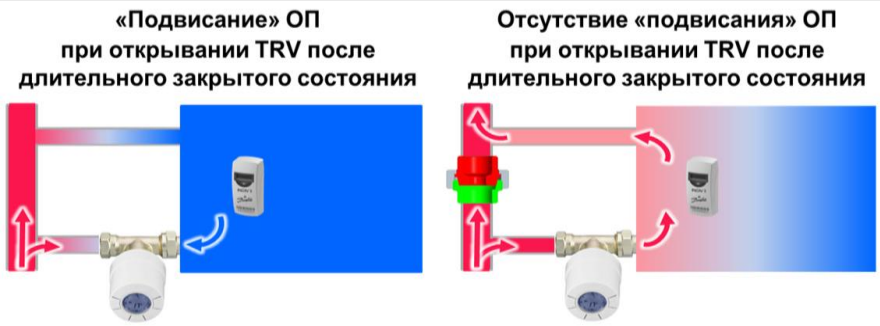
Старый и новый коэффициент затекания β (с TRV) – 2-й компонент теплоизоляции здания

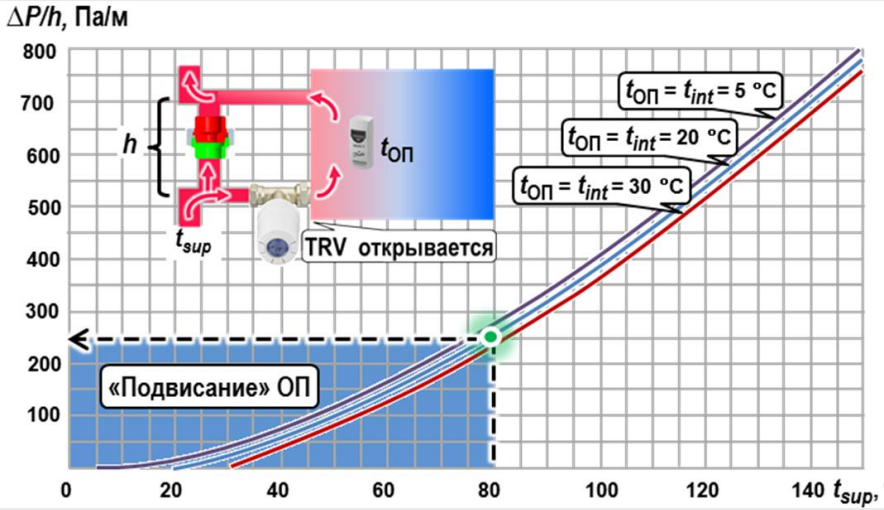
Теплоизоляция здания (по 2-му компоненту)

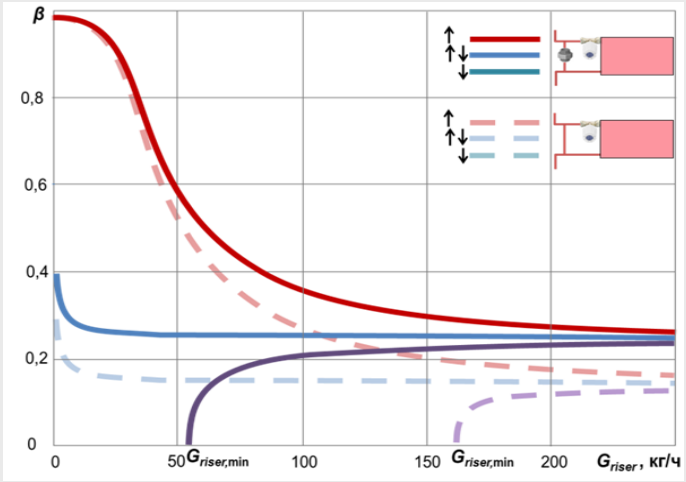
Мертвая зона регулирования радиатора



Новый коэффициент затекания β. Эффект «подвисания» радиаторов







✓Обязательное применение шайб на обводных/замыкающих участках отопительных приборов подъемных стояков.

✓Обеспечить ΔPmin ≈ 125 ПА на обводных/замыкающих участках отопительных приборов подъемных стояков.

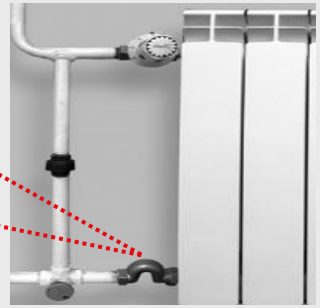
Новый коэффициент затекания β. Эффект остаточной теплоотдачи радиатора

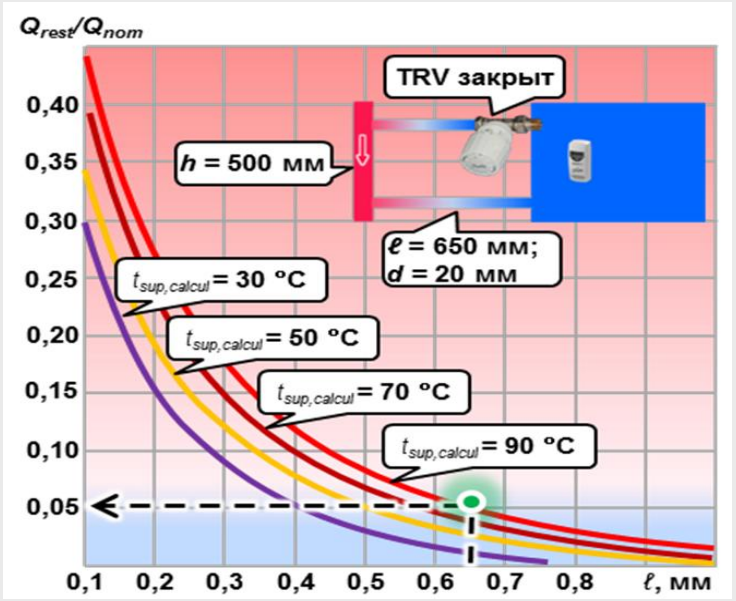
✓ ***При закрытом TRV минимальное отношение для учета теплопотребления прибором распределителем (heat cost allocator) должно быть - Q/Qn ≤ 5 %.***

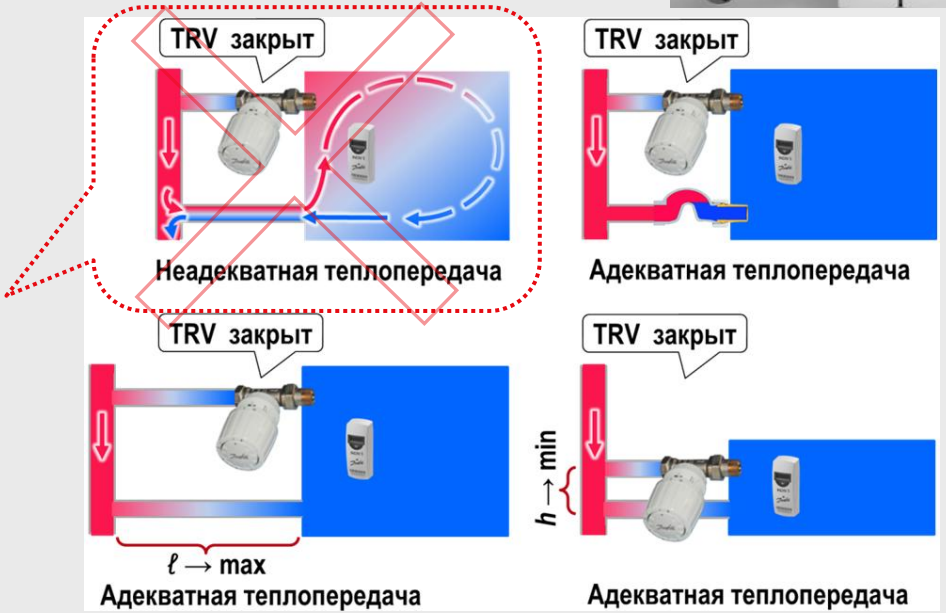
✓***Если Qrest > 5%Qnom применить:***

- ***или ограничитель обратного потока,***
- ***или длинную подводку к радиатору,***
- ***или конвектор вместо радиатора,***
- ***или невысокий радиатор.***

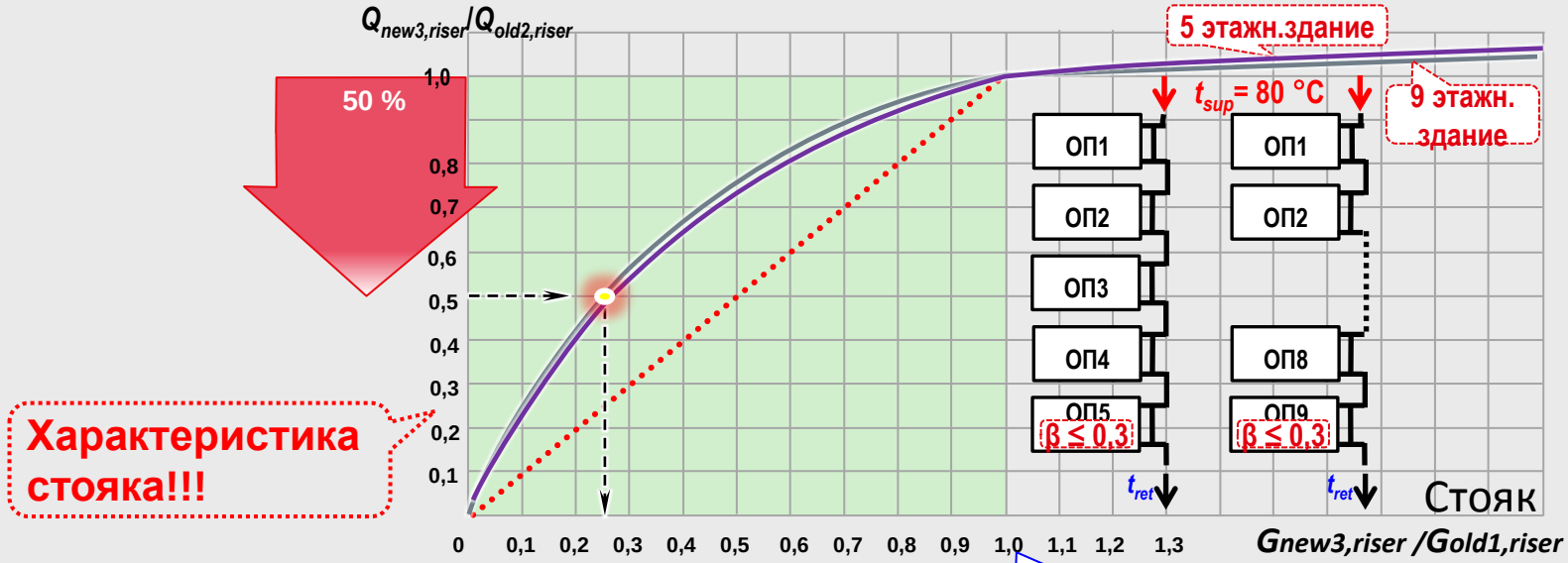
Если Qrest > 5%Qnom применть ограничитель обратного потока







Старая и новая температура возвращаемого теплоносителя (с TRV) – 3-й компонент теплоизоляции здания



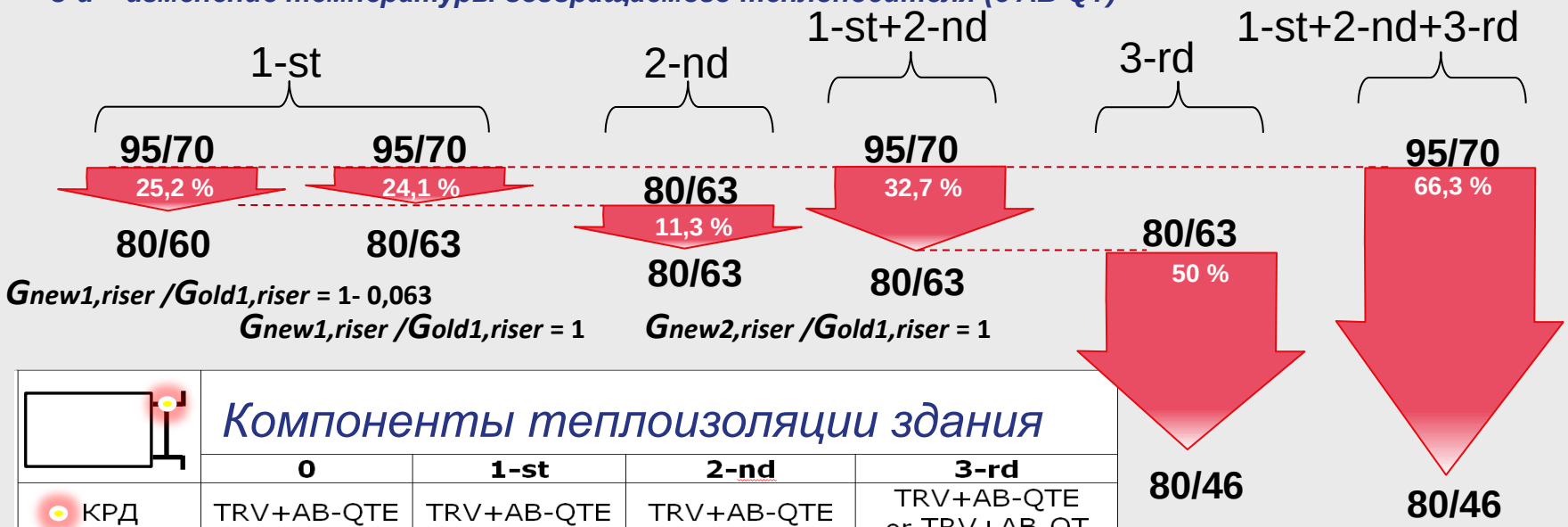
$Q_{ridiator}$ = 0,5…1,0 kWt

$$Q_{new3,riser}/Q_{old2,riser} = G_{new3,riser}(80 - t_{AB\text{-}QT}) / G_{old1,riser}(80 - 63)$$

$$t_{AB\text{-}QT} = 80 - (Q_{new3,riser}/(Q_{old2,riser})(G_{old1,riser}/G_{new3,rise})(80 - 63) =$$
$$= 80 - 0{,}5 \cdot 4{,}0 \cdot 17 = \mathbf{46\ °C}\ t_{ret}$$

Компоненты теплоизоляции здания

0-й – здание до термомодернизации
1-й – изменение температуры подающего теплоносителя
2-й – изменение коэффициента затекания β (с TRV)
3-й – изменение температуры возвращаемого теплоносителя (с AB-QT)

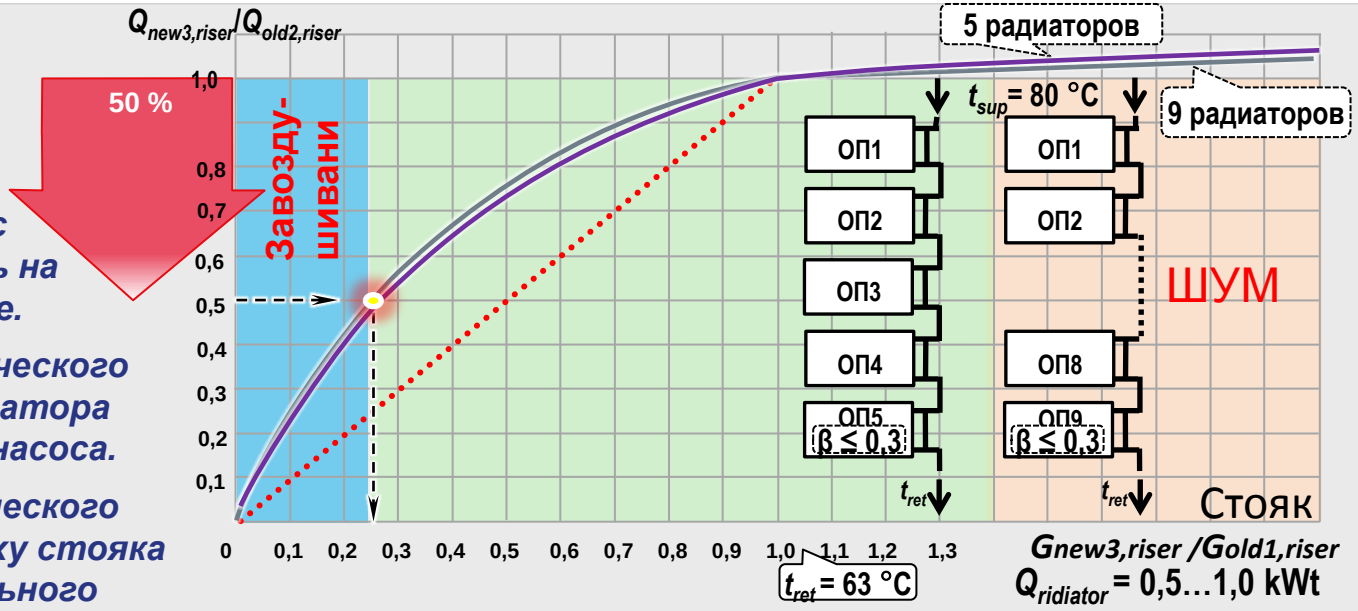


Компоненты теплоизоляции здания

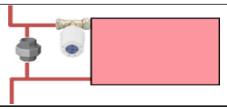
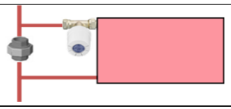
	0	1-st	2-nd	3-rd
КРД	TRV+AB-QTE	TRV+AB-QTE	TRV+AB-QTE	TRV+AB-QTE or TRV+AB-QT
КРП	-	-	TRV+AB-QTE	TRV+AB-QTE or TRV+AB-QT
КРТ or without anything	-	-	TRV+AB-QTE	TRV+AB-QTE or TRV+AB-QT

Завоздушивание. Шумообразование

- ✓ *Циркуляционный насос необходимо располагать на подающем трубопроводе.*
- ✓ *Установка автоматического воздухоотводчика/сепаратора после циркуляционного насоса.*
- ✓ *Установка автоматического воздухоотводчика в верху стояка (или верхнего отопительного прибора в П-образной системе)*



Ориентировочные характеристики стояка при замене КРТ (β = 1,0) на TRV

Трубы d, мм	β		$G_{riser,min}$, кг/ч		$G_{riser,max}$, кг/ч
			завозду-шивание стояка	«подвисание» ОП	шум
15×15×15	0,28	0,24	133	200	350
20×15×20	0,32	0,31	245	150	350
20×20×20	0,2	0,14	245	250	810
25×20×25	0,23	0,22	410	330	1600

Шумообразование

EN 15251)

Annex E
(informative)

Indoor system noise criteria of some spaces and buildings

Table E.1 Examples of design A-weighted sound pressure level

Building	Type of space	Sound pressure level [dB(A)]	
		Typical range	Default design value
Residential	Living room	25 to 40	32
	Bed room	20 to 35	26

Максимально допустимая скорость движения теплоносителя в трубопроводах [ДБН В.2.5-67]

Допустимый эквивалентный уровень шума, дБА	Допустимая скорость движения теплоносителя, м/с, в трубопроводах при коэффициентах местных сопротивлений узла отопительного прибора или стояка с арматурой, приведенных к скорости движения теплоносителя в трубопроводах				
	До 5	10	15	20	30
25	1,5/1,5	1,1/0,7	0,9/0,55	0,75/0,5	0,6/0,4
30	1,5/1,5	1,5/1,2	1,2/1,0	1,0/0,8	0,85/0,65
35	1,5/1,5	1,5/1,5	1,5/1,1	1,2/0,95	1,0/0,8
40	1,5/1,5	1,5/1,5	1,5/1,5	1,5/1,5	1,3/1,2

Примечание 1. В числителе приведена допустимая скорость теплоносителя при применении кранов пробочных, трехходовых и двойной регулировки, в знаменателе – при применении вентилей.

Примечание 2. Скорость движения теплоносителя в трубопроводах, прокладываемых через несколько помещений, следует определять, учитывая:
а) помещение с наименьшим допустимым эквивалентным уровнем шума;
б) арматуру с наибольшим коэффициентом местного сопротивления, установленную на любом участке трубопровода, проложенного через это помещение, при длине участка 30 м в обе стороны от помещения.

Примечание 3. При применении запорно-регулирующей арматуры с большим гидравлическим сопротивлением (автоматические регуляторы температуры воздуха в помещении, балансировочные клапаны, регуляторы перепада давления и др.) следует избегать образования шума согласно требованиям производителя относительно не превышения предельных потерь давления на этой арматуре.

Допустимая скорость движения тепоносителя в оборудовании (для 25 дБА)

Тип	k_{vs}, (м³/ч)/бар^{0,5}	ζ	v_{max}, м/с
TRV (прямой)			
RA-G15	2,30	18,36	0,5
RA-G20	3,81	22,55	0,4
Дроссель-шайба			
RTD-BR15/10	6,80	2,1	1,5
RTD-BR20/15	15,1	1,42	1,5
Ограничитель обратного потока			
RTD-CB15	4,54	4,71	1,5
RTD-CB20	8,06	4,97	1,5
Автоматические балансировочные клапаны AB-QM/AB-QT/AB-QTE			
AB-QM10	1,524	17,35	0,5
AB-QM15	2,494	15,62	0,5
AB-QM20	4,988	12,98	0,55
AB-QM25	8,908	10,87	0,55
AB-QM32	16,77	9,44	0,7

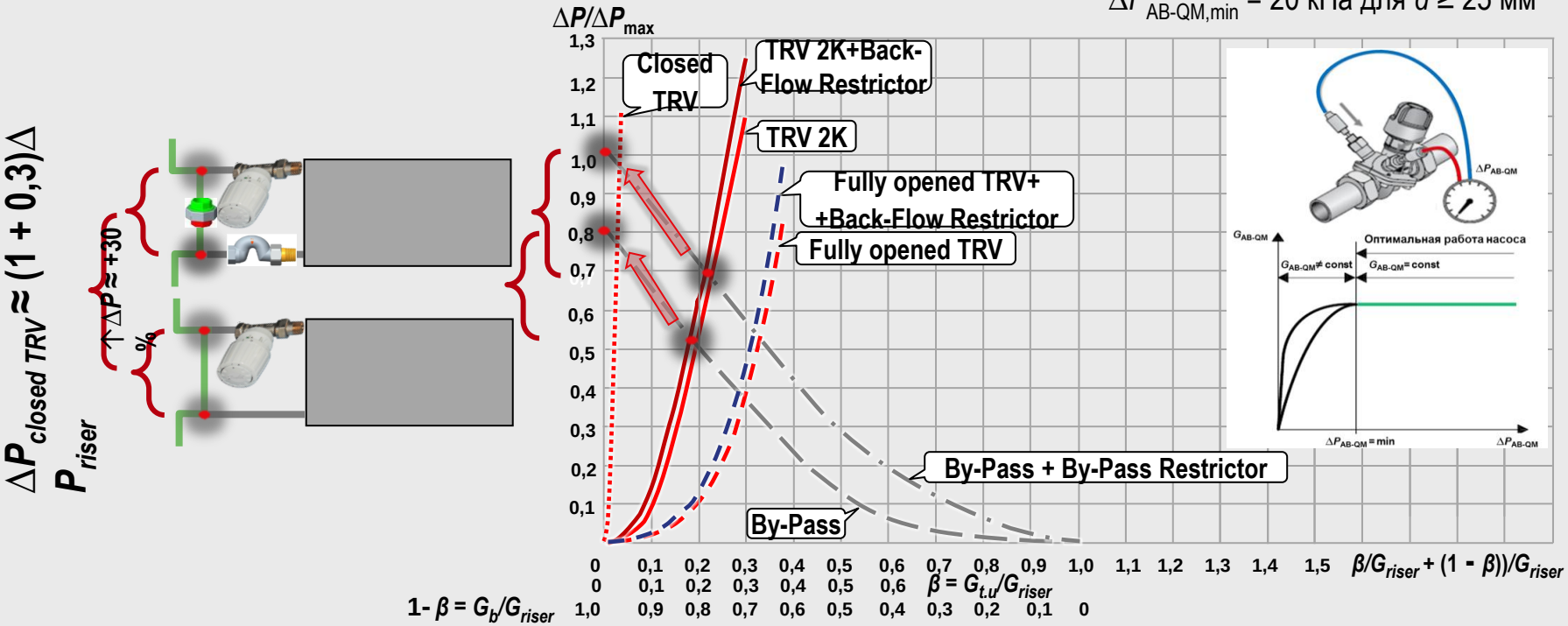
Рекомендуемые и максимально допустимые скорость и расход теплоносителя в стояках

	Рекомендовано [Справочник Щекина]		Допустимо [СНиП II-Г.7-62]	
d, мм	v_{rec}, м/с	G_{rec}, кг/ч	v_{max}, м/с	G_{max}, кг/ч
10	-	-	0,3	130
15	0,3-0,4	210-270	0,5	350
20	0,35-0,42	450-550	0,65	810
25	0,4-0,49	800-1000	0,8	1600

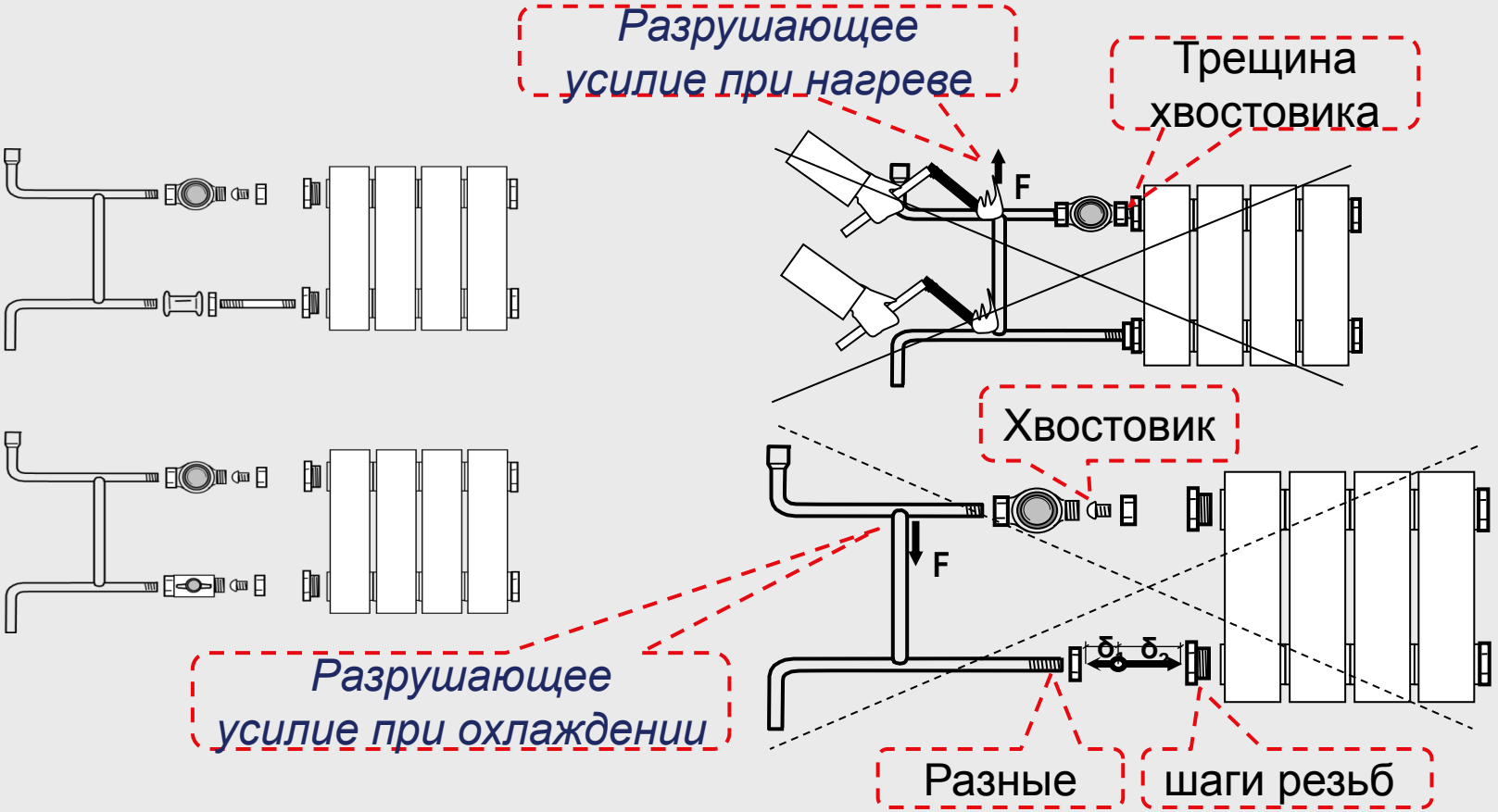
Оптимизация насоса

$$\Delta P_{AB\text{-}QM\ min} = 16\ldots20\ kPa + 0.3\Delta Priser = 16\ldots20\ kPa + 0.3(0.7\ldots0.8\times\Delta P_{system})$$

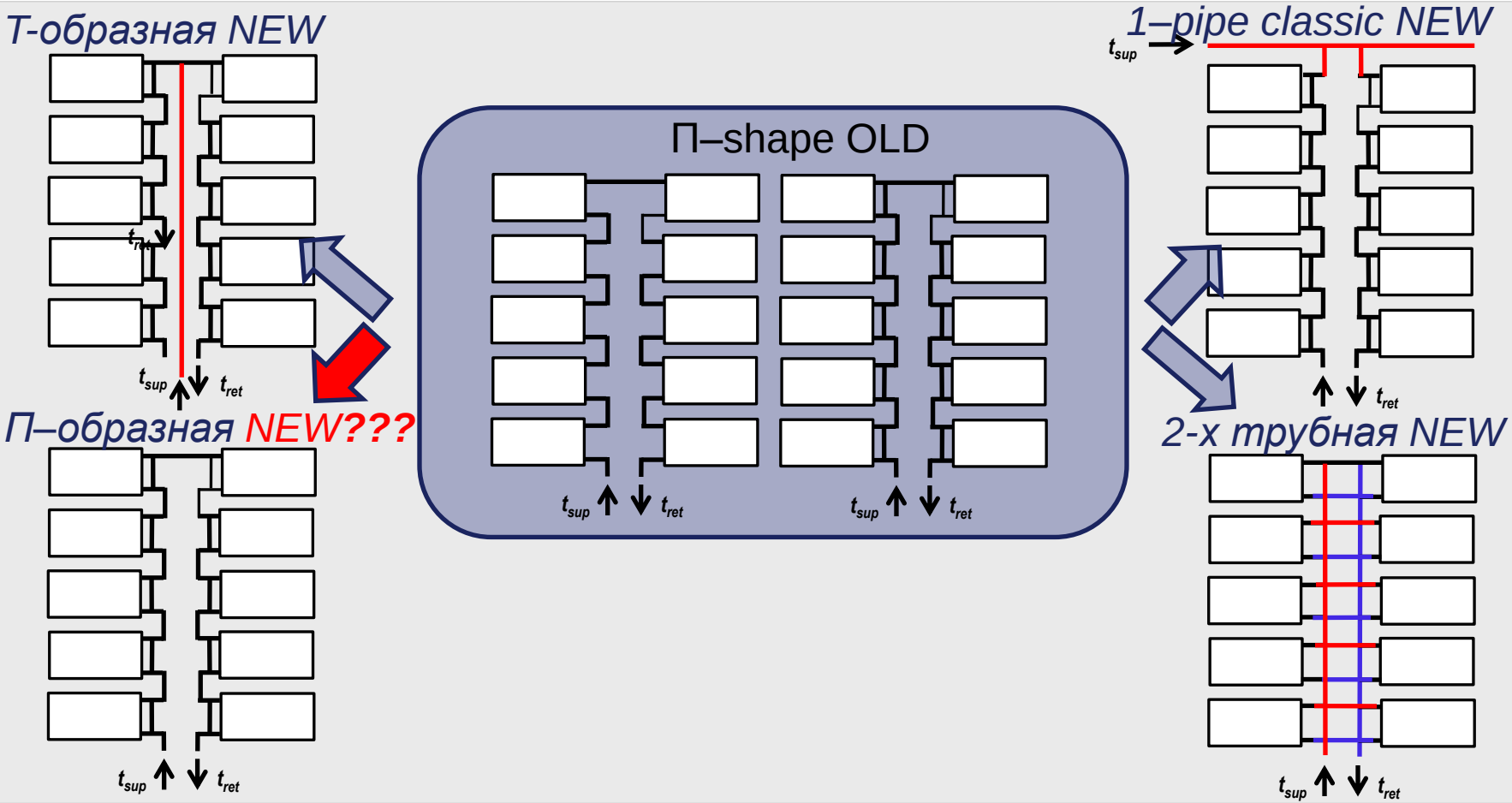
$\Delta P_{AB\text{-}QM,min}$ = 16 кПа для $d \leq 20$ мм;
$\Delta P_{AB\text{-}QM,min}$ = 20 кПа для $d \geq 25$ мм



Установка замыкающего/обводного участка



Модернизация П-образной старой системы отопления



Рекомендации при модернизации П-образной системы

а) рекомендуется переоборудовать систему в двухтрубную или в однотрубную Т-образную, или однотрубную с транзитным подъемным стояком, или однотрубную с распределительной магистралью стояков в верхней части здания, если применены отопительные приборы с высотой внутренних каналов (колонок, крайних нитей змеевика и др.) более 150 мм;

б) рекомендуется применять отопительные приборы с наименьшей высотой внутренних каналов;

в) следует принимать расход теплоносителя в стояке, обеспечивающий в подъемной части стояка затекание теплоносителя в отопительные приборы во всех режимах регулирования их тепловой мощности;

г) следует обеспечивать минимальные удельные потери давления в замыкающих участках подъемной части стояка.

Рекомендуется для П-образных систем обеспечивать автоматическое плавное повышение температуры теплоносителя регулятором теплового потока после периодов остановки системы отопления, например, отсутствия электроснабжения.

ДБН В.2.5-67:2013

http://heating.danfoss.com/PCMFiles/65/other_files/FAQ_Ministry/DBN_OVK_ru_safe.pdf

Many thanks for your kind attention!

Ukraine, Kyiv
Mob: +38 050 444 43 14
pyrkovviktor@ukr.net

Pyrkov Viktor
Ph.D., Assistant Professor,
Energy Efficiency Expert

12.04.2019