

Влияние межквартирных перетоков тепла на температурный режим помещений и на платежи жителей в контексте установки приборов учета индивидуального потребления тепловой энергии на отопление в жилых многоквартирных домах

ОТЧЕТ

Москва, 2019

Содержание

Введение	3
Объект расчета.....	3
Сценарии расчета.	5
Цель расчета.	6
Условия расчета и принятые допущения	6
Математическая модель.....	7
Расчет теплопотребления за расчетный период ($t_n=-25^{\circ}\text{C}$)	8
Обобщение результатов за расчетный период ($t_n=-25^{\circ}\text{C}$).....	13
Расчет теплопотребления за отопительный период.....	14
Обобщение результатов за отопительный период.....	15
Сравнение данных расчетов по распределенной и сосредоточенной расчетным моделям	17
Расчет потребления охлажденной квартиры	20
Выводы.	22
Общие выводы по проблеме перетоков.....	22
Литература	23
Приложение 1. Основные допущения модели и методика расчета системы отопления	25
Приложение 2. Расчет дополнительных теплопотреблений и платежей потребителей за отопительный период.....	31
Приложение 3. Результаты расчета теплоперетоков за расчетный период ($t_n=-25^{\circ}\text{C}$)	51
Приложение 4. Результаты расчета теплоперетоков за отопительный период.....	76
Приложение 5. Эффект от участия жителей в процессе регулирования и энергосбережения.....	85

Введение

В течение отопительного сезона между соседними квартирами многоквартирного жилого здания могут возникать перетоки тепла, величина которых зависит от многих факторов, таких как конструкция элементов здания и системы отопления, режим отопления каждой квартиры, термическое сопротивление наружных и межквартирных ограждений, расположение квартир относительно друг друга, расположение квартир внутри здания, режим отопления мест общего пользования, климатические условия и др.

В работе [1], в контексте применения математических методов системного анализа для управления тепловым режимом здания, детально рассмотрены процессы переноса тепла на основе построения детерминированной математической модели теплового баланса помещений, учитывающих конвективный и лучистый теплообмен в помещении, передачу тепла через ограждающие конструкции, влияние солнечной радиации, и внутренних источников тепла. В такой постановке задачи модель нестационарного теплообмена представляет собой систему обыкновенных дифференциальных уравнений.

Для решения инженерной задачи по оценке перетоков тепла между квартирами и их влиянию на изменение платежей потребителей по показаниям приборов индивидуального учета тепла, в данной работе принята упрощенная математическая модель, которая опирается на данные, представленные в нормативных документах.

К анализу принимается несколько сценариев, при которых в течение всего отопительного сезона в одной из квартир (далее «охлажденной») полностью отключается отопление или температура воздуха снижается до предельно нормируемой для жилых помещений 15°C [2]. При этом, частичная или полная компенсация теплопотерь «охлажденной» квартиры осуществляется через ограждения (межквартирные и межэтажные) с соседними отапливаемыми квартирами и помещениями мест общего пользования (далее МОП), а компенсация дополнительных теплопотерь квартир, соседних с «охлажденной» осуществляется частично или полностью за счет теплоперетоков из квартир, примыкающих к соседним с «охлажденной». В соответствии с описанной схемой распространения тепловых потоков, к расчету принята так называемая **распределенная модель**, при которой все соседние с охлажденной квартиры и примыкающие к соседним по горизонтали и вертикали квартиры и помещения МОП (как минимум 2-3 квартиры и помещения МОП по всем пространственным осям здания) участвуют в теплообмене. В ряде работ [3,4] теплоперетоки рассчитываются на основе так называемой **сосредоточенной модели**, согласно которой рассматривается теплообмен только между квартирой с отключенным отоплением и соседними с ней квартирами.

Следует отметить, что в данном исследовании речь идет о **расчетных моделях**, в то время как обычно термины «сосредоточенная» и «распределенная» используются применительно к **математическим моделям** зданий, связанным с рассмотрением параметров воздуха в помещении в одной точке или их распределения по помещению. Однако указанные названия хорошо характеризуют приведенные модели процессов теплоперетоков применительно к решаемой задаче.

Дополнительные теплопотери в квартирах, соседних с «охлажденной» и примыкающих к соседним за счет перетоков тепла в охлажденную квартиру, приводят к дополнительным платежам за отопление. Однако, согласно логике распределенной модели, величина дополнительных платежей будет соответствовать только той доли дополнительных теплопотерь, которая компенсируется за счет резервной мощности отопительных приборов в квартирах, соседних с «охлажденной» (в пределах 10-15% [5]), основная мощность которых рассчитана только на компенсацию теплопотерь через наружные ограждения.

Объект расчета

В качестве расчетного объекта принято типовое односекционное 17-ти этажное жилое здание с техническим подпольем и чердаком.



Рис. 1. Планировка помещений на этажах.



Рис. 2 Расчетная нумерация помещений и квартир на этаже (номера квартир указаны в скобках).

На каждом этаже расположены четыре квартиры, межквартирный коридор и лестничный/лифтовый холл. Планировка и нумерация квартир и помещений по этажу, аналогичная

принятой в работе [4], представлена на рис.1 и 2. Данный вариант здания имеет наибольшие теплопотери по сравнению с многосекционными жилыми зданиями. Принятые к расчету режимы отопления технического подполья – без отопления и с отоплением. Чердак отапливается за счет вентвыбросов в объем чердачного пространства.

Сценарии расчета

Расчет модели осуществлялся при полностью или частично «охлажденной» квартире по следующим сценариям.

Сценарий 1

Приборы отопления полностью выключены или переведены в режим поддержания температуры внутреннего воздуха на уровне 15 °С в рядовой (не угловой) квартире на 9-м этаже (рис.2, квартира №4), к которой примыкают:

- По горизонтали:
 - 2 квартиры по бокам (№5, №3),
 - Межквартирный коридор (№2),
- По вертикали:
 - квартира этажом выше (№4 на 10м этаже),
 - квартира этажом ниже (№4 на 8м этаже).

Тепло в «охлажденную» квартиру поступает через примыкающие к этой квартире ограждения соседних квартир и межквартирный коридор.

Компенсация дополнительных теплопотерь в квартирах соседних с «охлажденной» осуществляется за счет резерва мощности отопительных приборов, расположенных в этих квартирах, а также за счет теплопоступлений через межквартирные перегородки, потолок и пол.

Сценарий 2

Приборы отопления полностью выключены или переведены в режим поддержания температуры внутреннего воздуха на уровне 15 °С в угловой квартире на 1-м этаже (рис.2, квартира №1), к которой примыкают:

- По горизонтали:
 - 1 квартира сбоку (№3)
 - Межквартирный коридор (№2)
 - Лифтовой холл (№2)
- По вертикали:
 - 1 квартира этажом выше (№1 на 2м этаже)
 - технической подполье ниже.

Тепло в «охлажденную» квартиру поступает через примыкающие к этой квартире ограждения соседних квартир, межквартирный коридор и лифтовой холл.

Компенсация дополнительных теплопотерь в квартирах соседних с «охлажденной» осуществляется за счет резерва мощности отопительных приборов, расположенных в этих квартирах, а также за счет теплопоступлений через межквартирные перегородки и потолок. Расчет выполнялся для вариантов отапливаемого и неотапливаемого подвала (в случае отапливаемого подвала возможна дополнительная компенсация теплопотерь за счет теплопоступлений в квартиру через пол, что увеличивает нагрузку на отопительные приборы техподполья).

Сценарий 3

Приборы отопления полностью выключены или переведены в режим поддержания температуры внутреннего воздуха на уровне 15 °С в угловой квартире на 17-м этаже (рис.2, квартира №1), к которой примыкают:

- По горизонтали:
 - 1 квартира сбоку (№3)
 - Межквартирный коридор (№2)
 - Лифтовой холл (№2).
- По вертикали:

- Чердак этажом выше;
- 1 квартира этажом ниже (квартира №1 16го этажа).

Тепло в «охлажденную» квартиру поступает через примыкающие к этой квартире ограждения соседних квартир, межквартирный коридор и лифтовый холл.

Компенсация дополнительных тепловых потерь в квартирах соседних с «охлажденной» осуществляется за счет резерва мощности отопительных приборов, расположенных в этих квартирах, а также за счет теплоступлений через межквартирные перегородки и пол.

Цель расчета

Путем математического моделирования процессов распределения потоков тепла между квартирами для расчетного режима отопления, а также для всего диапазона изменения наружной температуры в течение всего отопительного сезона необходимо определить для каждого из принятых сценариев: температуру воздуха и дополнительные тепловые потери в «охлажденной» квартире, в каждой соседней с «охлажденной» квартире и в примыкающих квартирах и помещениях МОП по высоте и ширине здания. На основе полученных данных определить размер дополнительных платежей за отопление для пользователей квартир, соседних с «охлажденной», а также примыкающих к ним.

Условия расчета и принятые допущения

Для расчета перетоков тепла в модели приняты следующие условия и допущения:

1. Система отопления запроектирована с учетом поддержания в отапливаемых помещениях заданную комфортную температуру (T_j) согласно стандартам для различных помещений (см. табл. 1). При этом, в угловом помещении температура внутреннего воздуха принимается равной 24°C, т.е. на 2°C выше, чем в рядовом помещении.
2. Тепловыделения от бытовых приборов и солнечная радиация не учитываются. Поскольку в данной работе не учитывается вентиляционная норма наружного воздуха, можно принять, что неучет тепловыделений от бытовых приборов компенсирует неучет вентиляции.
3. Расчеты выполнялись при запасе мощности отопительных приборов 10% и 15%.
4. Климатические условия приняты для г. Москва. Расчетная температура для определения нагрузок отопительных приборов – температура самой холодной пятидневки $t_n = -25^\circ\text{C}$.
5. Продолжительность стояния среднесуточной температуры наружного воздуха при разбиении интервала изменения температур в течение отопительного периода принята (средние значения за многолетний период) согласно данным [7] (табл. 2).
6. Общая продолжительность отопительного периода 218 суток (5240 часов/год).
7. Тариф за тепло на отопление для г. Москвы – 2200 руб./Гкал (основываясь на данных аналогичных исследований [8]).

Табл. 1. Допустимые и оптимальные значения температуры внутреннего воздуха помещений

Период года	Наименование помещения	Температура воздуха, °C	
		Оптимальная	Допустимая
Холодный	Жилая комната	20-22	18-24
	Кухня	19-21	18-26
	Туалет	19-21	18-26
	Ванная	24-26	23-27
	Межквартирный коридор	18-20	16-22
	Лифтовый холл, лестничная клетка	16-18	14-20

Табл. 2 Продолжительность стояния среднесуточной температуры наружного воздуха за отопительный сезон при разбиении интервала изменения температур в течение отопительного периода на дискретные значения.

Температура наружного воздуха t_n , °C	Продолжительность n , ч
-35	7,50
-30	21,62
-25	76,56
-20	184,31
-15	359,41
-10	647,53
-5	1055,08
0	1276,00
5	977,11
8	636,00

Математическая модель

В данной работе используется **распределенная** модель расчета. Математическое описание представлено уравнениями теплового баланса. В общем виде для каждого j -го помещения можно записать:

$$\sum_{i=1, i \neq j}^{N_j} K_i F_i (T_i - T_j) - \sum_{i=1}^{N_{0j}} K_{0i} F_i (T_j - T_n) - \sum_{i=1}^{N_{0j}} Q_{\text{инф},ij} + Q_{\text{от},j} = 0, \quad (1)$$

где

N_j – для j -го помещения число ограждающих конструкций, граничащих с другими помещениями;

N_{0j} – для j -го помещения число ограждающих конструкций, граничащих с наружным воздухом;

T_j – температура внутреннего воздуха в j -м помещении рассматриваемой квартиры, °C.

T_i – температура внутреннего воздуха в i -м помещении других квартир ($i \neq j$), °C.

K_i – коэффициент теплопередачи через i -е ограждение от помещения рассматриваемой квартиры к соседнему помещению или помещению на другом этаже (Вт/(м²·K));

K_{0i} – коэффициент теплопередачи через i -е наружное ограждение помещения (Вт/(м²·K));

F_i – площадь поверхности i -го ограждения, м²;

T_n – температура наружного воздуха, °C;

$Q_{\text{инф},ij}$ – теплотери на инфильтрацию для i -го ограждения j -го помещения (Вт).

$Q_{\text{от},j}$ – теплоступления от отопительных приборов для j -го помещения (Вт).

Таким образом, математическая модель теплообмена в здании представлена системой алгебраических уравнений.

При этом, как уже было упомянуто, мощность отопительного прибора ограничена и рассчитана только на компенсацию теплотери через наружные ограждения, с нормируемым запасом в 10% или 15%:

$$Q_{\text{от}, \text{max}} = Q_{\text{от}, \text{расч}} \cdot 1,1$$

или

$$Q_{\text{от}, \text{max}} = Q_{\text{от}, \text{расч}} \cdot 1,15.$$

Таким образом:

- 1) если в помещении требуется поддерживать постоянную температуру воздуха, то температура помещения T_j задана, и уравнением (1) определяется требуемая нагрузка на отопление-вентиляцию ($Q_{от}$) путем расчета теплопотерь (например, через наружные ограждения) и теплопритоков (от соседних квартир);
- 2) если требуемая нагрузка на отопление для поддержания заданной температуры воздуха, определенная по п.1, оказывается выше максимальной, то в уравнении (1) определяется значение температуры T_j , при котором теплопритоки и теплопотери будут уравновешивать друг друга (стационарное состояние).
- 3) если (в пределе) потребитель полностью отключает отопление в помещении или помещение неотапливаемое (то есть $Q_{от, исх} = 0$), то уравнение (1) также определяет температуру воздуха в помещении для стационарного состояния, которая ниже расчетной.

Решение системы уравнений, состоящей из уравнений теплового баланса (1) для каждого помещения здания, с целью определения значений температуры для стационарного состояния осуществляется численным методом. На основе полученных значений температур помещений производится расчет теплоперетоков между квартирами.

В уравнении (1) температура воздуха принимается средняя по всему помещению. В дальнейшем, для анализа и обобщения результатов в качестве укрупненного объекта рассмотрения принята квартира, в которой принимается температура внутреннего воздуха средняя по всем помещениям квартиры.

Дополнительные данные по расчету приведены в Приложении 1 настоящего отчета.

Расчет теплопотребления за расчетный период ($t_n = -25^\circ\text{C}$)

В качестве иллюстрации результатов расчета тепловой нагрузки на отопление (не учитывая неотапливаемые помещения), в табл. 3 приведены расчетные данные для угловой квартиры на первом этаже здания. Аналогичные расчеты выполнялись для каждого помещения для всех условий и сценариев.

На рис. 3.1-3.24 Приложения 3 представлены схемы фрагмента здания (вид смещен) с отображением потоков тепла между этажами, теплопотерь в окружающую среду и потоков тепла между квартирами на этаже. Показаны расчетные варианты для случая неотапливаемого или отапливаемого подвала и «теплого» чердака по трем расчетным сценариями, указанным выше. Там же, для сравнения представлены данные по работе системы отопления в штатном режиме, т.е. в режиме, когда отсутствуют «охлажденные» квартиры и учитываются реальные перетоки тепла через межквартирные перегородки и межэтажные перекрытия.

В частности:

- На рис. 3.1, 3.2, 3.4, 3.5 представлены результаты расчета для вариантов сценария №1 – полное отключение отопления и снижение температуры до минимальной (до 15°C) для рядовой квартиры № 4 на 9-ом этаже.

Расчеты показали, что для принятых условий температура в «охлажденной» квартире не падает ниже 15°C . Поэтому при исследовании варианта сценария №1 со снижением

температуры воздуха в помещении до 15°C был принят к расчету дополнительный вариант – расчет для угловой квартиры 9го этажа (с повышенными теплопотерями). Результаты расчета представлены на рис. 3.3 и 3.6.

- На рис. 3.7-3.18 представлены результаты расчета для сценария №2 – полного отключение отопления и снижение температуры до 15°C для угловой квартиры № 1 на 1-ом этаже для вариантов с неотапливаемым/отапливаемым подвалом.
- На рис. 3.19-3.24 представлены результаты расчета для сценария №3 - полного отключение отопления и снижение температуры до 15°C для угловой квартиры № 1 на 17-м этаже.

Данные в таблицах на каждом из указанных рисунков отражают долю теплопоступлений через межквартирные перегородки или через межэтажные перекрытия от смежных с данной квартир и долю теплопоступлений от отопительных приборов от суммарных теплопоступлений в квартире.

На рис. 3.1-3.24 синим цветом обозначена квартира, в которой приборы отопления полностью выключены или переведены в режим поддержания температуры внутреннего воздуха на уровне 15 °С.

Данные по распределению температур воздуха в «охлажденных», соседних с «охлажденными» и примыкающими к соседним квартирам, включая помещения МОП в зависимости от сценария и принятых условий для расчетной температуры наружного воздуха представлены в табл. 4, 5.

В указанных таблицах приняты следующие обозначения: Н – примыкание квартиры к наружному ограждению здания, П – подвал; Ч – чердак, К – межквартирный коридор/лестничный и лифтовый холл.

Табл. 3. Пример определения расчетных нагрузок на отопление квартиры № 1, 1й этаж (исключая межквартирный коридор, ванную и туалет), подвал – неотапливаемый.

Ограждающая конструкция						Микроклимат			Добавки		Теплопотери, Вт	Сумма, Вт
№	Наименование	Длина, м	Высота, м	Площадь, м ²	К, Вт/(м ² ·К)	t _{int} , °С	t _{ext} , °С	dt, °С	Коэфф. на ориентацию Ψ	Потери на инфильтрацию, Вт		
1	Наружная стена помещения №1	3,4	2,75	9,35	0,33	22	-25	47	1,15	0	168,86	696,97
2	Окно помещения №1	1,5	1,78	2,67	1,7	22	-25	47	1,15	169,41	414,92	
3	Наружная стена помещения №1	1,3	2,75	3,58	0,33	22	-25	47	1,15	0	64,56	
4	Перекрытие над подвалом помещения №1	4	4	16	0,25	22	2	20	0,6	0	48,63	
5	Наружная стена помещения №2	3,4	2,75	9,35	0,33	24	-25	49	1,15	0	176,04	1020,61
6	Окно помещения №2	0,75	1,78	1,34	1,7	24	-25	49	1,15	90,32	218,3	
7	Наружная стена помещения №2	5,4	2,75	14,85	0,33	24	-25	49	1,15	0	279,6	
8	Перекрытие над подвалом помещения №2	4,12	4,12	17	0,25	24	2	22	0,6	0	56,84	
9	Балконная дверь помещения №2	0,75	2,63	1,97	1,7	24	-25	49	1,15	100,74	289,83	
10	Наружная стена помещения №3	3,25	2,75	8,94	0,33	20	-25	45	1,1	0	147,82	618,02
11	Окно помещения №3	0,8	1,78	1,42	1,7	20	-25	45	1,1	84,49	204,4	
12	Перекрытие над подвалом помещения №3	3,16	3,16	10	0,25	20	2	18	0,6	0	27,36	
13	Балконная дверь помещения №3	0,7	2,63	1,84	1,7	20	-25	45	1,1	83,41	238,44	

Табл. 4. Распределение температуры воздуха при расчетном режиме ($t_n = -25^\circ\text{C}$) при полном отключении отопления в одной из квартир.

Квартиры	Наличие отопления в подвале и чердаке	Запас мощности отоп. прибора, %	t ср воздуха в квартирах ($^\circ\text{C}$):	
			«Охлажденной», - Соседних с «охлажденной», - В скобках - примыкающих к соседним	
			Расположение квартир в здании	
			по горизонтали	по вертикали
Угловая, 1-й этаж, над подвалом	Нет $t_n = 6-6,1^\circ\text{C}$	10	Н (22,5) К-19,0 11,4 Н (21,7) 21,2 Н Н	(20,3) (К-19,0) 17,8 Н К-19,0 11,4 Н П-6,0 Н
			Н (22,7) К-19,0 11,8 Н (21,9) 21,7 Н Н	(20,9) (К-19,0) 18,4 Н К-19,0 11,8 Н П-6,1 Н
		15	Н (22,7) К-19,0 12,2 Н (21,8) 21,7 Н Н	(21,0) (К-19,0) 18,6 Н К-19,0 12,2 Н П-16,0 Н
			Н (22,4) К-19,0 11,9 Н (21,6) 21,3 Н Н	(20,4) (К-19,0) 18,0 Н К-19,0 11,9 Н П-16,0 Н
	Да $t_n = 16^\circ\text{C}$	10	Н (22,4) К-19,0 11,9 Н (21,6) 21,3 Н Н	(20,4) (К-19,0) 18,0 Н К-19,0 11,9 Н П-16,0 Н
		15	Н (22,7) К-19,0 12,2 Н (21,8) 21,7 Н Н	(21,0) (К-19,0) 18,6 Н К-19,0 12,2 Н П-16,0 Н
Рядовая, 9-й этаж	Нет	10	Н (22,1) К-19,0 (21,5) Н 22,1 18,1 22,3 Н	(21,1) (22,1) 20,2 (22,5) 22,1 18,1 22,3 (22,3) 20,3 (22,6) (21,2)
		15	Н (22,6) К-19,2 (21,9) Н 22,6 18,4 22,8 Н	(21,4) (22,6) 20,6 (22,9) 22,6 18,4 22,8 (22,6) 20,7 (22,9) (21,5)
Угловая, 17-й этаж	Нет $t_n = 15,1-15,3^\circ\text{C}$	10	Н (22) К-18,9 13,3 Н (21,3) 21,1 Н Н	Ч-15,1 Н К-18,9 13,3 Н (К-19,0) 18,2 Н (20,2)
		15	Н (22,5) К-19,0 13,6 Н (21,6) 21,5 Н Н	Ч-15,3 Н К-19,0 13,6 Н (К-19,0) 18,7 Н (20,8)

Табл. 5. Распределение температуры воздуха при снижении температуры воздуха в одной из квартир до 15 °С при расчетном режиме (t_н= -25 °С).

Квартиры	Наличие отопления в подвале и чердаке	Запас мощности отоп. прибора, %	t _{ср} воздуха в квартирах (°С):	
			• «Охлажденной», • Соседних с «охлажденной», • В скобках - примыкающих к соседним	
			Расположение квартир в здании	
			по горизонтали	по вертикали
Угловая, 1-й этаж, над подвалом	Нет t _н =6,2-6,3°С	10	Н (22,5) К-19,0 15,5 Н (21,7) 21,8 Н Н	(20,9) (К-19,0) 19,4 Н К-19,0 15,5 Н П-6,2 Н
		15	Н (22,7) К-19,0 15,5 Н (21,9) 22,2 Н Н	(21,4) (К-19,1) 19,9 Н К-19,0 15,5 Н П-6,3 Н
	Да t _н = 16 °С	10	Н (22,4) К-19,0 15,6 Н (21,6) 21,8 Н Н	(20,9) (К-19,0) 19,5 Н К-19,0 15,6 Н П-16,0 Н
		15	Н (22,7) К-19,0 15,6 Н (21,8) 22,2 Н Н	(21,4) (К-19,1) 19,9 Н К-19,0 15,6 Н П-16,0 Н
	Нет	10	Н (22,2) К-19,0 15,7 Н (21,5) 21,7 Н Н	(20,7) (К-19,0) 19,2 Н К-19,0 15,7 Н (К-19,0) 19,3 Н (20,8)
		15	Н (22,6) К-19,0 16,0 Н (21,7) 22,2 Н Н	(21,2) (К-19,1) 19,8 Н К-19,0 16,0 Н (К-19,1) 19,9 Н (21,3)
Угловая, 17-й этаж	Нет t _ч =15,2-15,4 °С	10	Н (22,0) К-19,0 15,5 Н (21,4) 21,4 Н Н	Ч-15,2 Н К-19,0 15,5 Н (К-19,0) 19,2 Н (20,6)
		15	Н (22,5) К-19,0 15,6 Н (21,6) 21,8 Н Н	Ч-15,4 Н К-19,0 15,6 Н (К-19,1) 19,5 Н (21,1)

Обобщение результатов за расчетный период (t_н= -25 °С)

В расчетный период работы системы отопления в рядовой (не угловой) квартире на уровне среднего по дому 9го этажа даже при полном отключении отопления температура не упадет ниже допустимых 18°С (см. рис.3.2, 3.4 и табл. 4). Увеличение нагрузки (по отношению к штатному режиму работы) на отопительные приборы соседних квартир составит порядка 1,5-8,1 % (рис.3.4, 3.5). Минимальная температура в квартирах, соседних с охлажденной, составляет 19-20 °С при отключении отопления в рядовой квартире или 18,7-18,8 °С при отключении отопления в угловой квартире. Если в охлажденной квартире (угловой или рядовой) отопление отключается не полностью, а поддерживается режим температуры внутреннего воздуха на уровне 15 °С, то температура в соседних квартирах не падает ниже допустимого норматива (18,8 °С) (см. рис. 3.3, и табл. 5). Таким образом, можно сделать вывод, что для рассматриваемых сценариев для всех этажей здания, **отключение отопления или снижение температуры до 15°С в одной из рядовых/средних квартир не приводит к снижению температуры ниже нормируемой для соседних квартир** даже в наиболее холодный период отопительного сезона.

Для угловой квартиры первого этажа температура в расчетный период опускается ниже допустимых 15°С (около 11-12°С) при отключении отопления за счет значительных потерь теплоты на инфильтрацию воздуха и теплообмена с неотапливаемым (или отапливаемым) подвалом (см. рис. 3.8,3.11 и табл. 4). Для случая отапливаемого подвала температура в квартире с отключенным отоплением по-прежнему ниже допустимых значений (около 14°С для расчетного случая). Увеличение нагрузки (по отношению к штатному режиму работы) на отопительные приборы соседних квартир составит порядка 2,8-9 % (рис.3.10,3.11,3.15,3.17). При этом температура в квартирах, соседних с охлажденной, падает до 17-18°С. Если же в охлажденной квартире поддерживается 15 °С, то температура в соседних квартирах изменяется в пределах 18,9-23,3°С (см. рис. 3.9, 3.15 и табл. 5). Можно заключить, что в наиболее холодный период отопительного сезона **в квартирах, соседних с угловой квартирой 1-го этажа, в которой полностью выключено отопление, температура воздуха может оказаться несколько ниже нормируемой. Однако при ограничении снижения температуры в охлажденной квартире не ниже 15 °С, температура в соседних квартирах остается в пределах нормируемого диапазона.**

Для угловой квартиры верхнего этажа (в рассматриваемом примере 17й этаж) при отключении отопления температура в расчетный период имеет значение ниже допустимого (около 12-13 °С). В данном случае действуют два разнонаправленных фактора: с одной стороны, отсутствует инфильтрация, что предотвращает от резкого падения температуры, с другой стороны, на охлаждение квартиры ниже нормируемой влияют теплотери через чердачное перекрытие (см. рис. 3.20, 3.23 и табл. 4). Увеличение нагрузки (по отношению к штатному режиму работы) на отопительные приборы соседних квартир составит порядка 2,9-8 % (рис.3.22,3.23). При этом температура в квартирах, соседних с «охлажденной», падает до 17,8-18°С. Если температура в «охлажденной» квартире поддерживается на уровне 15°С, то температура в соседних квартирах изменяется в пределах допустимых значений (18,7-22,6°С) (см. рис. 3.21 и табл. 5). Т.е., в квартирах, соседних с угловой квартирой последнего этажа (расположенного под «теплым» чердаком), в которой отопление отключено, **температура воздуха остается в пределах нормируемого диапазона в наиболее холодный период отопительного сезона.**

Следует учесть, что для рассматриваемого случая продолжительность стояния среднесуточной температуры наружного воздуха, равной расчетной (-25°С) в течение отопительного сезона для данного расчета составляет чуть более 3х суток (табл.2). Это означает, что влияние дополнительных перетоков тепла при некотором снижении температуры воздуха в наиболее холодный период отопительного сезона незначительно скажется на размер годовых платежей за отопление квартир, соседних с охлажденной и примыкающих к соседним.

Таким образом, расчеты показывают, что за счет теплоперетоков в квартирах, соседних с «охлажденной», возникают дополнительные теплотери. Как было сказано выше, компенсация данных теплотерь осуществляется за счет отопительных приборов в этих (соседних с «охлажденной») квартирах в пределах их расчетной и резервной мощности, а также за счет тепlopоступлений из квартир и помещений МОП, примыкающих к соседним с «охлажденной» квартирой, через межквартирные ограждения и через межэтажные перекрытия (доля тепlopоступлений через ограждающие конструкции для соседних квартир, согласно расчетам, увеличивается до 5-6%).

Как следует из табл. 4, изменение резерва мощности отопительных приборов в пределах 10-15% в расчетный период отопительного сезона незначительно сказывается (в пределах 0,1-0,6 °C) на температуры воздуха в «охлажденной» квартире и в квартирах, соседних с «охлажденной».

Увеличение нагрузки на приборы отопления становится менее значимым по мере удаления от «охлажденной» квартиры. Например, при отключении отопления в рядовой квартире 9го этажа увеличение нагрузки (по сравнению со штатным режимом) для квартир 5го этажа составляет 0,02-0,08 %, далее влияние исчезает.

Как следует из результатов расчетов (рис.3.1-3.24), **при отключении отопления наиболее значимым становится влияние межэтажных перетоков тепла за счет большей по сравнению с межквартирными перегородками площадью поверхности теплообмена, большей разности температур.**

Расчет тепlopотребления за отопительный период

При расчете тепlopотерь в помещениях, в которых не учитываются тепловыделения от бытовых приборов, тепловая нагрузка на отопительные приборы при изменении температуры наружного воздуха T_n определяется через относительную нагрузку на отопление q по формуле [9]:

$$q = \frac{Q_{от}}{Q_{от,расч}} = \frac{T_j - T_n}{T_j - T_o}, \quad (2)$$

где T_j - расчетная температура внутреннего воздуха в отапливаемом помещении, °C;

$Q_{от, расч}$ – проектная мощность отопительного прибора (Вт);

$Q_{от}$ – расчетная нагрузка на отопительные приборы при текущем значении температуры наружного воздуха T_n (Вт).

Суммарное тепlopотребление помещения (квартиры) за отопительный период $Q_{от}^{год}$, как было указано выше, рассчитывается по формуле:

$$Q_{от}^{год} = \sum_i 3600 \cdot n_i \cdot q_i \cdot Q_{от,расч}, \text{ (Дж/год)} \quad (3)$$

Где q_i – относительная нагрузка на отопление для i -го интервала отопительного периода (который характеризуется значением температуры наружного воздуха T_{ni}),

n_i – продолжительность i -го интервала отопительного периода (ч).

Согласно допущениям, в данном исследовании расчетные нагрузки отопительных приборов были определены путем оценки тепlopотерь через наружные ограждения для соответствующей температуры наружного воздуха. Расчет нагрузок отопительных приборов по стандартной методике и при использовании формулы (3) дают схожие результаты. Для расчета по распределенной модели также учитывалась фиксированная мощность отопительного прибора, рассчитанная с нормируемым резервным запасом в 10-15%.

Расчеты выполнялись с учетом условий п.п. 4-6 раздела «Условия расчета и принятые допущения», а также данным по продолжительности стояния температур – табл.2. В качестве единого уровня

отсчета в расчетах используются временные интервалы, в течение которых постоянной остаётся среднесуточная температура воздуха.

В табл. 2.1-2.14 Приложения 2 представлены результаты расчета теплотребления квартир за отопительный период для указанных расчетных сценариев (полное отключение приборов отопления в квартире или снижение температуры до минимально допустимой 15°C), в том числе увеличение теплотребления по сравнению со штатным режимом работы (т.е. когда приборы отопления должны обеспечивать оптимальные температурные условия в квартирах при условии, что запас мощности отопительных приборов ограничен). Также представлены данные по увеличению годовых платежей за отопление для квартир, соседних с охлажденной, и квартир, примыкающим к соседним. Это так называемые **переменные расходы тепловой энергии**, т.е. расходы, приходящиеся непосредственно на теплоотдачу отопительных приборов в квартирах, на которые могут оказывать влияние индивидуальные потребители с помощью приборов регулирования. В таблицах также показано изменение **постоянных расходов** – т.е. расходов тепла на отопление МОП, на которые потребитель не может оказать влияние.

В приложении 4 в графической форме (рис.4.1-4.8) представлены данные по средним температурам в квартирах и увеличению переменных расходов по сравнению с эксплуатацией системы отопления в штатном режиме за отопительный период (среднегодовая температура для принятых к расчету климатических условий равна -2,6 °C).

Обобщение результатов за отопительный период

Согласно расчетным данным, нагрузка на отопительные приборы квартир, **соседних** с квартирой с полностью отключенным отоплением, увеличится (по сравнению со штатным режимом работы) на:

- 0,16-1,26 ГДж/год (1-8,4 %) – для квартир средних этажей,
- 0,11-2,15 ГДж/год (0,8-12,7 %) – для квартир верхних этажей, граничащих с неотапливаемым чердаком,
- 0,19-2,43 ГДж/год (0,9-11,84%) – для квартир первого этажа.

Дополнительные платежи жителей квартир, **соседних** с «охлажденной», при этом составят (в зависимости от расположения квартиры в здании и ее площади):

- **60 - 1280 руб./год (5-107 руб./мес.)**

Суммарно, для всех соседних квартир, примыкающих к с «охлажденной» квартире, дополнительные платежи составят:

- **1140-2150 руб./год (95-180 руб./мес.)**

Полученный на основе расчета по распределенной модели размер дополнительных платежей **на порядок ниже** размера дополнительных платежей, полученных при расчете по сосредоточенной модели. В частности, по данным [8], для 4-х комнатной квартиры при снижении температуры в ней до 13 °C дополнительные платежи, суммарно, для всех квартир, соседних с «охлажденной» за отопительный период составят

- **12600 руб./год (1050 руб./мес.)**

Увеличение нагрузки на отопительные приборы для квартир, **примыкающих к соседним** с «охлажденной», за отопительный период составит:

- 0,05-0,59 ГДж/год – для квартир средних этажей,
- 0,13-1,14 ГДж/год – для квартир верхних этажей, граничащих с неотапливаемым чердаком,
- 0,13-1,46 ГДж/год – для квартир первого этажа.

Дополнительные платежи жителей этих квартир при этом увеличении нагрузки составят:

- **30 - 780 руб./год (2,5-65 руб./мес.)**

В соответствии с нормативными требованиями [2], современные термостаты имеют настройку, ограничивающую возможность снижать температуру воздуха в помещении ниже 15°C, что позволяет снизить теплоперетоки между квартирами. В частности, как следует из табл. 2.9-2.16, в расчете на весь отопительный период теплотребление квартир, соседних с квартирой, в которой термостат настроен на минимальное значение 15°C, увеличится (по сравнению со штатным режимом работы) на:

- 0,16-1,26 ГДж/год (1-8,4 %) – для квартир средних этажей (если 15 °С поддерживается в рядовой /не угловой квартире);
- 0,1-1,97 ГДж/год (0,8-11,4 %) – для квартир средних этажей (если 15 °С поддерживается в угловой квартире);
- 0,11-2,15 ГДж/год (0,8-12,7 %) – для квартир верхних этажей, граничащих с теплым чердаком,
- 0,18-2,42 ГДж/год (0,8-11,8 %) – для квартир первого этажа.

Дополнительные платежи жителей квартир, соседних с «охлажденной», составят:

- **50-1270 руб./год (5-106 руб./мес)**

(на 1-2% ниже, чем в случае полного отключения отопления в «охлажденной» квартире).

Увеличение теплотребления для квартир, примыкающих к соседним с «охлажденной», составит:

- 0,05-0,59 ГДж/год – для квартир средних этажей (если 15 °С поддерживается в рядовой/не угловой квартире),
- 0,07-0,68 ГДж/год – для квартир средних этажей (если 15 °С поддерживается в угловой квартире),
- 0,13-1,14 ГДж/год – для квартир верхних этажей, граничащих с теплым чердаком,
- 0,12-1,35 ГДж/год – для квартир первого этажа.

Дополнительные платежи жителей этих квартир при указанном увеличении теплотребления составят:

- **30-710 руб./год (2,5-60 руб./мес.)**

(на 5-9% ниже, чем в случае полного отключения отопления в «охлажденной» квартире).

Как следует из расчетов, теплотребление квартир, соседних с «охлажденной» и примыкающих к соседним несколько ниже при поддержании в охлажденной квартире 15°C по сравнению с сценарием полного отключения отопительных приборов. Однако, даже такое незначительное снижение теплотребления позволяет поддерживать в соседних квартирах температуру не ниже санитарной нормы.

Для иллюстрации различия между случаями ограничения минимальной температуры и отсутствием ограничения (полное отключение отопления) в квартире на рис. 3 приведена средняя разность температур между «охлажденной» квартирой и соседними с ней для сценария 2 (запас 15% по мощности отопительных приборов) при полном или частичном отключении системы отопления в угловой квартире 1го этажа (неотапливаемое техподполье). Как видно на графике, разность температур (основная движущая сила теплообмена) между «охлажденной» квартирой и соседними с ней квартирами имеет наибольшее различие (но не более 2-3 °С) при минимальной температуре наружного воздуха. При этом, согласно расчетам, отопительные приборы соседних с «охлажденной» квартир при данных условиях практически полностью используют расчетную и

резервную мощность как при полном отключении отопления в «охлажденной» квартире, так и при снижении температуры до минимально допустимой, что несколько снижает разницу теплоснабжения квартир для двух расчетных случаев.

Расчеты также показывают, что снижение температуры в квартире ведет к увеличению доли так называемых **постоянных расходов** (т.е. расходов тепловой энергии, на которые индивидуальные потребители не могут оказывать влияния), связанных с отоплением МОП (лестничные/лифтовые холлы и отапливаемое техподполье). Дополнительные выплаты распределяются между жильцами, включая жильца, отключившего отопление.

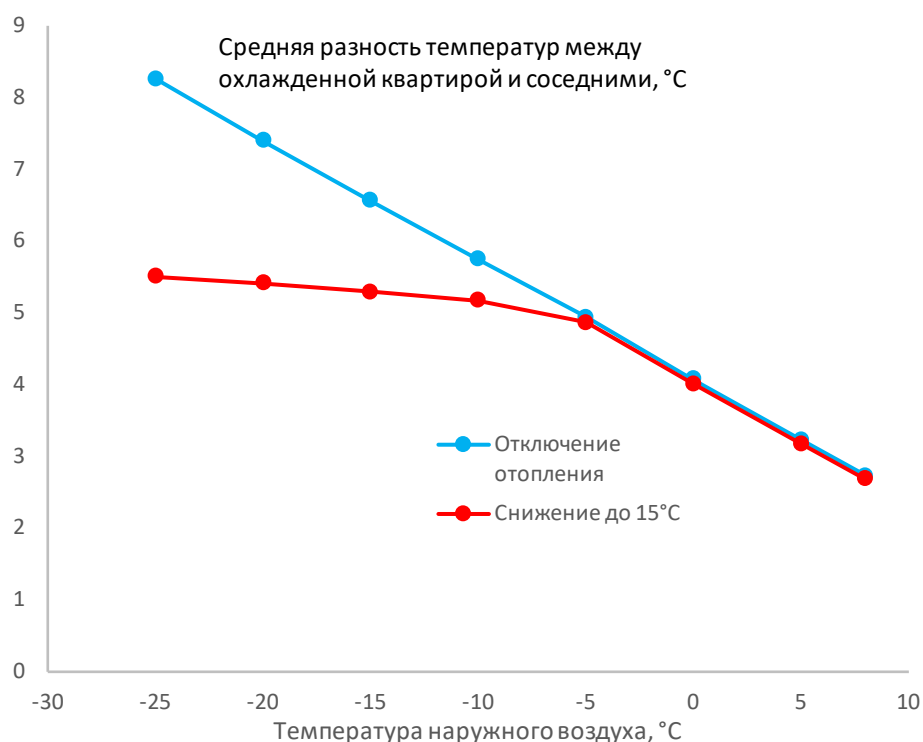


Рис. 3. Средняя разность температур между «охлажденной» квартирой и соседними с ней квартирами для сценария 2 в течение отопительного периода для случая полного отключения отопления и частичного отключения (снижения температуры до 15 °C).

При расчете фактического увеличения платежей потребителей следует иметь в виду, что практика применения индивидуального учета тепла за отопление как в России [10], так и за рубежом [11] показывает, что, в основном, оплата по фактическому потреблению тепла более справедлива и менее затратна для жителей по сравнению с оплатой по площади квартир, при которой у жителей полностью отсутствует мотивация к рациональному потреблению тепла. В Приложении 5 отчета, в частности, приведены данные по оценке удельных затрат на отопление квартир в течение нескольких отопительных сезонов. Представленные данные показывают, что средние удельные затраты тепла по зданию при расчетах жителей по индивидуальным приборам учета значительно ниже затрат при расчете жителей по нормативам и по площади квартир. Естественно, и платежи жителей значительно ниже. Поэтому полученные в данном расчете дополнительные платежи ряда квартир, соседних с «охлажденной», нужно рассматривать в сравнении с платежами при расчете по площади квартир.

Сравнение данных расчетов по распределенной и сосредоточенной расчетным моделям

Исследование процессов теплообмена между квартирами в данной работе проведены на основе распределенной модели. Ранее, аналогичные расчеты проведены на основе сосредоточенной модели [3,8].

Как было сказано выше, условия для расчетов по распределённой и сосредоточенной модели следующие:

Для распределенной модели:

- В качестве объекта рассмотрения принимается квартира в целом;
- Теплообмен между квартирами происходит по всему объему здания, т.е., тепло в «охлажденную» квартиру поступает из квартир, соседних с «охлажденной»; в свою очередь, компенсация теплопотерь квартир, соседних с «охлажденной», происходит за счет тепlopоступлений из квартир, примыкающих к соседним с «охлажденной», и так далее – по всем трём осям внутреннего пространства здания;
- Мощность отопительных приборов фиксирована и рассчитана только на компенсацию теплопотерь через наружные ограждения с расчетным запасом мощности в размере 10 – 15%.

Для сосредоточенной модели:

- В качестве объекта рассмотрения принимается квартира в целом;
- Теплообмен между квартирами ограничивается только «охлажденной» квартирой и соседними с ней квартирами;
- Дополнительные тепlopоступления для компенсации охлаждения квартир, соседних с «охлажденной», осуществляются только за счет отопительных приборов, имеющих, согласно логике сосредоточенной модели, неограниченный запас мощности и полностью компенсирующих теплопотери квартир, соседних с охлажденной.

Как показали расчеты на основе распределенной модели, тепlopоступления от соседних квартир в полностью или частично «охлажденную» квартиру ниже, чем для сосредоточенной модели. Это обусловлено самой логикой распределенной модели, согласно которой при ограниченном запасе мощности отопительных приборов в квартирах, соседних с «охлажденной», температура воздуха снижается относительно расчётной. Это, с одной стороны, снижает тепlopоступления в «охлажденную» квартиру, а, с другой стороны, «подключает» к теплообмену квартиры, примыкающие к соседним с «охлажденной». Поэтому в квартире, соседней с «охлажденной», имеется возможность компенсировать дополнительные теплопотери и поддерживать в ней температуру внутреннего воздуха, близкую к нормируемой, за счет теплообмена с примыкающими к ним квартирами. В процессе теплообмена участвуют большое количество квартир. Перетоки тепла постепенно уменьшаются от квартиры к квартире, распределяясь по высоте и ширине здания, что проиллюстрировано в табл. 4,5. и рис. 3.1-3.24.

Проиллюстрируем отличие расчетных моделей на примере процесса теплообмена между трехкомнатной квартирой 2го этажа (квартирой №5 на рис. 2) и соседними квартирами, в которых необходимо поддерживать среднюю по квартире нормативную температуру воздуха 20°C. В рассматриваемой квартире, при этом, поддерживается нормативно допустимая температура 15°C за счет тепlopоступлений от отопительных приборов и тепlopоступлений из соседних квартир. На рис. 4 в графической форме представлены тепловые потоки из соседних квартир в «охлажденную», расчетные теплопотери для соседних с «охлажденной» квартир (включая МОП), в том числе через наружные ограждения, и тепlopоступления для квартир, соседних с «охлажденной».

Согласно логике сосредоточенной модели, система отопления в состоянии постоянно, независимо от температуры наружного воздуха поддерживать в квартирах, соседних с «охлажденной», температуру 20°C. Т.е., мощность отопительных приборов в квартирах, соседних с «охлажденной»,

не ограничена и величина теплоперетоков в «охлажденную» квартиру от соседних постоянна, независимо от величины теплопотерь.

Однако, в реальности, мощность отопительных приборов ограничена, в результате, при снижении температуры наружного воздуха начинают снижаться температуры в квартирах, соседних с «охлажденной», что приводит к уменьшению как теплопотерь через наружные ограждения, так и оттоков тепла к охлажденной квартире.

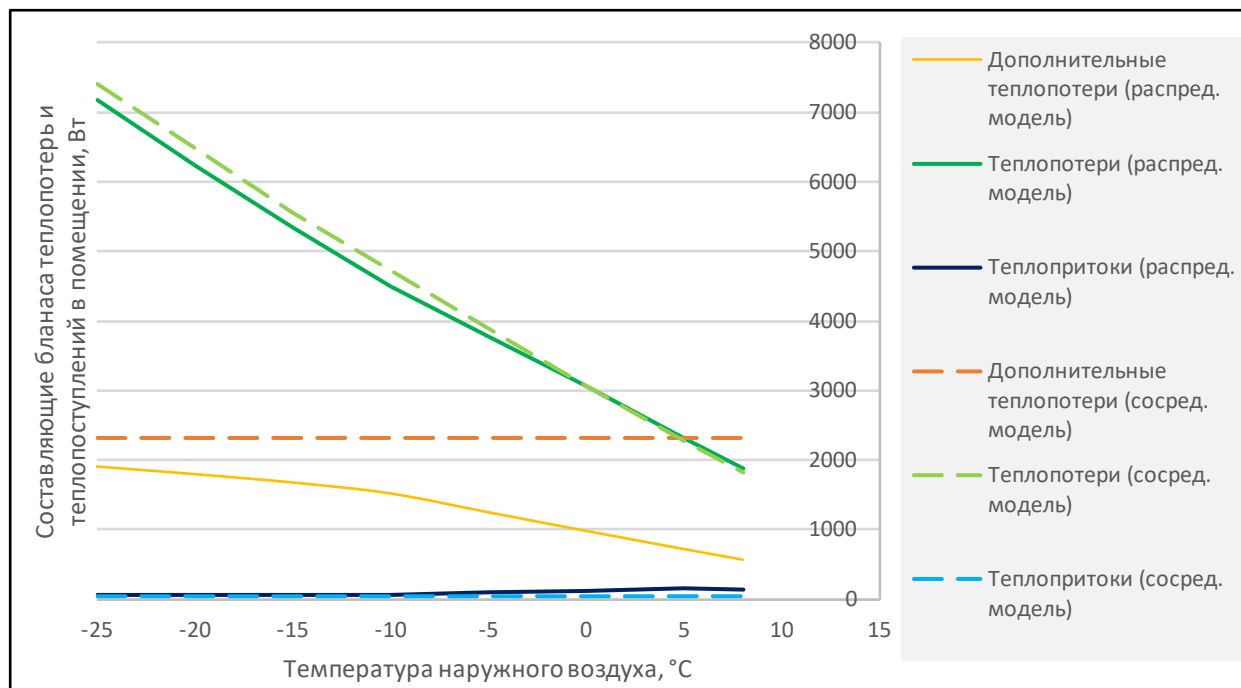


Рис. 4. Сравнение данных расчетов по распределенной и сосредоточенной расчетным моделям на основе теплового баланса соседних с охлажденной квартир в течение отопительного периода.

На рисунке «дополнительные» теплопотери обозначают потоки тепла к «охлажденной» квартире от соседних с ней квартир.

Как следует из рис. 4, ввиду увеличения теплопоступлений в квартиры и уменьшения теплопотерь, нагрузка на отопительные приборы квартир, соседних с «охлажденной», ниже при расчете по распределенной модели по сравнению с результатами расчета по сосредоточенной модели. В таблице 6 представлены данные по теплопотреблению нескольких **квартир, соседних с «охлажденной»**, рассчитанных по сосредоточенной и по распределенной модели, из которых следует, что теплопотребление квартир, соседних с «охлажденной», рассчитанное согласно допущениям сосредоточенной и распределенной моделей, может отличаться более чем на 11,3 ГДж/год, что в пересчете на платежи за отопление составит порядка 6 тыс. руб./год. То есть расчет по сосредоточенной и распределенной модели дает существенно отличающиеся результаты.

Табл. 6. Сравнение теплопотребления квартир, соседних с «охлажденной», рассчитанных по сосредоточенной и распределенной модели.

	Теплопотребление, ГДж/год		
	Квартира №5, 1й этаж	Квартира №4, 2й этаж	Квартира №5, 3й этаж
Сосредоточенная модель	46,37	15,61	43,41
Распределенная модель	36,73	11,50	32,07

Расчет потребления тепла охлажденной квартиры

В «охлажденной» квартире при полном отключении отопительных приборов температура может опускаться ниже минимально допустимых, при этом период, в течение которого данная температура ниже минимальной, зависит от положения квартиры. Изменение температуры в квартире с отключенным отоплением во всём диапазоне температур отопительного периода для приведенных расчетных сценариев представлены на рис. 5. Для сравнения на графике приведены данные работы [3], авторы которой также производили аналогичную оценку для здания другой конструкции. Как видно на рис. 5, расчеты дают схожие данные с результатами работы [3], что свидетельствует о корректности выбранной расчетной модели.

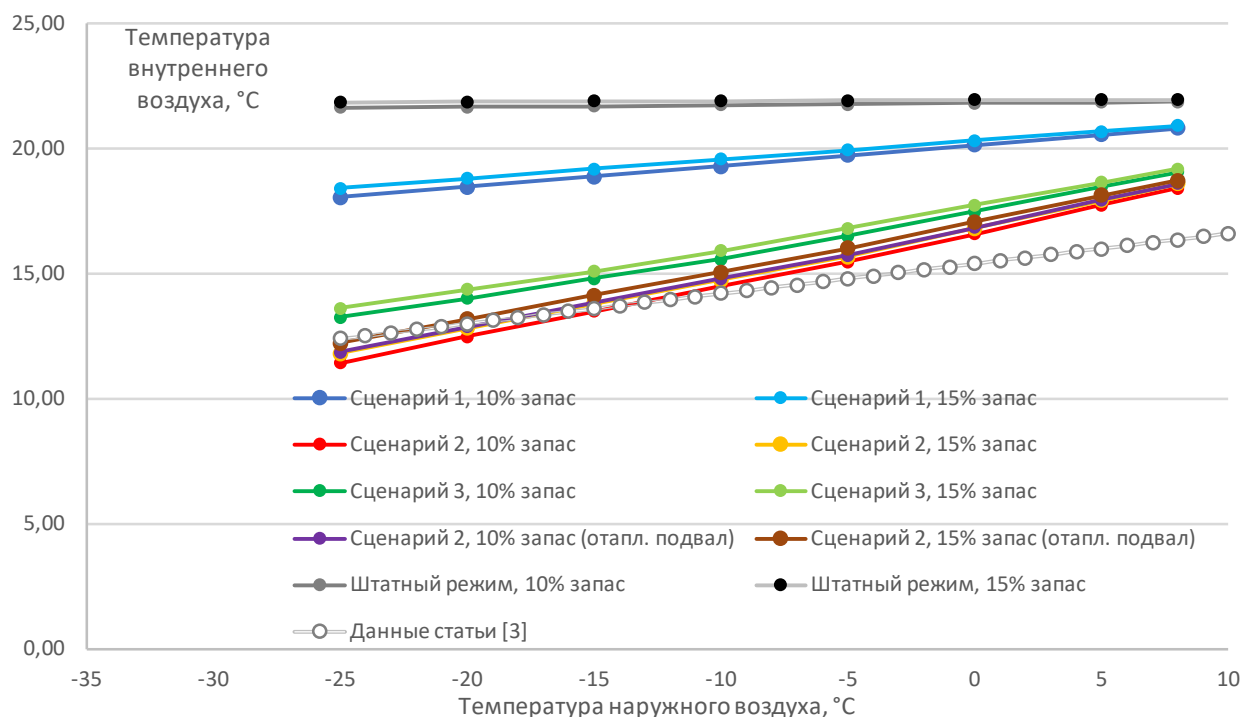


Рис. 5. График изменения температуры внутреннего воздуха в помещениях, в которых отключается отопление, для расчетных сценариев.

Расчет теплового баланса квартиры при полном отключении отопительных приборов показывает, что для 9го этажа перетоки из соседних квартиры могут обеспечить в рядовой квартире с выключенным отоплением температуру 15 °C. Однако для угловых квартир, граничащих с техподпольем или чердаком, температура в охлажденной квартире может опускаться ниже допустимой в силу ограниченной мощности отопительных приборов в соседних квартирах.

Как показано на рис. 5, теплопоступления из соседних квартир не способны обеспечить допустимую температуру 15 °C в угловой квартире на 1м этаже в холодный период, пока температура наружного воздуха не достигнет значений выше (– 7) - (– 8) °C. То есть, температура будет оставаться ниже допустимой примерно 54 дня, что составит 25 % от суммарной продолжительности отопительного периода.

Для угловой квартиры на 17м этаже допустимая температура 15 °C достигается, когда температура наружного воздуха поднимется выше (– 15) - (– 14) °C, что составит примерно 27 дней или 12 % от суммарной продолжительности отопительного периода.

Таким образом, можно сделать вывод, что теплоперетоки из соседних квартир не всегда способны поддерживать допустимую температуру в охлажденной квартире.

На рис. 6 в графической форме для рассматриваемой в примере выше (рис.4) квартиры представлены теплопотери через наружные ограждения и тепlopоступления из квартир, соседних с «охлажденной», рассчитанные на основании сосредоточенной и распределенной моделей. Из рисунка видно, что для сосредоточенной модели в «охлажденной» квартире для поддержания температуры на уровне 15°C потребуется дополнительное тепло только при температуре наружного воздуха ниже - 21°C. Т.е., практически весь отопительный сезон возможно поддержание 15°C в охлажденной квартире и 20°C в квартирах, соседних с охлажденными. Тепlopоступления в соседние с «охлажденной» квартиры от примыкающих к ним отсутствуют, поскольку температуры воздуха в соседней и примыкающей к соседней квартирах, согласно условиям расчета по данной модели, равны. В результате именно на отопительные приборы квартир, соседних с «охлажденной», ложится вся дополнительная тепловая нагрузка на поддержание требуемых температур как непосредственно в самих соседних квартирах, так и в «охлажденной».

Однако, в реальности, мощность отопительных приборов ограничена 10-15%-ти процентным запасом. В результате, при снижении температуры наружного воздуха для обеспечения принятых условий тепlopоступления в охлажденную квартиру становятся меньше теплопотери (см. графики на рис. 4) уже при температурах наружного воздуха ниже (-11)-(-10) °C. При этих температурах начинают снижаться температуры как в «охлажденной» квартире, так и в квартирах, соседних с «охлажденной», уменьшая теплопритоки в «охлажденную» квартиру от соседних квартир.

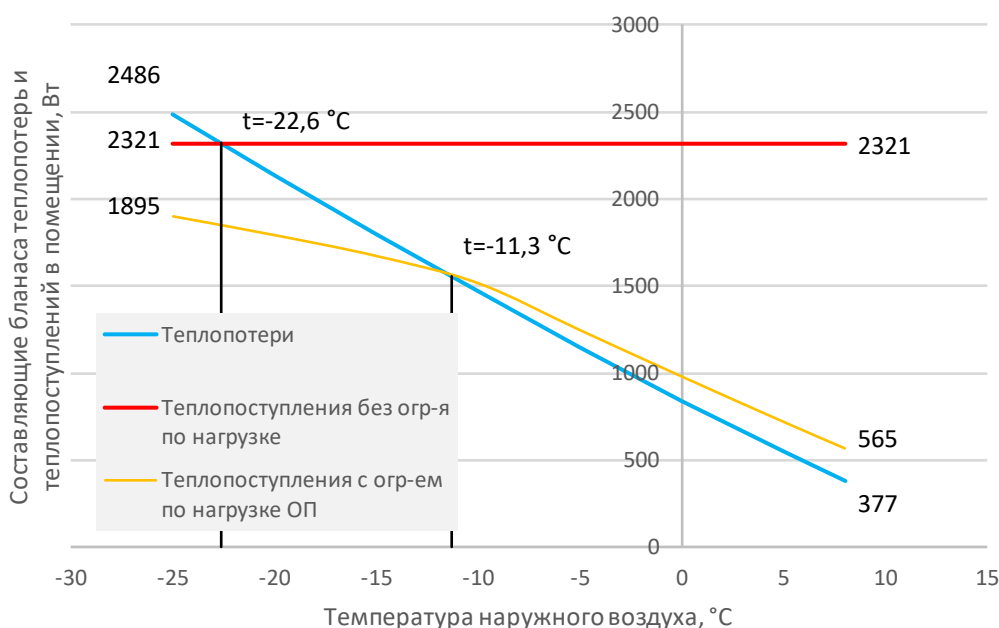


Рис. 6. Сравнение данных расчетов для «охлажденной» квартиры по распределенной и сосредоточенной расчетным моделям

Таким образом, можно сделать вывод, что пользователь, настроив термостат на поддержание минимальной температуры в квартире (15 °C), потребляет не 0,24 ГДж/год (что эквивалентно платежу около 128 руб./год без учета его доли платежей за отопление помещений МОП), как показывает расчет согласно сосредоточенной модели, а, согласно распределенной модели, тепlopотребление данной квартиры в несколько раз больше и составляют 0,94 ГДж/год, что эквивалентно платежу около 500 руб./год, без учета доли МОП.

Выводы

1. Отключение отопительных приборов в одной из квартир (рядовой или угловой) на средних этажах здания в течение всего отопительного периода для рассматриваемого здания приводит к незначительному понижению температуры в соседних квартирах, однако температура не понижается ниже допустимой санитарной нормы 18°C. При этом платежи в квартирах, соседних с «охлажденной» возрастут на 1- 8,4% в год, в зависимости от места расположения квартир.
2. Отключение отопительных приборов в угловых квартирах 1-го и последнего этажей также приводит к понижению температуры в соседних квартирах, однако, в некоторых случаях температура понижается несколько ниже допустимой санитарной нормы 18°C (17-17,8°C) за счет больших теплопотерь на инфильтрацию воздуха и на теплообмен с неотапливаемым подвалом или с чердаком. При этом дополнительные платежи в квартирах соседних с охлажденной возрастут на 1 - 12 % в год, в зависимости от места расположения квартир.
3. При снижении температуры воздуха в «охлажденной» квартире до регламентированной минимальной 15°C, температура в соседних квартирах при всех сценариях несколько уменьшается, однако не ниже допустимой санитарной нормы 18 °C, что подтверждает актуальность и обоснованность нормирования нижнего предела температуры в жилых помещениях на уровне 15°C .
4. При отключении отопления в одной из квартир наиболее значимым становится влияние межэтажных перетоков тепла за счет большей по сравнению с межквартирными перегородками площадью поверхности теплообмена и большей разности температур.
5. Дополнительные платежи для жителей квартир, соседних с квартирой с полностью отключенным отоплением (переменные расходы) составят от 60 до 1280 руб./год (ориентировочно, 5 – 110 руб./мес.), для квартир, примыкающих к соседним – 30-780 руб./год (ориентировочно, 2,5-65 руб./мес.) в зависимости от места расположения квартир.
6. Сравнение результатов расчетов показывает, что дополнительные платежи для жителей квартир, соседних с «охлажденной», рассчитанные на основании расчетной модели, учитывающей теплообмен по всему объему здания, значительно меньше платежей, рассчитанных на основе модели, рассматривающей только теплообмен между «охлажденной» квартирой и смежной с ними.

Общие выводы по проблеме перетоков

1. Расчеты показали, что проблема возможного увеличения платежей за отопление, связанного с перетоками тепла между квартирами с полностью или частично отключенными отопительными приборами и соседними с ними, реально существует. Однако величина перетоков и, связанные с ними дополнительные платежи за отопление, рассчитанные на основе модели, адекватно отражающей реальную картину теплообмена внутри здания (с учетом запаса по мощности отопительных приборов), не столь значительны и на порядок меньше по сравнению с данными ряда исследователей [8], анализирующих процессы теплообмена на основе модели, рассматривающей теплообмен только между рассматриваемой и соседними квартирами.
2. Многолетняя зарубежная и российская практика применения индивидуального учета тепла на отопление показывает, что, в основном, оплата по фактическому потреблению тепла более справедлива и менее затратна для жителей по сравнению с оплатой по площади квартир, при которой у жителей полностью отсутствует мотивация к рациональному

потреблению тепла. Поэтому полученные в расчете дополнительные платежи ряда квартир, соседних с «охлажденной», нужно рассматривать в сравнении с платежами при расчете по площади квартир. При расчете платежей по площади квартир присутствует фактор несправедливости при оплате. К примеру, при отсутствии приборов индивидуального учета и регулирования тепла любые дополнительные потери тепла, возникающие в одной квартире, приводят к общему увеличению платежей всех жителей дома. Гораздо больше вероятность перетопов, что также повышает платежи за отопление. Согласно проведенным в России исследованиям, введение системы поквартирного учета и регулирования позволяет экономить более 20% платежей, что необходимо учитывать при сравнении.

3. Перетоки тепла существенно зависят от температурных условий в соседних квартирах. Поэтому возможна ситуация, когда в жилом доме несколько потребителей одновременно могут отключить отопительные приборы или снизить температуру в квартирах до минимальной, что приведет к увеличению теплотребления соседних квартир и снижения в них температуры ниже допустимой. Однако для снижения влияния перетоков на платежи существует ряд организационных и технических мероприятий, которые уже сейчас можно использовать или ввести в соответствующие регламенты. В частности:
- Организационные мероприятия:
 - Внести в ПП354 (Правила предоставления коммунальных услуг...) требования, обязывающие пользователей квартир оплачивать минимально допустимую величину индивидуального потребления, которая должна быть (ориентировочно) не ниже 50-80% от зарегистрированного среднего удельного потребления по всем оборудованным квартирам в здании. Это требование соответствует европейскому опыту [11] и демотивирует пользователей квартир радикально снижать температуру воздуха в квартире.
 - Технические мероприятия:
 - Устанавливать на отопительных приборах терморегуляторы, имеющие следующие технические возможности:
 - ❖ ограничение нижнего предела регулирования в 15 °С;
 - ❖ предотвращение замораживания (при температурах в помещении ниже 5-6 °С термостатический клапан автоматически открывается)
 - Повысить требования к теплозащитным свойствам межквартирных ограждений, что синхронизируется с необходимостью снижения уровня их звукопроницаемости [4].

На Отчет получены положительные отзывы от следующих представителей профильных организаций:

1. Малявина Е.Г., к.т.н., профессор кафедры "Теплогазоснабжения и вентиляция" МГСУ.
2. Горяев А.Б., д.т.н., профессор НИУ МЭИ, заведующий кафедрой "Тепломассообменные процессы и установки".
3. Табунщиков Ю.А., д.т.н., профессор, член-корреспондент РААСН, Президента НП АВОК.
4. Васильев Г.П., д.т.н., Председатель секции «Энергоэффективное строительство» объединенного НТС по вопросам градостроительной политики и строительства г.Москвы.

Литература

1. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. - М.: АВОК-ПРЕСС, 2002. – 194 с.
2. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
3. В. К. Аверьянов, А. С. Горшков. Проблемы индивидуального учета тепловой энергии в многоквартирных жилых домах. // Энергосбережение. №2, 2019. - с. 42-47.
4. Васильев, Г.П. Комплексные исследования эффективности поквартирного учёта потребления тепловой энергии при вертикальных и горизонтальных системах отопления. Разработка технических требований и решений по оснащению многоквартирных домов приборами поквартирного учёта потребления тепловой энергии. ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ», 2018.СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. 2017.
5. Малявина Е. Г. Теплотери здания: справочное пособие / Е. Г. Малявина. — М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. - 144 с. — 2 000 экз. - ISBN 978-5-98267-030-4.
6. Богословский В.Н., Сканапи А.Н. Отопление: учебник для вузов. – Москва: Стройиздат, 1991. - 735 с.
7. Учет индивидуального потребления тепловой энергии с жилых многоквартирных домах. Доклад Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Москва, 2019. – 22 с.
8. Свод правил по проектированию и строительству СП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов». Актуальная редакция от 05.05.2017.
9. Никитина С.В. Перспективы дальнейшего развития и внедрения энергосберегающих технологий в системах отопления зданий // Энергетика. 2004. – №7-8. – С. 34– 35.
10. Making district heating happen: empowering users through fair metering. Policy paper on infrastructure. European Bank for Reconstruction and Development, 2018. – 60 p.
11. Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99, 2012.
12. ThermalInfo.ru. Справочник по свойствам веществ и материалов: плотность, теплопроводность, теплоемкость, вязкость и другие физические свойства . Теплопроводность строительных материалов, их плотность и теплоемкость. Режим доступа: <http://thermalinfo.ru/svoystva-materialov/stroymaterialy/teploprovodnost-stroitelnyh-materialov-ih-plotnost-i-teploemkost>

Приложение 1. Основные допущения модели и методика расчета системы отопления

Расчетная нагрузка на отопление определяется теплотерями через наружные ограждения и потоками тепла между квартирами. Теплотери через наружные ограждения имеют две основные составляющие: трансмиссионные теплотери и потери на инфильтрацию. При определении расчетных нагрузок принимается, что потоки тепла между комнатами и квартирами в практике расчета ведутся, только если разница температур между двумя помещениями больше или равна 3 °С.

Инфильтрация – поступление наружного воздуха через неплотности, обеспечивает естественный воздухообмен.

В общем случае тепловая нагрузка приборов отопления рассчитывается по формулам:

$$Q_o = Q_T + Q_{\text{и}} - Q_{\text{ТВ}}$$

Где Q_T – трансмиссионные теплотери; $Q_{\text{и}}$ – теплотери на инфильтрацию; $Q_{\text{ТВ}}$ – тепловыделения (солнечная радиация, от бытовых приборов и др.).

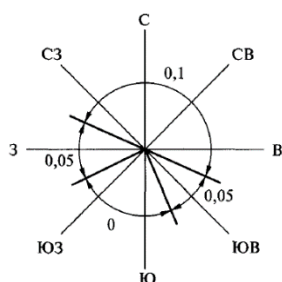
Теплотери теплопередачей (трансмиссионные):

$$Q_T = \sum_{i=1}^N K_i F_i \Psi_i (t_{\text{в}} - t_{\text{н5}})$$

$t_{\text{н5}}$ – расчетная температура наружного воздуха, K – коэффициент теплопередачи, Ψ – коэффициент, учитывающий расположение помещения относительно наружного воздуха.

Поправки к расчету теплопередачи вследствие ориентации принимались следующим образом [6]:

Сторона	Для северной, северо-восточной, северо-западной, восточной	Для юго-восточной и западной	Для южной и юго-западной
Поправка	0,1	0,05	0



Для расчета принималось, что квартира №1, включающая помещения 1-6 (см. рис.2), примыкает к северной и северо-западной стене здания. Лоджии не застеклены.

Дополнительная поправка к расчету теплопередачи углового помещения, имеющего две и более наружных стен, принимается равной 0,05.

Теплотери инфильтрацией рассчитывались следующим образом.

Для расчета теплотерь для всех окон и балконных дверей использовалась формула для подветренной стороны.

Величина внутреннего давления воздуха $p_{\text{в}}$ (Па) рассчитана по упрощенной методике, когда давление принимается равной полусумме ветрового и гравитационного давлений:

$$p_{\text{в}} = 0,5H(\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{в}})g + 0,5 \frac{\rho_{\text{н}} v^2}{2} K_{\text{дин}} (c_{\text{н}} - c_{\text{з}})$$

где H – высота здания от земли до уровня верхнего среза шахты, м; h – средняя высота окна (балконной/входной двери) от земли (для балконного окна, например, определяется как сумма высоты от окна до земли и половины высоты самого окна); $\rho_{\text{н}}$, $\rho_{\text{в}}$ – плотность наружного и внутреннего воздуха (кг/м³) соответственно (в зависимости от температуры), которые можно определить по формуле

$$\rho = \frac{pM}{R(273,15 + t)}$$

где p – давление воздуха, равное 101325 Па; R – универсальная газовая постоянная, равная 8,314 Дж/(моль·К); M – молярная масса воздуха, равная 28,951 кг/кмоль; t – температура воздуха (°C). Высота здания является суммой высоты от первого этажа до уровня земли, высоты чердака и высоты всех этажей (высота этажа и межквартирные перегородки):

$$H = 0,6 + 17(0,2 + 2,75) + 1,8 = 52,55 \text{ м}$$

Скорость ветра v (м/с) для Москвы по нормам строительной климатологии СП 131.13330.2012 [12] принимается равной 2 м/с в течение всего отопительного периода, что соответствует примерно постоянному объему инфильтрации наружного воздуха [9].

Для учета изменения скорости ветра в различных типах местности и на разной высоте применяется коэффициент $K_{\text{дин}}$. Аэродинамические коэффициенты на наветренной стороне c_n и на подветренной стороне c_z показывают, какую долю от динамического давления ветра составляет формируемое им статическое давление на каком-либо фасаде здания.

Значения данных коэффициентов регламентированы СП 20.13330.2016.

Значение $K_{\text{дин}}$ принимается по формуле 11.4 и табл. 11.3 данного стандарта

$$K_{\text{дин}} = k_{10} \left(\frac{H}{10} \right)^{2\alpha}$$

Для типа местности С (городские районы с плотной застройкой зданиями высотой более 25 м)

$$K_{\text{дин}} = 0,4 \left(\frac{52,55}{10} \right)^{0,5} = 0,92$$

По приложению В данного стандарта (табл. В.2) для боковых стен с наветренной стороны $c_n = 0,8$; для боковых стен с выступающими лоджиями с подветренной стороны $c_z = -0,6$.

Разность наружного и внутреннего давлений Δp (Па), по разные стороны ограждения на наветренном фасаде на любой высоте h принимается по формуле:

$$\Delta p = (H - h)(\rho_n - \rho_v)g + \frac{\rho_n v^2}{2} K(c_n - c_z) - p_v$$

Если разность давлений Δp меньше нуля, то теплопотери инфильтрацией не учитываются для данного помещения.

Расход инфильтрационного воздуха G_o , кг/(м²·ч), при этом составит:

$$\text{через окна } G_o = \frac{1}{R_{\text{инф,ок}}} \left(\frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$\text{через двери и ворота } G_o = \frac{1}{R_{\text{инф,нд}}} \left(\frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{\frac{1}{2}},$$

где $R_{\text{инф,ок}}$, $R_{\text{инф,нд}}$ фактическое сопротивление воздухопроницанию соответственно окна и двери (ворот) (при $\Delta p_0 = 10$ Па), м²·ч/кг.

Для окон и балконных дверей принимается $R_{\text{инф,ок}} = 0,6$ м²·ч/кг; $R_{\text{инф,нд}} = 0,6$ м²·ч/кг, для входной двери $R_{\text{инф,ок}} = 0,16$ м²·ч/кг [6];

Высота окон для здания принята равными 1,78 м, высота входных и балконных дверей – 2,63 м.

Расход теплоты на нагревание инфильтрационного воздуха $Q_{\text{инф}}$ (Вт), определяется по формуле

$$Q_{\text{инф}} = 0,28 G_o c F (t_v - t_n) k$$

где $c = 1,006$ – теплоемкость воздуха, кДж/(кг °C); F – площадь поверхности окна/двери;

k — коэффициент учета влияния встречного теплового потока в воздухопроницаемых конструкциях, для окон и балконных дверей с одинарными переплетами $k = 1$.

Расчет теплопередачи между квартирами, помещениями или наружными ограждениями

Большинство ограждений здания представляют собой плоскопараллельные стенки, перенос теплоты в которых осуществляется в одном направлении. Большинство строительных материалов — пористые тела.

Для расчета принимается, что внутриквартирные перегородки принимались выполненными кладкой из гипсовых пазогребневых гидрофобных плит по ТУ 5833-087-54073277-2014 толщиной 70 мм; межквартирные перегородки и межэтажные перекрытия принимались выполненными из монолитного железобетона толщиной 200 мм [4].

Коэффициент теплопередачи K (термическое сопротивление ограждения R) вычисляется по формуле

$$K = \frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$$

где α_1, α_2 — коэффициент теплоотдачи от нагретого воздуха к стенке и от нагретой стенки к более холодному воздуху (помещения или наружному воздуху), соответственно (Вт/(м²·К)); δ, λ — толщина (м) и теплопроводность (Вт/(м·К)) слоя стенки.

Для плиты из гипса ГОСТ 6428 принято $\lambda = 0,35$ Вт/(м·К);

Для монолитных плоских железобетонных перекрытий принято $\lambda = 1,55$ Вт/(м·К) (информация взята из [13]);

Теплоотдача воздуха внутри помещений и снаружи.

Конвекция имеет место на наружной и внутренней поверхностях ограждений здания. В теплообмене внутренних поверхностей помещения конвекция играет существенную роль.

Выделяют естественную и вынужденную конвекцию. В первом случае движение газа происходит за счет разности температур поверхности и газа, во втором — за счет влияния внешних сил (работы вентиляторов, ветра).

Расчетные значения коэффициентов теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей ограждающих конструкций (включающие как конвекцию, так и излучение) приведены в табл. 4 и 6 СП 50.13330.2012 (актуализированная редакция СНиП 23-02-2003):

Для стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты h ребер к расстоянию a между гранями соседних ребер меньше 0,3: 8,7 Вт/(м²·К);

Для наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной климатической зоне 23 Вт/(м²·К).

Согласно расчетам, увеличение/уменьшение температуры на 10 °С увеличивает значения коэффициентов теплоотдачи на 1%, поэтому зависимостью от температуры воздуха можно пренебречь [6].

По предписываемому подходу для ограждений помещений с температурой внутреннего воздуха выше 12 °С сопротивление теплопередаче наружных ограждений R_{req} , м²·°С/Вт, следует принимать не менее нормируемых значений, определяемых по табл. 3 СП 50.13330.2012 в зависимости от градусо-суток отопительного периода.

Градусо-сутки отопительного периода D_d , °С·сут, определяются по формуле

$$D_d = (t_{\text{в}} - t_{\text{о.п}})z_{\text{о.п}}$$

где $t_{\text{в}}$ — расчетная температура внутреннего воздуха для основных помещений здания, принимается равной 20 °С; $t_{\text{о.п.}}$ — соответственно средняя температура, °С; $z_{\text{о.п.}}$ — продолжительность, сут, отопительного периода в районе строительства; принимаются по СНиП 23-01-99 [12] равными –2,2 °С и 205 дней соответственно.

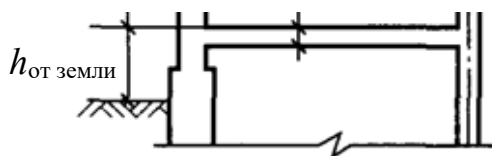
В жилых зданиях требуемое сопротивление теплопередаче наружных ограждений, не относящихся непосредственно к квартирам: лестничных клеток, лестнично-лифтовых холлов, отапливаемых технических этажей и отдельных помещений следует принимать как для общественных помещений.

Коэффициенты сопротивления для ограждений приняты:

- Для внутренних перекрытий сопротивление принималось равным $R = 0,33 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$ (по данным предшествующих расчетов здания);
- Наружная стена $R = 0,00035D_d + 1,4 = 2,99 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$;
- Для чердачного перекрытия: $R = 3,98 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$;
- Над лестничной клеткой расположено чердачное перекрытие с аналогичным сопротивлением;
- Для перекрытия над неотапливаемым техподпольем $R = 0,00045D_d + 1,9 = 3,95 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$;
- Для окна $R = 0,000075D_d + 0,15 = 0,49 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$;
- Для межквартирных перегородок и межэтажных перекрытий $R = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{1,55} + \frac{1}{8,7} = 0,36 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$;
- Для внутренних стен техподполья – выше уровня земли $R = 2,99 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$; (как для наружных стен), для стен ниже уровня земли и пола – по методике, описанной ниже [6].
- Наружная стена лестничного холла $R = 0,0003D_d + 1,2 = 2,57 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$;
- В практике расчетов температура коридора и лестничного холла принимается одинаковой на всех этажах; для расчетов в данном случае лестничный холл и коридор на каждом этаже рассматривались как отдельное помещение с коэффициентом теплопередачи между ними равным $15 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ (значение должно существенно превышать коэффициенты теплопередачи ограждений, однако слишком большое значение ведет к потере устойчивости численного расчета).
- Теплотери наружных стен принято рассчитывать по суммарной площади стены и расположенных в ней окон. Поэтому при расчете коэффициента теплопередачи для окна используется разность коэффициентов теплопередачи окна и наружной стены. По этой же причине в графу коэффициента теплопередачи двери на чердак вносится разность коэффициентов теплопередачи двери и стены чердака, в которую она врезана.

При определении расчетных нагрузок на отопительные приборы в случае неотапливаемого техподполья учитывались теплотери через перекрытие над данным техподпольем.

Для расчета теплотерь подвала и чердака были приняты следующие данные:



Пол первого этажа располагается над техподпольем, пол лестничной клетки не утеплен по грунту.

Расчет проводится для двух случаев: отапливаемого подвала и неотапливаемого. Нормируемая

температура для неотапливаемого подвала равна 2 °C , для отапливаемого техподполья значение допустимой температуры обычно принимается равным 16 °C . От холодного чердака лестничная клетка отделена внутренними с дверью общей площадью.

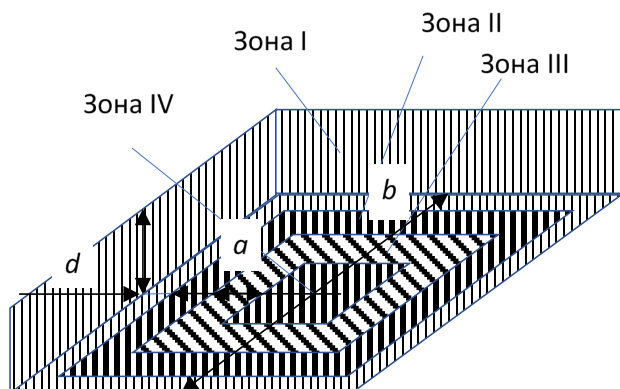
Передача теплоты из помещения через конструкцию пола или стены и толщу грунта, с которыми они соприкасаются, подчиняется сложным закономерностям. Для расчета сопротивления теплопередаче конструкций, расположенных на грунте, применяют упрощенную методику. Поверхность пола и стен (при этом пол рассматривается как продолжение стены) по грунту делится на полосы шириной 2 м , параллельные стыку наружной стены и поверхности земли. Отсчет зон начинается по стене от уровня земли, а если стен по грунту нет, то зоной I является полоса пола,

ближайшая к наружной стене. Следующие две полосы будут иметь номера II и III, а оставшая часть пола составит зону ГУ. Причем одна зона может начинаться на стене, а продолжаться на полу.

Пол или стена, не содержащие в своем составе утепляющих слоев из материалов с коэффициентом теплопроводности $\lambda \leq 1,2 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$, называются неутепленными.

Высота от земли до пола 1го этажа принята 0,6 м.

Для каждой зоны **неутепленного** пола предусмотрены нормативные значения сопротивления теплопередаче:

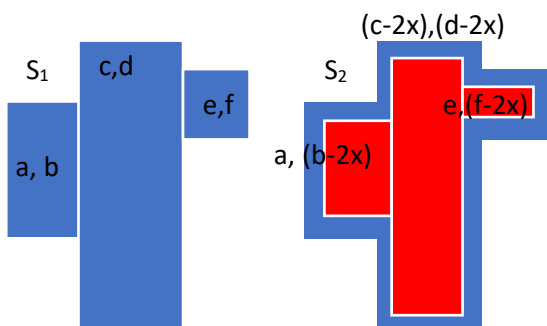


зона I — $R_I = 2,1 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$;
 зона II — $R_{II} = 4,3 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$;
 зона III — $R_{III} = 8,6 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$;
 зона IV — $R_{IV} = 14,2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$

Если в конструкции пола, расположенного на грунте, имеются утепляющие слои, его называют утепленным.

Для расчета площади каждой зоны используется оценка площади по прямоугольникам.

Например:



$$S_1 = ab + cd + ef$$

$$S_2 = a(b - 2x) + (c - 2x)(d - 2x) + e(f - 2x) = S_1 - 2x(a + e + c + d) + 4x^2$$

Температура грунта среднегодовая для Москвы принимается по СП 23-01-99 [12] равной $5,8^\circ\text{С}$ (для расчета на отопительный период принималось, что данное значение не зависит от температуры наружного воздуха).

- Для внутренних стен чердака принималось $R = 2,99 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт)}$;
- Для входной двери в задние и входной двери на чердак $0,81 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт)}$ [6].

Значение коэффициента положения пола первого этажа над неотапливаемым подвалом n принято [6, табл. 16] для подвала, не имеющего окон, равным 0.6.

Для отапливаемого подвала коэффициент n принимался равным 1. Сопротивление ограждения в данном случае принято равным сопротивлению утепленного перекрытия над неотапливаемым подвалом.

Для расчета температуры неотапливаемого чердака принято, что, помимо потерь тепла через наружные ограждения и теплопритоков через входную дверь на чердак и теплопоступлений/теплопотерь через межчердачные перекрытия, в чердаке предусмотрен вывод системы вентиляции, расход которой равен сумме расходов инфильтрационного воздуха с каждого этажа по всем помещениям с температурой, соответствующей каждому помещению:

$$Q_{\text{инф,ч}} = 0,28c \sum_i^I G_{0,i} F_i (T_i - T_{\text{ч}}) k_i$$

где I – общее число помещений на всех этажах (не включая подвал и чердак), $G_{o,i}$ – расход инфильтрационного воздуха в каждом помещении, $c = 1,006$ – теплоемкость воздуха, кДж/(кг °С).

Если применяется теплый чердак, с выходом в него вентиляционного вытяжного воздуха, то температура воздуха в нем обычно составляет порядка 18-20 °С.

Высота чердака для рассматриваемого здания принимается 1,8 м.

Приложение 2. Расчет дополнительных теплотреблений и платежей потребителей за отопительный период

Табл. 2.1. Оценка увеличения теплотребления в квартирах соседних с охлажденной и примыкающих к соседним за отопительный период при полном отключении отопления, сценарий 1 (средняя квартира на 9-м этаже), запас по нагрузке отопления 10%

Этаж		Этаж 5					Этаж 6					Этаж 7				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	19,15	0,03	16,28	12,23	28,25	18,78	0,03	15,98	11,99	27,75	18,38	0,04	15,65	11,73	27,20
	Сценарий 1	19,20	0,03	16,30	12,28	28,33	18,86	0,03	16,01	12,18	27,89	18,49	0,04	15,77	12,06	27,50
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		0,05	0,00	0,02	0,05	0,08	0,08	0,00	0,03	0,18	0,15	0,11	0,00	0,12	0,32	0,30
Дополнительное потребление тепла, %		0,3	0	0,1	0,4	0,3	0,4	0	0,2	1,5	0,5	0,6	0	0,8	2,8	1,1
Дополнительная сумма, руб./год		28,5	0,0	10,3	25,0	43,4	41,4	0,0	16,7	95,5	78,5	58,4	0,0	63,0	169,8	156,6
Этаж		Этаж 8					Этаж 9					Этаж 10				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	17,92	0,04	15,27	11,43	26,58	17,33	0,05	14,79	10,93	25,79	16,54	0,04	14,20	10,57	24,78
	Сценарий 1	18,07	0,04	15,84	11,73	27,18	17,50	0,05	15,64	0,00	26,39	16,69	0,04	14,79	10,80	25,27
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		0,15	0,00	0,57	0,30	0,59	0,17	0,00	0,85	0,00	0,61	0,15	0,00	0,59	0,23	0,49
Дополнительное потребление тепла, %		0,8	0	3,7	2,6	2,2	1	7,5	5,8	0	2,3	0,9	0	4,2	2,2	2
Дополнительная сумма, руб./год		77,0	0,0	297,8	158,4	312,5	89,1	1,8	447,7	0,0	318,3	78,6	0,0	310,8	123,3	256,8

Продолжение табл. 2.1.

Этаж		Этаж 11					Этаж 12					Этаж 13				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплопотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	16,53	0,04	14,20	10,57	24,78	16,54	0,03	14,21	10,57	24,79	16,55	0,03	14,21	10,57	24,80
	Сценарий 1	16,64	0,04	14,35	10,79	25,05	16,62	0,03	14,24	10,78	24,91	16,60	0,03	14,23	10,63	24,87
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		0,12	0,00	0,15	0,23	0,27	0,08	0,00	0,03	0,21	0,12	0,06	0,00	0,02	0,05	0,07
Дополнительное потребление тепла, %		0,7	0	1	2,2	1,1	0,5	0	0,2	2	0,5	0,4	0	0,2	0,5	0,3
Дополнительная сумма, руб./год		60,8	0,0	78,0	120,2	142,4	44,1	0,0	18,4	111,8	64,8	31,2	0,0	11,3	27,7	36,3

Примечание к таблице: Данные для квартиры, в которой отключено отопление, выделена синим цветом, данные для мест общего пользования (лестничных/лифтовых холлов и межквартирных коридоров) выделены зеленым цветом, данные для соседних и примыкающих квартир выделены желтым цветом. Наибольшее увеличение теплопотребления в процентах наблюдается в лестничном холле/межквартирном коридоре (Помещение №2 на каждом этаже), поскольку согласно расчетам, потребление тепла в вестибюле небольшое по сравнению с теплопотреблением квартир. Температура соседних с рассматриваемой квартирой жилых помещений уменьшается максимум на 1.4 °C в расчетный период (при температуре воздуха -25 °C). Максимальное увеличение теплопотребления в соседних квартирах – 5.8 %.

Табл. 2.2. Оценка увеличения теплотребления в квартирах соседних с охлажденной и примыкающих к соседним за отопительный период при полном отключении отопления, сценарий 1 (средняя квартира на 9-м этаже), запас по нагрузке отопления 15%

Этаж		Этаж 5					Этаж 6					Этаж 7				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	19,45	0,02	16,51	12,40	28,30	19,08	0,02	16,21	12,16	27,80	18,68	0,02	15,88	11,89	27,25
	Сценарий 1	19,51	0,02	16,53	12,44	28,37	19,16	0,02	16,24	12,25	27,92	18,78	0,02	15,92	12,40	27,49
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		0,06	0,00	0,02	0,04	0,07	0,07	0,00	0,03	0,10	0,12	0,11	0,00	0,05	0,51	0,24
Дополнительное потребление тепла, %		0,3	5,2	0,1	0,3	0,2	0,4	11	0,2	0,8	0,4	0,6	23,1	0,3	4,3	0,9
Дополнительная сумма, руб./год		29,0	0,5	9,0	21,4	36,8	38,6	1,2	14,3	50,0	65,6	55,4	2,4	24,6	268,9	126,6
Этаж		Этаж 8					Этаж 9					Этаж 10				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	18,22	0,02	15,50	11,59	26,62	17,62	0,02	15,01	11,20	25,81	16,82	0,02	14,41	10,71	24,79
	Сценарий 1	18,36	0,03	15,82	12,27	27,11	17,78	0,04	16,27	0,00	26,79	16,95	0,03	14,75	11,29	25,29
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		0,14	0,01	0,32	0,68	0,49	0,16	0,02	1,26	0,00	0,98	0,14	0,01	0,34	0,59	0,50
Дополнительное потребление тепла, %		0,8	46,3	2,1	5,9	1,9	0,9	82,4	8,4	0	3,8	0,8	46,5	2,4	5,5	2
Дополнительная сумма, руб./год		74,0	4,8	168,1	357,3	259,3	85,8	8,6	662,2	0,0	517,2	71,8	4,9	178,7	307,9	261,0

Продолжение табл. 2.2.

Этаж		Этаж 11					Этаж 12					Этаж 13				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплопотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	16,81	0,02	14,41	10,71	24,80	16,81	0,02	14,41	10,71	24,81	16,82	0,02	14,42	10,71	24,82
	Сценарий 1	16,91	0,02	14,45	11,24	25,04	16,89	0,02	14,44	10,81	24,94	16,87	0,02	14,44	10,76	24,90
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		0,10	0,00	0,05	0,54	0,24	0,07	0,00	0,03	0,10	0,13	0,05	0,00	0,02	0,04	0,07
Дополнительное потребление тепла, %		0,6	23,4	0,3	5	1	0,4	11,2	0,2	0,9	0,5	0,3	5,2	0,1	0,4	0,3
Дополнительная сумма, руб./год		54,3	2,5	23,7	283,5	128,1	38,6	1,2	14,4	51,3	66,7	26,3	0,5	9,3	22,2	37,8

Примечание к таблице: Данные для квартиры, в которой отключено отопление, выделена синим цветом, данные для мест общего пользования (лестничных/лифтовых холлов и межквартирных коридоров) выделены зеленым цветом, данные для соседних и примыкающих квартир выделены желтым цветом. Наибольшее увеличение теплопотребления в процентах наблюдается в лестничном холле/межквартирном коридоре (Помещение №2 на каждом этаже), поскольку согласно расчетам, потребление тепла в вестибюле небольшое по сравнению с теплопотреблением квартир. Температура соседних с рассматриваемой квартирой жилых помещений уменьшается максимум на 1.2 °С в расчетный период (при температуре воздуха -25 °С). Максимальное увеличение теплопотребления в соседних квартирах – 8.4 %.

Табл. 2.3. Оценка увеличения теплотребления в квартирах соседних с охлажденной и примыкающих к соседним за отопительный период при полном отключении отопления, сценарий 2 (угловая квартира на 1-м этаже), запас по нагрузке отопления 10% (неотапливаемый подвал).

Этаж		Подвал	Этаж 1					Этаж 2				
№ квартиры			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплопотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	0	23,06	0,25	19,65	15,67	33,11	20,20	0,03	17,05	12,87	29,63
	Сценарий 1	0	0,00	2,94	20,27	15,88	33,69	21,98	0,08	17,49	13,05	29,96
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		0	0,00	2,69	0,62	0,22	0,59	1,78	0,05	0,44	0,18	0,33
Дополнительное потребление тепла, %		0	0	1065,1	3,2	1,4	1,8	8,8	148,8	2,6	1,4	1,1
Дополнительная сумма, руб./год		0,00	0,00	1412,69	326,45	113,29	308,89	936,73	25,43	232,61	93,32	173,46

Этаж		Этаж 3					Этаж 4				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплопотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	19,85	0,03	16,82	12,67	29,19	19,50	0,03	16,56	12,46	28,73
	Сценарий 1	21,28	0,05	17,09	12,81	29,50	20,01	0,05	16,72	12,56	28,99
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		1,43	0,01	0,28	0,14	0,31	0,50	0,01	0,16	0,10	0,27
Дополнительное потребление тепла, %		7,2	41,1	1,6	1,1	1,1	2,6	39,6	1	0,8	0,9
Дополнительная сумма, руб./год		752,24	7,12	145,12	71,97	162,20	264,49	6,93	85,04	51,94	139,78

Примечание к таблице: Данные для квартиры, в которой отключено отопление, выделена синим цветом, данные для мест общего пользования (лестничных/лифтовых холлов и межквартирных коридоров) выделены зеленым цветом, данные для соседних и примыкающих квартир выделены желтым цветом. Наибольшее увеличение теплотребления в процентах наблюдается в лестничном холле/межквартирном коридоре (Помещение №2 на каждом этаже), поскольку согласно расчетам, потребление тепла в вестибюле небольшое по сравнению с теплотреблением квартир. Температура соседних с рассматриваемой квартирой жилых помещений уменьшается максимум на 4°С в расчетный период (при температуре воздуха -25 °С). Максимальное увеличение теплотребления в соседних квартирах – 8.8 %.

Табл. 2.4. Оценка увеличения теплотребления в квартирах соседних с охлажденной и примыкающих к соседним за отопительный период при полном отключении отопления, сценарий 2 (угловая квартира на 1-м этаже), запас по нагрузке отопления 15% (неотапливаемый подвал).

Этаж		Подвал	Этаж 1					Этаж 2				
№ квартиры			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплопотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	0	23,31	0,18	19,89	15,94	33,23	20,55	0,02	17,30	13,05	29,70
	Сценарий 1	0	0,00	2,09	20,65	16,16	33,91	22,98	0,05	17,78	13,23	30,23
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		0	0,00	1,91	0,76	0,23	0,68	2,43	0,03	0,48	0,18	0,54
Дополнительное потребление тепла, %		0	0	1078,1	3,8	1,4	2	11,8	151,9	2,8	1,4	1,8
Дополнительная сумма, руб./год		0,00	0,00	1006,57	400,88	119,46	356,77	1278,73	15,41	252,01	96,27	282,23

Этаж		Этаж 3					Этаж 4				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	20,18	0,02	17,06	12,85	29,26	19,81	0,02	16,79	12,63	28,79
	Сценарий 1	21,63	0,05	17,36	12,99	29,65	20,37	0,02	16,97	12,73	29,07
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		1,46	0,03	0,31	0,14	0,40	0,56	0,01	0,18	0,10	0,28
Дополнительное потребление тепла, %		7,2	130,9	1,8	1,1	1,4	2,8	25,3	1	0,8	1
Дополнительная сумма, руб./год		767,23	13,47	161,09	73,05	208,52	292,91	2,63	92,51	52,04	146,42

Примечание к таблице: Данные для квартиры, в которой отключено отопление, выделена синим цветом, данные для мест общего пользования (лестничных/лифтовых холлов и межквартирных коридоров) выделены зеленым цветом, данные для соседних и примыкающих квартир выделены желтым цветом. Наибольшее увеличение теплотребления в процентах наблюдается в лестничном холле/межквартирном коридоре (Помещение №2 на каждом этаже), поскольку согласно расчетам, потребление тепла в вестибюле небольшое по сравнению с теплотреблением квартир. Температура соседних с рассматриваемой квартирой жилых помещений уменьшается максимум на 3,5°С в расчетный период (при температуре воздуха -25 °С). Максимальное увеличение теплотребления в соседних квартирах – 11.8 %.

Табл. 2.5. Оценка увеличения теплотребления в квартирах соседних с охлажденной и примыкающих к соседним за отопительный период при полном отключении отопления, сценарий 2 (угловая квартира на 1-м этаже), запас по нагрузке отопления 10% (отапливаемый подвал).

Этаж		Подвал	Этаж 1					Этаж 2				
№ квартиры			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплопотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	21,79	22,05	0,19	18,87	14,65	32,31	20,23	0,03	17,09	12,90	29,71
	Сценарий 1	23,60	0,00	2,28	19,42	14,84	32,59	21,98	0,08	17,50	13,07	30,02
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		1,80	0,00	2,09	0,55	0,19	0,28	1,75	0,05	0,41	0,17	0,31
Дополнительное потребление тепла, %		8,3	0	1115,7	2,9	1,3	0,9	8,7	139,1	2,4	1,3	1
Дополнительная сумма, руб./год		948,90	0,00	1101,43	290,39	99,66	145,36	921,39	23,84	215,01	88,69	162,96

Этаж		Этаж 3					Этаж 4				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	19,86	0,03	16,83	12,68	29,21	19,50	0,03	16,56	12,46	28,73
	Сценарий 1	21,21	0,05	17,09	12,81	29,52	19,97	0,05	16,71	12,56	29,00
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		1,35	0,01	0,26	0,13	0,30	0,47	0,01	0,15	0,09	0,26
Дополнительное потребление тепла, %		6,8	41,5	1,5	1	1	2,4	41,4	0,9	0,8	0,9
Дополнительная сумма, руб./год		709,70	7,17	135,34	69,00	159,29	246,24	7,16	79,80	49,92	139,20

Примечание к таблице: Данные для квартиры, в которой отключено отопление, выделена синим цветом, данные для мест общего пользования (лестничных/лифтовых холлов и межквартирных коридоров) выделены зеленым цветом, данные для соседних и примыкающих квартир выделены желтым цветом. Наибольшее увеличение теплотребления в процентах наблюдается в лестничном холле/межквартирном коридоре (Помещение №2 на каждом этаже), поскольку согласно расчетам, потребление тепла в вестибюле небольшое по сравнению с теплотреблением квартир. Температура соседних с рассматриваемой квартирой жилых помещений уменьшается максимум на 3,8°С в расчетный период (при температуре воздуха -25 °С). Максимальное увеличение теплотребления в соседних квартирах – 8.7 %.

Табл. 2.6. Оценка увеличения теплотребления в квартирах соседних с охлажденной и примыкающих к соседним за отопительный период при полном отключении отопления, сценарий 2 (угловая квартира на 1-м этаже), запас по нагрузке отопления 15% (отапливаемый подвал).

Этаж		Подвал	Этаж 1					Этаж 2				
№ квартиры			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплопотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	21,52	22,44	0,12	19,16	14,89	32,45	20,57	0,02	17,34	13,08	29,79
	Сценарий 1	23,32	0,00	1,67	19,78	15,08	33,04	22,96	0,05	17,79	13,25	30,28
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		1,80	0,00	1,55	0,62	0,19	0,58	2,40	0,03	0,45	0,17	0,49
Дополнительное потребление тепла, %		8,4	0	1293,9	3,2	1,3	1,8	11,6	147,4	2,6	1,3	1,7
Дополнительная сумма, руб./год		948,29	0,00	816,13	325,60	100,78	307,19	1259,48	15,22	236,21	88,25	259,85

Этаж		Этаж 3					Этаж 4				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	20,18	0,02	17,07	12,86	29,28	19,81	0,02	16,80	12,63	28,79
	Сценарий 1	21,52	0,04	17,36	12,99	29,65	20,34	0,02	16,96	12,73	29,05
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		1,34	0,02	0,29	0,13	0,37	0,53	0,00	0,17	0,09	0,26
Дополнительное потребление тепла, %		6,7	122,5	1,7	1	1,3	2,7	23,8	1	0,7	0,9
Дополнительная сумма, руб./год		705,62	12,74	151,61	67,69	193,53	276,47	2,49	86,84	48,41	136,29

Примечание к таблице: Данные для квартиры, в которой отключено отопление, выделена синим цветом, данные для мест общего пользования (лестничных/лифтовых холлов и межквартирных коридоров) выделены зеленым цветом, данные для соседних и примыкающих квартир выделены желтым цветом. Наибольшее увеличение теплотребления в процентах наблюдается в лестничном холле/межквартирном коридоре (Помещение №2 на каждом этаже), поскольку согласно расчетам, потребление тепла в вестибюле небольшое по сравнению с теплотреблением квартир. Температура соседних с рассматриваемой квартирой жилых помещений уменьшается максимум на 3,3°C в расчетный период (при температуре воздуха -25 °C). Максимальное увеличение теплотребления в соседних квартирах – 11.6 %.

Табл. 2 7. Оценка увеличения теплотребления в квартирах соседних с охлажденной и примыкающих к соседним за отопительный период при полном отключении отопления, сценарий 3 (угловая квартира на 17-м этаже), запас по нагрузке отопления 10%.

Этаж		Этаж 13					Этаж 14					Этаж 15				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	16,55	0,03	14,21	10,57	24,80	16,56	0,03	14,21	10,58	24,81	16,58	0,03	14,22	10,59	24,84
	Сценарий 1	16,79	0,04	14,30	10,64	24,93	17,02	0,05	14,36	10,68	24,99	17,72	0,05	14,47	10,74	25,08
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		0,25	0,01	0,09	0,00	0,13	0,47	0,01	0,15	0,10	0,18	1,14	0,01	0,25	0,15	0,24
Дополнительное потребление тепла, %		1,5	35	0,6	0	0,5	2,8	44,5	1,1	1	0,7	6,9	43,6	1,8	1,4	1
Дополнительная сумма, руб./год		129,05	5,98	46,66	0,00	69,18	244,79	7,53	78,86	53,20	93,03	597,72	7,42	131,34	80,18	126,52

Этаж		Этаж 16					Этаж 17					Чердак
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	16,61	0,03	14,23	10,60	24,87	17,48	0,04	15,23	11,53	26,23	0,00
	Сценарий 1	18,27	0,12	14,64	10,78	25,18	0,00	0,87	15,80	11,64	26,44	0,00
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		1,66	0,09	0,40	0,18	0,32		0,82	0,57	0,11	0,21	0,00
Дополнительное потребление тепла, %		10	270	2,8	1,7	1,3	0	1910,7	3,8	0,9	0,8	0
Дополнительная сумма, руб./год		870,98	47,35	212,26	92,22	165,98	0,00	432,86	300,61	57,05	112,08	-

Примечание к таблице: Данные для квартиры, в которой отключено отопление, выделена синим цветом, данные для мест общего пользования (лестничных/лифтовых холлов и межквартирных коридоров) выделены зеленым цветом, данные для соседних и примыкающих квартир выделены желтым цветом. Наибольшее увеличение теплотребления в процентах наблюдается в лестничном холле/межквартирном коридоре (Помещение №2 на каждом этаже), поскольку согласно расчетам, потребление тепла в вестибюле небольшое по сравнению с теплотреблением квартир. Температура соседних с рассматриваемой квартирой помещений уменьшается максимум на 3,3°C в расчетный период (при температуре воздуха -25 °C). Максимальное увеличение теплотребления в соседних квартирах – 10 %.

Табл. 2.8. Оценка увеличения теплотребления в квартирах соседних с охлажденной и примыкающих к соседним за отопительный период при полном отключении отопления, сценарий 3 (угловая квартира на 17-м этаже), запас по нагрузке отопления 15%.

Этаж		Этаж 13					Этаж 14					Этаж 15				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	16,82	0,02	14,42	10,71	24,82	16,84	0,02	14,42	10,72	24,84	16,86	0,02	14,43	10,72	24,86
	Сценарий 1	17,07	0,02	14,51	10,78	25,00	17,28	0,02	14,57	10,81	25,10	17,97	0,04	14,68	10,85	25,23
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		0,25	0,00	0,09	0,00	0,18	0,44	0,00	0,15	0,09	0,26	1,11	0,02	0,25	0,13	0,37
Дополнительное потребление тепла, %		1,5	7	0,6	0	0,7	2,6	19,8	1	0,9	1	6,6	104,7	1,7	1,2	1,5
Дополнительная сумма, руб./год		131,26	0,74	46,20	0,00	92,58	232,00	2,12	79,49	48,58	135,73	583,76	11,35	132,44	68,33	194,11

Этаж		Этаж 16					Этаж 17					Чердак
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	16,89	0,02	14,44	10,74	24,91	17,80	0,03	15,47	11,69	26,38	0,00
	Сценарий 1	19,04	0,05	14,84	10,91	25,43	0,00	0,47	16,02	11,91	27,01	0,00
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		2,15	0,03	0,40	0,17	0,52		0,44	0,55	0,22	0,63	0,00
Дополнительное потребление тепла, %		12,7	126,6	2,7	1,6	2,1	0	1505,3	3,5	1,9	2,4	0
Дополнительная сумма, руб./год		1129,12	14,28	208,00	90,66	274,21	0,00	232,60	288,55	115,57	328,73	-

Примечание к таблице: Данные для квартиры, в которой отключено отопление, выделена синим цветом, данные для мест общего пользования (лестничных/лифтовых холлов и межквартирных коридоров) выделены зеленым цветом, данные для соседних и примыкающих квартир выделены желтым цветом. Наибольшее увеличение теплотребления в процентах наблюдается в лестничном холле/межквартирном коридоре (Помещение №2 на каждом этаже), поскольку согласно расчетам, потребление тепла в вестибюле небольшое по сравнению с теплотреблением квартир. Температура соседних с рассматриваемой квартирой жилых помещений уменьшается максимум на 3,1°С в расчетный период (при температуре воздуха -25 °С). Максимальное увеличение теплотребления в соседних квартирах – 12,7 %.

Табл.2.9. Оценка увеличения теплотребления в квартирах соседних с охлажденной и примыкающих к соседним за отопительный период при снижении температуры угловой квартиры на 9-м этаже до минимальной (15 °С), запас по нагрузке отопления 10%

Этаж		Этаж 5					Этаж 6					Этаж 7				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	19,15	0,03	16,28	12,23	28,25	18,78	0,03	15,98	11,99	27,75	18,38	0,04	15,65	11,73	27,20
	Сценарий 1	19,29	0,03	16,33	12,27	28,36	19,04	0,03	16,07	12,05	27,91	19,03	0,04	15,80	11,81	27,40
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		0,14	0,00	0,05	0,04	0,11	0,26	0,00	0,09	0,05	0,16	0,65	0,00	0,15	0,07	0,20
Дополнительное потребление тепла, %		0,7	0	0,3	0,3	0,4	1,4	0	0,6	0,4	0,6	3,6	1,1	1	0,6	0,7
Дополнительная сумма, руб./год		73,34	0	26,88	19,55	56,62	137	0,01	46,60	27,96	84,73	343,7	0,22	79,12	38,62	105,8
Этаж		Этаж 8					Этаж 9					Этаж 10				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	17,92	0,04	15,27	11,43	26,58	17,33	0,05	14,79	10,93	25,79	16,54	0,04	14,20	10,57	24,78
	Сценарий 1	19,55	0,05	15,51	11,53	26,80	0,09	0,16	15,10	11,16	26,00	18,11	0,05	14,44	10,67	24,95
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		1,63	0,00	0,24	0,09	0,22	0,00	0,11	0,31	0,11	0,21	1,58	0,01	0,24	0,10	0,17
Дополнительное потребление тепла, %		9,1	11,5	1,5	0,8	0,8	0	238,8	2,1	2,1	0,8	9,5	32,7	1,7	0,9	0,7
Дополнительная сумма, руб./год		858,9	2,49	124,4	49,77	116,1	0,00	58,38	161,2	118,8	111,7	828,4	7,02	126,2	50,59	89,77

Продолжение табл. 2.9.

Этаж		Этаж 11					Этаж 12					Этаж 13				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплопотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	16,53	0,04	14,20	10,57	24,78	16,54	0,03	14,21	10,57	24,79	16,55	0,03	14,21	10,57	24,80
	Сценарий 1	17,21	0,04	14,36	10,64	24,92	16,81	0,03	14,30	10,62	24,89	16,70	0,03	14,26	10,61	24,88
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		0,68	0,00	0,16	0,08	0,14	0,27	0,00	0,09	0,06	0,10	0,15	0,00	0,06	0,04	0,08
Дополнительное потребление тепла, %		4,1	1,2	1,1	0,7	0,6	1,7	0	0,7	0,5	0,4	0,9	0	0,4	0,4	0,3
Дополнительная сумма, руб./год		359	0,23	81,58	39,96	72,60	143,6	0,01	48,99	29,55	54,57	78,88	0	28,98	21,23	40,02

Примечание к таблице: Данные для квартиры, в которой отключено отопление, выделена синим цветом, данные для мест общего пользования (лестничных/лифтовых холлов и межквартирных коридоров) выделены зеленым цветом, данные для соседних и примыкающих квартир выделены желтым цветом. Наибольшее увеличение теплопотребления в процентах наблюдается в лестничном холле/межквартирном коридоре (Помещение №2 на каждом этаже), поскольку согласно расчетам, потребление тепла в вестибюле небольшое по сравнению с теплопотреблением квартир. Температура соседних с рассматриваемой квартирой жилых помещений уменьшается максимум на 2.4 °C в расчетный период (при температуре воздуха -25 °C). Максимальное увеличение теплопотребления в соседних квартирах – 9.5 %.

Табл. 2.10. Оценка увеличения теплотребления в квартирах соседних с охлажденной и примыкающих к соседним за отопительный период при снижении температуры угловой квартиры на 9-м этаже до минимальной (15 °С), запас по нагрузке отопления 15%

Этаж		Этаж 5					Этаж 6					Этаж 7				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	19,45	0,02	16,51	12,40	28,30	19,08	0,02	16,21	12,16	27,80	18,68	0,02	15,88	11,89	27,25
	Сценарий 1	19,62	0,02	16,56	12,44	28,40	19,40	0,02	16,31	12,21	27,93	19,29	0,02	16,04	11,96	27,44
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		0,17	0,00	0,05	0,03	0,09	0,31	0,00	0,10	0,05	0,14	0,61	0,00	0,17	0,07	0,19
Дополнительное потребление тепла, %		0,9	3,3	0,3	0,3	0,3	1,6	9,3	0,6	0,4	0,5	3,3	24,6	1,1	0,6	0,7
Дополнительная сумма, руб./год		88,93	0,34	27,54	17,62	49,09	164,8	0,97	51,49	25,45	71,22	321,0	2,58	87,66	35,47	100,3
Этаж		Этаж 8					Этаж 9					Этаж 10				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	18,22	0,02	15,50	11,59	26,62	17,62	0,02	15,01	11,20	25,81	16,82	0,02	14,41	10,71	24,79
	Сценарий 1	20,19	0,03	15,75	11,68	26,87	0,06	0,06	15,32	11,30	26,11	18,72	0,03	14,65	10,80	25,05
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		1,97	0,01	0,25	0,09	0,25	0,00	0,04	0,32	0,10	0,30	1,91	0,01	0,24	0,09	0,26
Дополнительное потребление тепла, %		10,8	58,7	1,6	0,8	1	0	218,3	2,1	0,9	1,2	11,4	58,8	1,7	0,8	1
Дополнительная сумма, руб./год		1037,8	6,13	130,8	46,04	133,4	0,00	22,80	165,7	52,33	158,2	1003,9	6,16	128,0	46,61	134,8

Продолжение табл. 2.10.

Этаж		Этаж 11					Этаж 12					Этаж 13				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплопотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	16,81	0,02	14,41	10,71	24,80	16,81	0,02	14,41	10,71	24,81	16,82	0,02	14,42	10,71	24,82
	Сценарий 1	17,41	0,02	14,57	10,77	25,00	17,09	0,02	14,51	10,76	24,95	16,98	0,02	14,47	10,75	24,92
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		0,60	0,00	0,16	0,07	0,19	0,28	0,00	0,09	0,05	0,14	0,16	0,00	0,05	0,04	0,10
Дополнительное потребление тепла, %		3,6	24,5	1,1	0,6	0,8	1,7	8,9	0,7	0,5	0,6	0,9	3,2	0,4	0,3	0,4
Дополнительная сумма, руб./год		315,3	2,57	82,77	36,36	102,4	147,2	0,93	49,40	26,46	73,54	81,78	0,34	28,62	18,63	51,50

Примечание к таблице: Данные для квартиры, в которой отключено отопление, выделена синим цветом, данные для мест общего пользования (лестничных/лифтовых холлов и межквартирных коридоров) выделены зеленым цветом, данные для соседних и примыкающих квартир выделены желтым цветом. Наибольшее увеличение теплопотребления в процентах наблюдается в лестничном холле/межквартирном коридоре (Помещение №2 на каждом этаже), поскольку согласно расчетам, потребление тепла в вестибюле небольшое по сравнению с теплопотреблением квартир. Температура соседних с рассматриваемой квартирой жилых помещений уменьшается максимум на 2.1 °С в расчетный период (при температуре воздуха -25 °С). Максимальное увеличение теплопотребления в соседних квартирах – 11.4 %.

Табл. 2.11. Оценка увеличения теплотребления в квартирах соседних с охлажденной и примыкающих к соседним за отопительный период при снижении температуры угловой квартиры на 1-м этаже до минимальной (15 °С) (сценарий 2), запас по нагрузке отопления 10% (неотапливаемый подвал).

Этаж		Подвал	Этаж 1					Этаж 2				
№ квартиры			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	0	23,06	0,25	19,65	15,67	33,11	20,20	0,03	17,05	12,87	29,63
	Сценарий 1	0	1,97	2,19	20,23	15,87	33,68	21,98	0,05	17,46	13,04	29,95
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		0	0,00	1,94	0,58	0,21	0,57	1,78	0,01	0,41	0,17	0,32
Дополнительное потребление тепла, %		0	0	768,4	2,9	1,3	1,7	8,8	43	2,4	1,3	1,1
Дополнительная сумма, руб./год		0,00	0,00	1019,23	303,30	109,53	301,41	936,74	7,35	215,99	89,72	167,86

Этаж		Этаж 3					Этаж 4				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	19,85	0,03	16,82	12,67	29,19	19,50	0,03	16,56	12,46	28,73
	Сценарий 1	21,20	0,04	17,07	12,80	29,49	19,95	0,04	16,71	12,55	28,98
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		1,35	0,01	0,26	0,13	0,30	0,45	0,00	0,15	0,09	0,25
Дополнительное потребление тепла, %		6,8	23,7	1,5	1	1	2,3	5,3	0,9	0,8	0,9
Дополнительная сумма, руб./год		708,75	4,11	134,78	68,74	156,36	234,88	0,93	79,09	49,41	133,86

Примечание к таблице: Данные для квартиры, в которой отключено отопление, выделена синим цветом, данные для мест общего пользования (лестничных/лифтовых холлов и межквартирных коридоров) выделены зеленым цветом, данные для соседних и примыкающих квартир выделены желтым цветом. Наибольшее увеличение теплотребления в процентах наблюдается в лестничном холле/межквартирном коридоре (Помещение №2 на каждом этаже), поскольку согласно расчетам, потребление тепла в вестибюле небольшое по сравнению с теплотреблением квартир. Температура соседних с рассматриваемой квартирой жилых помещений уменьшается максимум на 2,3°С в расчетный период (при температуре воздуха -25 °С). Максимальное увеличение теплотребления в соседних квартирах – 8.8 %.

Табл. 2.12. Оценка увеличения теплотребления в квартирах соседних с охлажденной и примыкающих к соседним за отопительный период при снижении температуры угловой квартиры на 1-м этаже до минимальной (15 °С) (сценарий 2), запас по нагрузке отопления 15% (неотапливаемый подвал).

Этаж		Подвал	Этаж 1					Этаж 2				
№ квартиры			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплопотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	0	23,31	0,18	19,89	15,94	33,23	20,55	0,02	17,30	13,05	29,70
	Сценарий 1	0	1,66	1,46	20,62	16,16	33,89	22,97	0,03	17,75	13,23	30,21
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		0	0,00	1,29	0,72	0,22	0,66	2,42	0,01	0,45	0,18	0,52
Дополнительное потребление тепла, %		0	0	723,9	3,6	1,4	2	11,8	63,3	2,6	1,4	1,7
Дополнительная сумма, руб./год		0,00	0,00	675,87	381,17	115,85	348,30	1274,81	6,42	236,68	92,94	272,61

Этаж		Этаж 3					Этаж 4				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	20,18	0,02	17,06	12,85	29,26	19,81	0,02	16,79	12,63	28,79
	Сценарий 1	21,49	0,02	17,34	12,98	29,64	20,34	0,02	16,96	12,73	29,06
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		1,31	0,01	0,28	0,13	0,38	0,53	0,00	0,16	0,09	0,27
Дополнительное потребление тепла, %		6,5	26,2	1,6	1	1,3	2,7	9,9	1	0,8	0,9
Дополнительная сумма, руб./год		690,52	2,70	147,66	70,24	200,46	276,35	1,03	85,96	49,94	140,45

Примечание к таблице: Данные для квартиры, в которой отключено отопление, выделена синим цветом, данные для мест общего пользования (лестничных/лифтовых холлов и межквартирных коридоров) выделены зеленым цветом, данные для соседних и примыкающих квартир выделены желтым цветом. Наибольшее увеличение теплотребления в процентах наблюдается в лестничном холле/межквартирном коридоре (Помещение №2 на каждом этаже), поскольку согласно расчетам, потребление тепла в вестибюле небольшое по сравнению с теплотреблением квартир. Температура соседних с рассматриваемой квартирой жилых помещений уменьшается максимум на 2,0°С в расчетный период (при температуре воздуха -25 °С). Максимальное увеличение теплотребления в соседних квартирах – 11.8 %.

Табл. 2.13. Оценка увеличения теплотребления в квартирах соседних с охлажденной и примыкающих к соседним за отопительный период при снижении температуры угловой квартиры на 1-м этаже до минимальной (15 °С) (сценарий 2), запас по нагрузке отопления 10% (отапливаемый подвал).

Этаж		Подвал	Этаж 1					Этаж 2				
№ квартиры			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплопотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	21,79	22,05	0,19	18,87	14,65	32,31	20,23	0,03	17,09	12,90	29,71
	Сценарий 1	23,46	1,65	1,68	19,39	14,83	32,58	21,98	0,05	17,48	13,06	30,01
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		1,66	0,00	1,49	0,52	0,18	0,27	1,75	0,01	0,38	0,16	0,30
Дополнительное потребление тепла, %		7,6	0	795,5	2,7	1,3	0,8	8,7	42,6	2,2	1,3	1
Дополнительная сумма, руб./год		874,22	0,00	785,29	271,83	97,05	142,26	921,40	7,30	201,20	85,69	158,19

Этаж		Этаж 3					Этаж 4				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	19,86	0,03	16,83	12,68	29,21	19,50	0,03	16,56	12,46	28,73
	Сценарий 1	21,12	0,04	17,07	12,81	29,51	19,93	0,04	16,71	12,55	28,99
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		1,26	0,01	0,24	0,13	0,29	0,43	0,00	0,14	0,09	0,25
Дополнительное потребление тепла, %		6,4	28,5	1,4	1	1	2,2	7,1	0,9	0,7	0,9
Дополнительная сумма, руб./год		664,43	4,92	126,72	66,28	154,64	223,59	1,22	74,83	47,79	134,01

Примечание к таблице: Данные для квартиры, в которой отключено отопление, выделена синим цветом, данные для мест общего пользования (лестничных/лифтовых холлов и межквартирных коридоров) выделены зеленым цветом, данные для соседних и примыкающих квартир выделены желтым цветом. Наибольшее увеличение теплотребления в процентах наблюдается в лестничном холле/межквартирном коридоре (Помещение №2 на каждом этаже), поскольку согласно расчетам, потребление тепла в вестибюле небольшое по сравнению с теплотреблением квартир. Температура соседних с рассматриваемой квартирой жилых помещений уменьшается максимум на 2,3°С в расчетный период (при температуре воздуха -25 °С). Максимальное увеличение теплотребления в соседних квартирах – 8.7 %.

Табл. 2.14. Оценка увеличения теплотребления в квартирах соседних с охлажденной и примыкающих к соседним за отопительный период при снижении температуры угловой квартиры на 1-м этаже до минимальной (15 °С) (сценарий 2), запас по нагрузке отопления 15% (отапливаемый подвал).

Этаж		Подвал	Этаж 1					Этаж 2				
№ квартиры			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплопотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	21,79	22,44	0,12	19,16	14,89	32,45	20,57	0,02	17,34	13,08	29,79
	Сценарий 1	23,20	1,36	1,18	19,75	15,07	33,02	22,95	0,03	17,76	13,24	30,27
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		1,40	0,00	1,06	0,59	0,19	0,57	2,39	0,01	0,43	0,16	0,48
Дополнительное потребление тепла, %		6,4	0	887,1	3,1	1,3	1,8	11,6	61,5	2,5	1,2	1,6
Дополнительная сумма, руб./год		737,19	0,00	559,54	310,39	98,04	300,69	1255,61	6,35	223,53	85,31	251,27

Этаж		Этаж 3					Этаж 4				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	20,18	0,02	17,07	12,86	29,28	19,81	0,02	16,80	12,63	28,79
	Сценарий 1	21,40	0,02	17,34	12,98	29,64	20,31	0,02	16,95	12,72	29,04
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		1,22	0,01	0,27	0,12	0,35	0,50	0,00	0,16	0,09	0,25
Дополнительное потребление тепла, %		6	25,8	1,6	1	1,2	2,5	9,8	0,9	0,7	0,9
Дополнительная сумма, руб./год		641,66	2,68	140,09	65,20	186,36	262,20	1,03	81,55	46,55	131,00

Примечание к таблице: Данные для квартиры, в которой отключено отопление, выделена синим цветом, данные для мест общего пользования (лестничных/лифтовых холлов и межквартирных коридоров) выделены зеленым цветом, данные для соседних и примыкающих квартир выделены желтым цветом. Наибольшее увеличение теплотребления в процентах наблюдается в лестничном холле/межквартирном коридоре (Помещение №2 на каждом этаже), поскольку согласно расчетам, потребление тепла в вестибюле небольшое по сравнению с теплотреблением квартир. Температура соседних с рассматриваемой квартирой жилых помещений уменьшается максимум на 2°С в расчетный период (при температуре воздуха -25 °С). Максимальное увеличение теплотребления в соседних квартирах – 11.6 %.

Табл. 2 15. Оценка увеличения теплотребления в квартирах соседних с охлажденной и примыкающих к соседним за отопительный период при снижении температуры угловой квартиры на 17-м этаже до минимальной (15 °С) (сценарий 3), запас по нагрузке отопления 10%.

Этаж		Этаж 13					Этаж 14					Этаж 15				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	16,55	0,03	14,21	10,57	24,80	16,56	0,03	14,21	10,58	24,81	16,58	0,03	14,22	10,59	24,84
	Сценарий 1	16,79	0,03	14,30	10,64	24,93	17,00	0,04	14,36	10,68	24,99	17,72	0,05	14,46	10,74	25,07
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		0,24	0,00	0,09	0,00	0,13	0,44	0,00	0,15	0,10	0,18	1,14	0,01	0,24	0,15	0,24
Дополнительное потребление тепла, %		1,5	0,1	0,6	0	0,5	2,7	10	1	0,9	0,7	6,9	43,6	1,7	1,4	1
Дополнительная сумма, руб./год		126,19	0,02	45,60	0,00	68,44	233,34	1,69	76,94	52,53	92,06	597,72	7,42	127,97	79,20	125,13

Этаж		Этаж 16					Этаж 17					Чердак
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	16,61	0,03	14,23	10,60	24,87	17,48	0,04	15,23	11,53	26,23	17,48
	Сценарий 1	18,27	0,06	14,63	10,77	25,18	0,71	0,70	15,79	11,64	26,44	0,71
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		1,66	0,02	0,39	0,17	0,31	0	0,65	0,56	0,11	0,21	0,00
Дополнительное потребление тепла, %		10	72	2,8	1,6	1,3	0	1518,4	3,7	0,9	0,8	0,00
Дополнительная сумма, руб./год		870,98	12,63	206,54	91,44	164,84	0,00	343,97	293,01	57,05	112,08	0,00

Примечание к таблице: Данные для квартиры, в которой отключено отопление, выделена синим цветом, данные для мест общего пользования (лестничных/лифтовых холлов и межквартирных коридоров) выделены зеленым цветом, данные для соседних и примыкающих квартир выделены желтым цветом. Наибольшее увеличение теплотребления в процентах наблюдается в лестничном холле/межквартирном коридоре (Помещение №2 на каждом этаже), поскольку согласно расчетам, потребление тепла в вестибюле небольшое по сравнению с теплотреблением квартир. Температура соседних с рассматриваемой квартирой помещений уменьшается максимум на 2,3°С в расчетный период (при температуре воздуха -25 °С). Максимальное увеличение теплотребления в соседних квартирах – 10 %.

Табл. 2.16. Оценка увеличения теплотребления в квартирах соседних с охлажденной и примыкающих к соседним за отопительный период при снижении температуры угловой квартиры на 17-м этаже до минимальной (15 °С) (сценарий 3), запас по нагрузке отопления 15%.

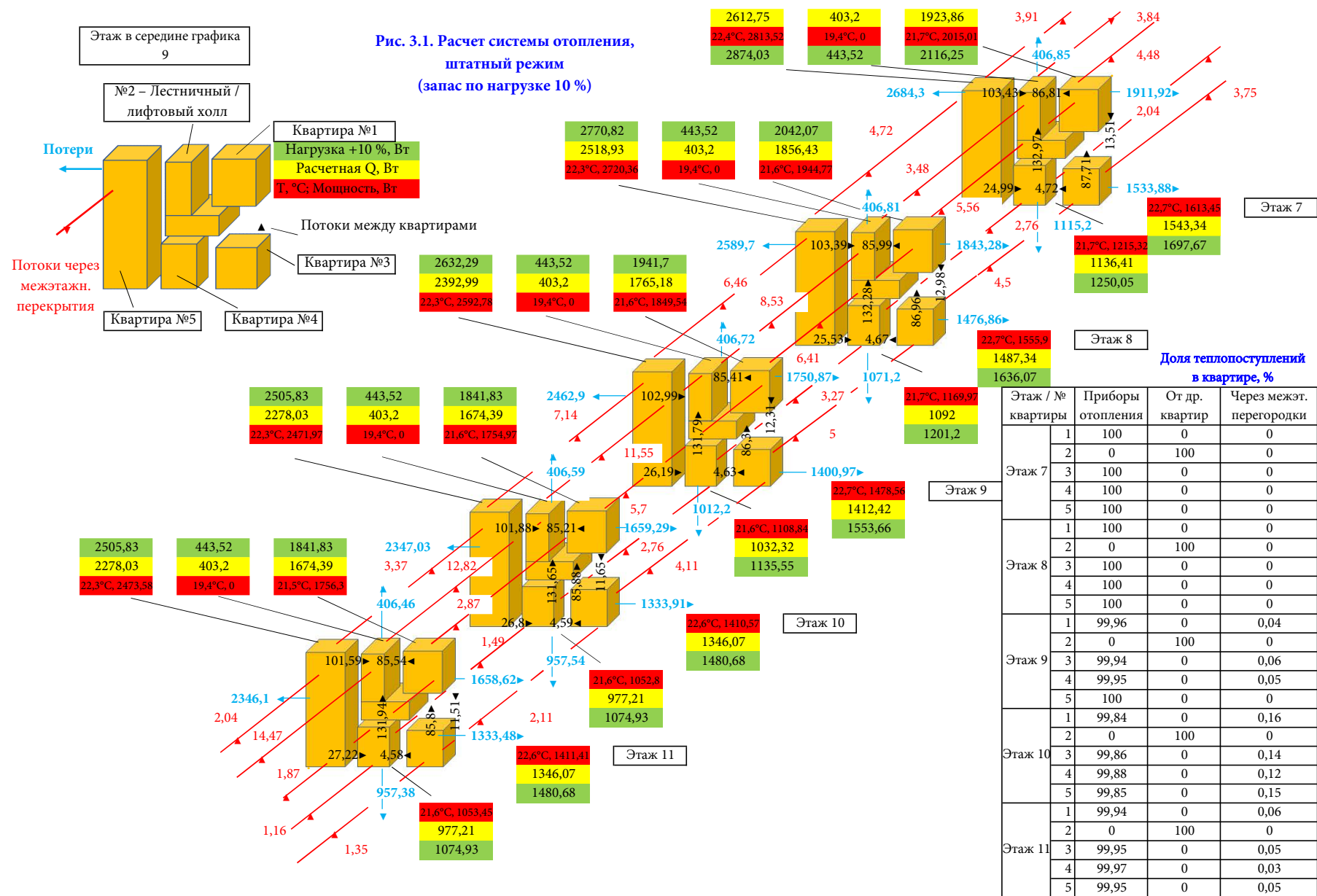
Этаж		Этаж 13					Этаж 14					Этаж 15				
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	16,82	0,02	14,42	10,71	24,82	16,84	0,02	14,42	10,72	24,84	16,86	0,02	14,43	10,72	24,86
	Сценарий 1	17,07	0,02	14,50	10,78	25,00	17,27	0,02	14,57	10,81	25,09	17,93	0,03	14,68	10,85	25,23
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		0,24	0,00	0,09	0,00	0,17	0,43	0,00	0,15	0,09	0,26	1,08	0,01	0,25	0,13	0,37
Дополнительное потребление тепла, %		1,5	3,5	0,6	0	0,7	2,6	9,5	1	0,9	1	6,4	25,2	1,7	1,2	1,5
Дополнительная сумма, руб./год		128,32	0,37	45,27	0,00	91,80	228,47	1,01	78,08	48,19	134,65	566,45	2,73	130,25	67,83	192,75

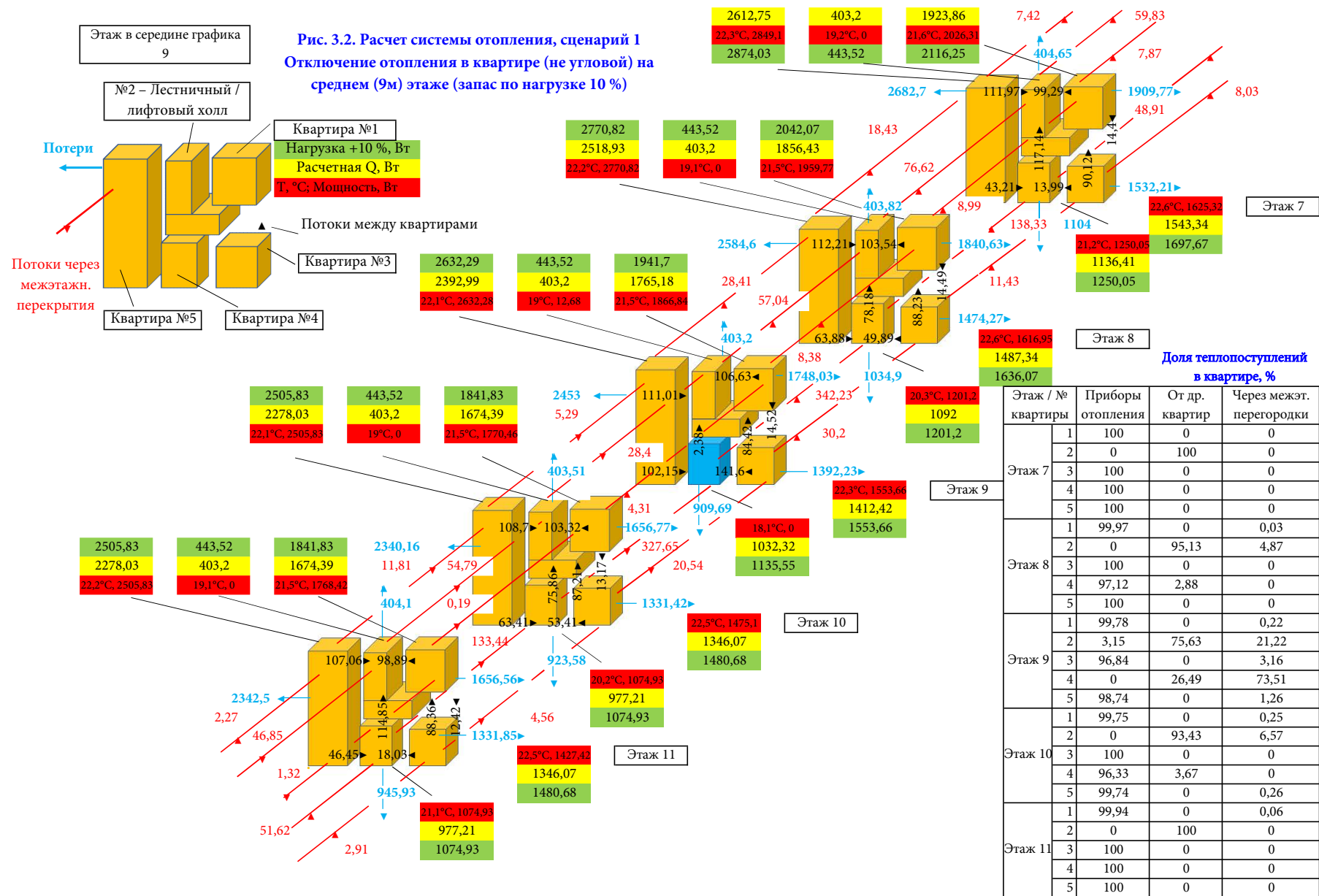
Этаж		Этаж 16					Этаж 17					Чердак
№ квартиры		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Суммарное теплотребление за отопительный период, ГДж/год	Штатный режим	16,89	0,02	14,44	10,74	24,91	17,80	0,03	15,47	11,69	26,38	0,00
	Сценарий 1	19,04	0,04	14,83	10,91	25,43	0,53	0,31	16,01	11,91	27,00	0,00
Дополнительное потребление тепла, ГДж/год		2,15	0,02	0,39	0,17	0,52	0	0,28	0,54	0,22	0,62	0,00
Дополнительное потребление тепла, %		12,7	85,5	2,7	1,6	2,1	0	956,1	3,5	1,9	2,4	0
Дополнительная сумма, руб./год		1129,12	9,64	204,36	90,12	272,75	0,00	147,74	283,44	115,00	327,97	0,00

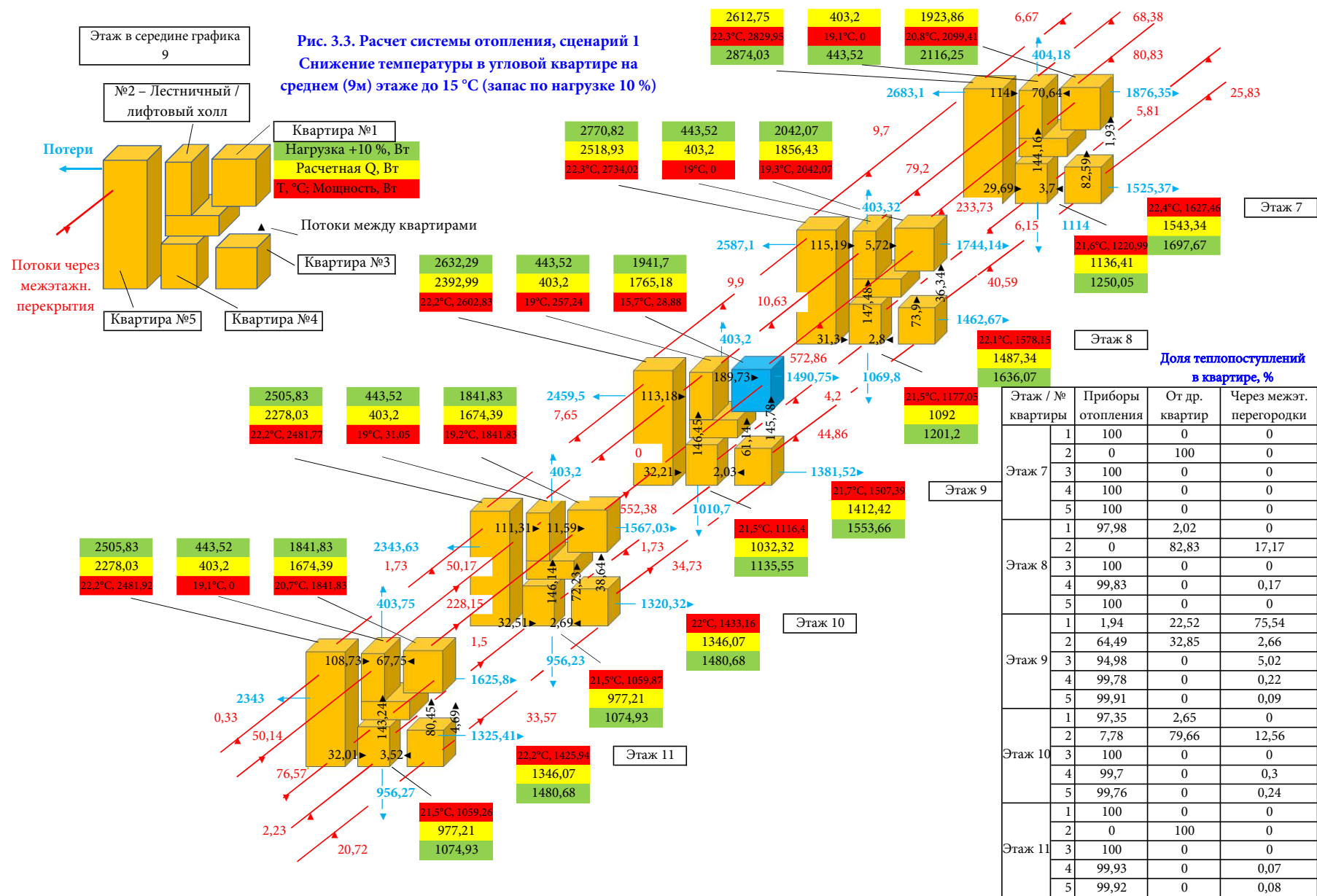
Примечание к таблице: Данные для квартиры, в которой отключено отопление, выделена синим цветом, данные для мест общего пользования (лестничных/лифтовых холлов и межквартирных коридоров) выделены зеленым цветом, данные для соседних и примыкающих квартир выделены желтым цветом. Наибольшее увеличение теплотребления в процентах наблюдается в лестничном холле/межквартирном коридоре (Помещение №2 на каждом этаже), поскольку согласно расчетам, потребление тепла в вестибюле небольшое по сравнению с теплотреблением квартир. Температура соседних с рассматриваемой квартирой жилых помещений уменьшается максимум на 2,3°С в расчетный период (при температуре воздуха -25 °С). Максимальное увеличение теплотребления в соседних квартирах – 12,7 %.

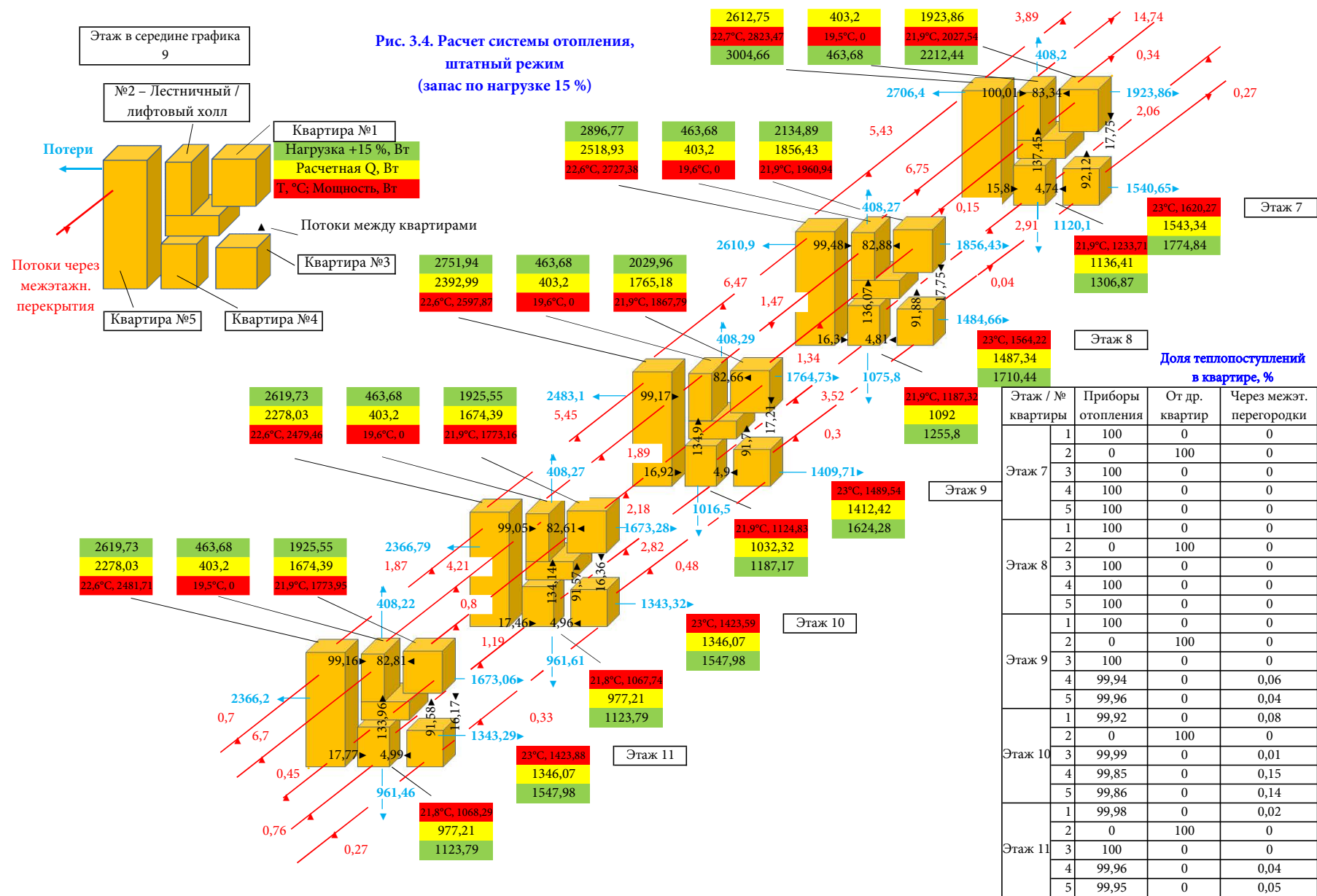
Приложение 3.

Результаты расчета теплоперетоков за расчетный период ($t_n = -25\text{ }^{\circ}\text{C}$)









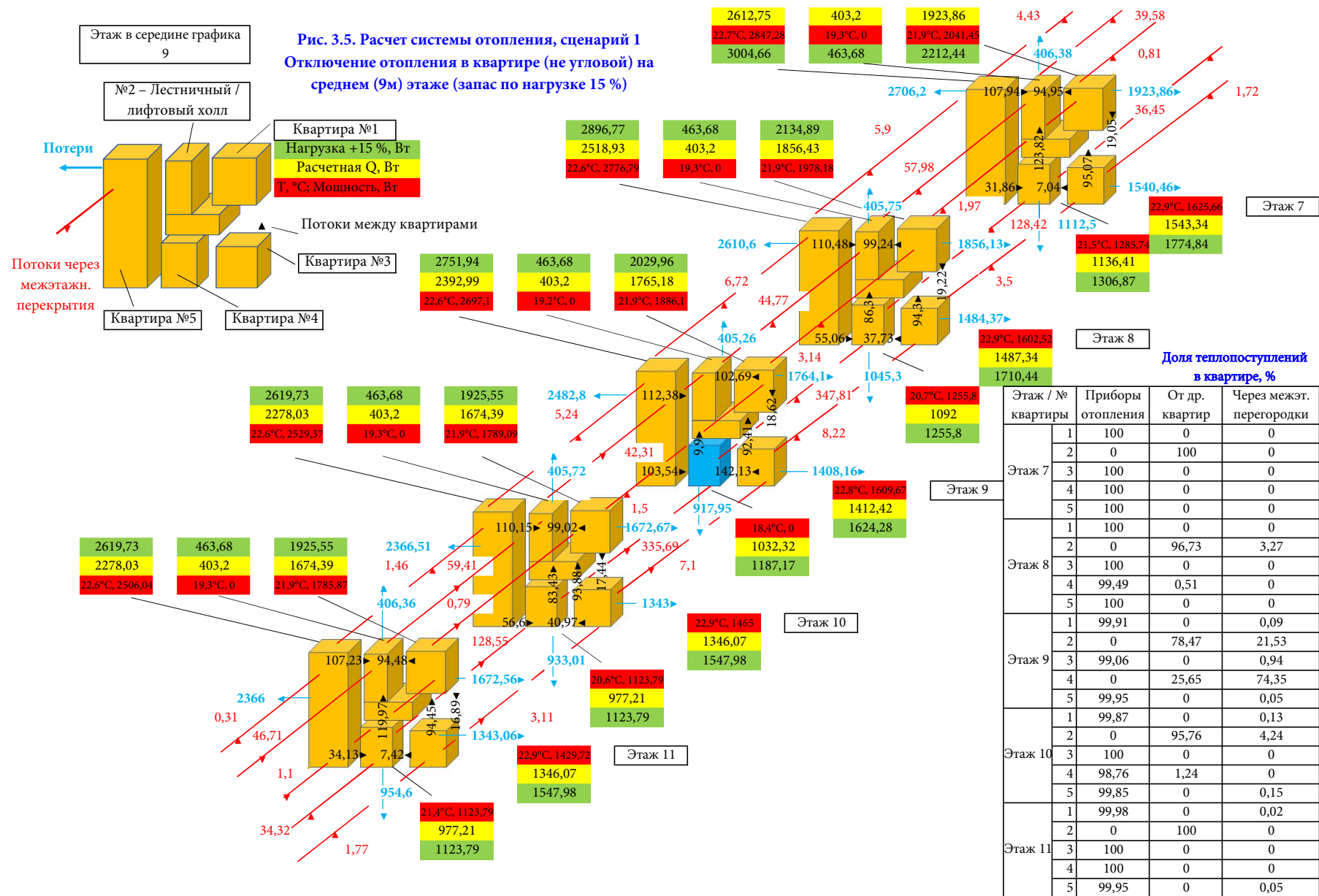


Рис. 3.5. Расчет системы отопления, сценарий 1
Отключение отопления в квартире (не угловой) на
среднем (9м) этаже (запас по нагрузке 15 %)

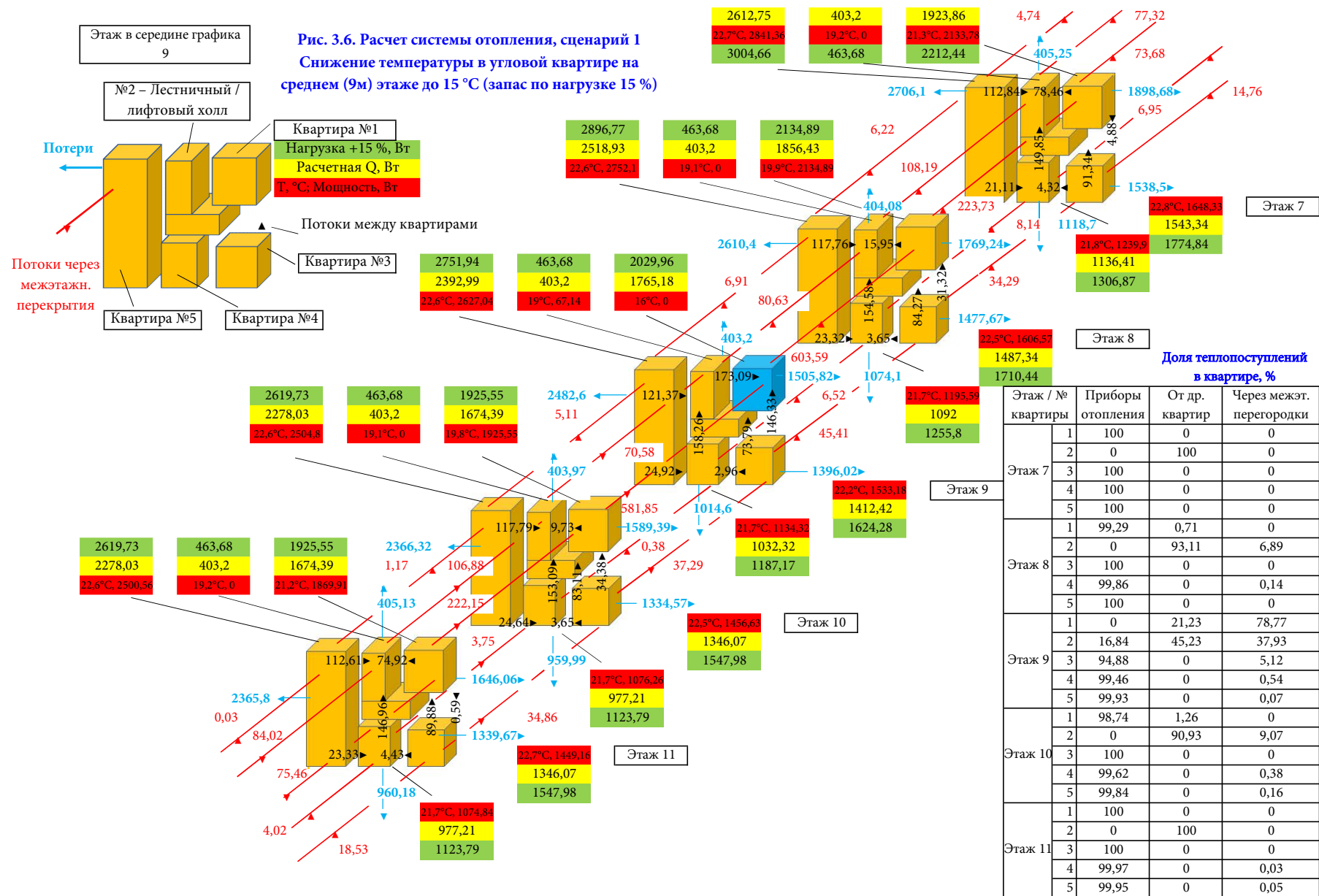
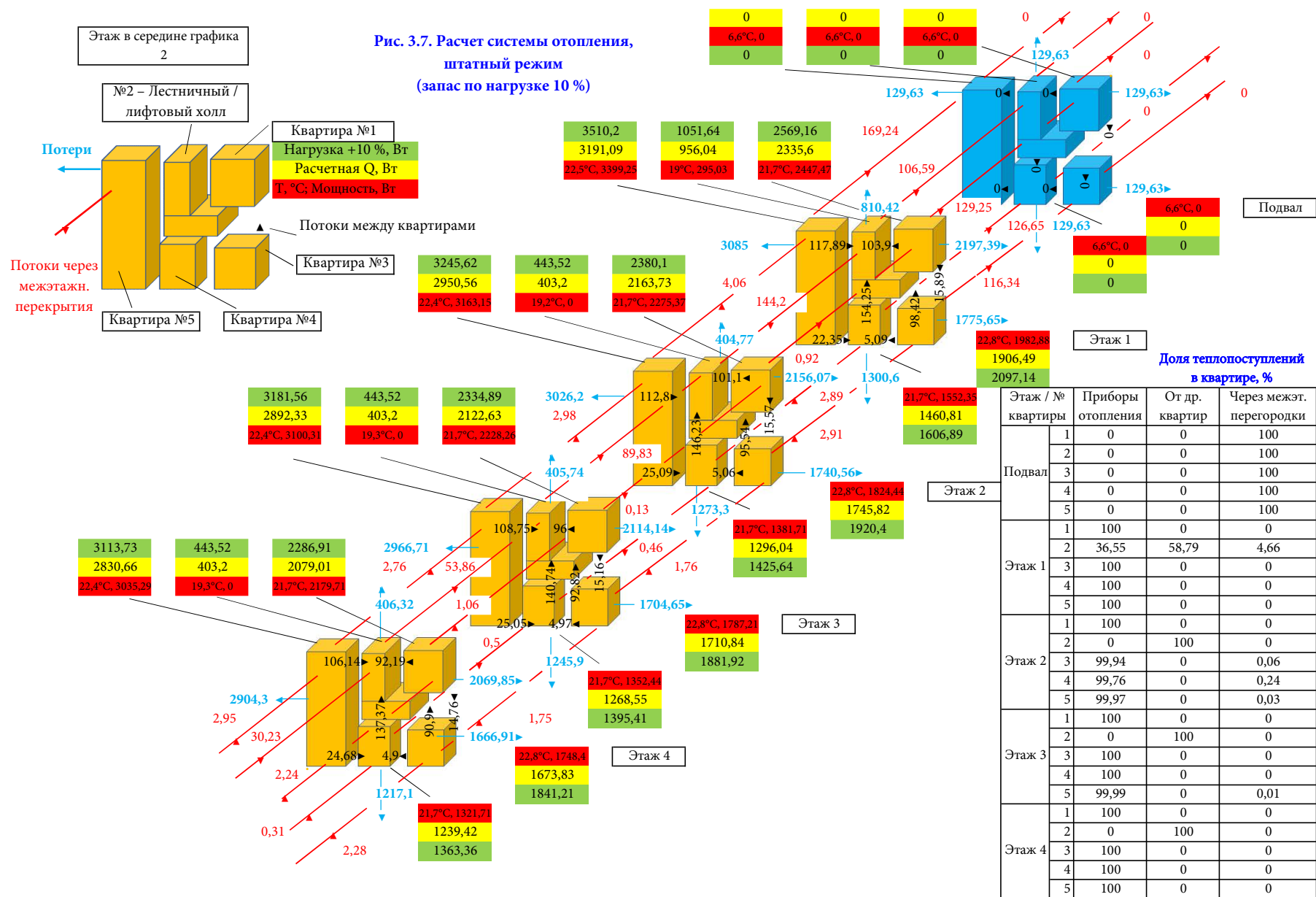
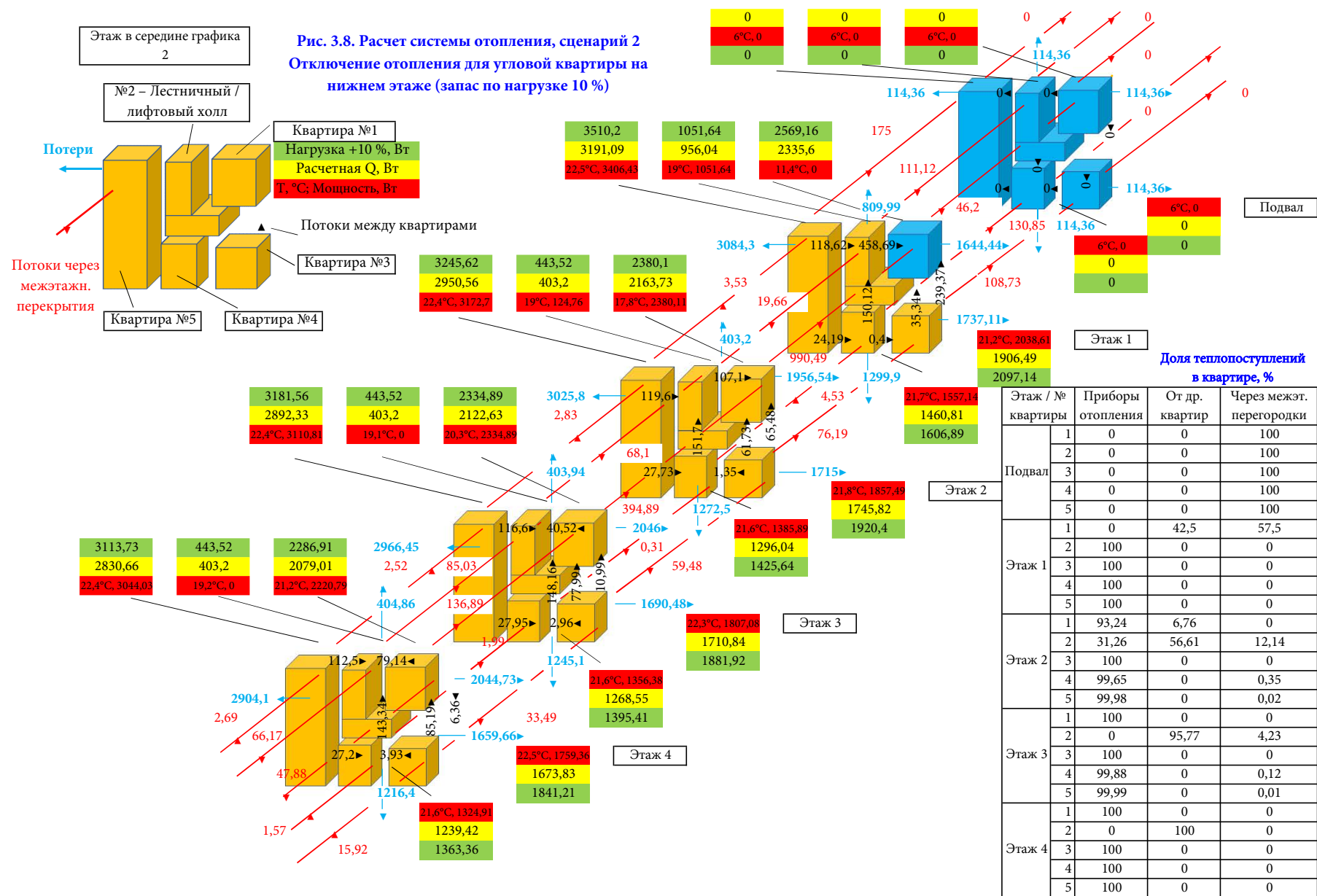
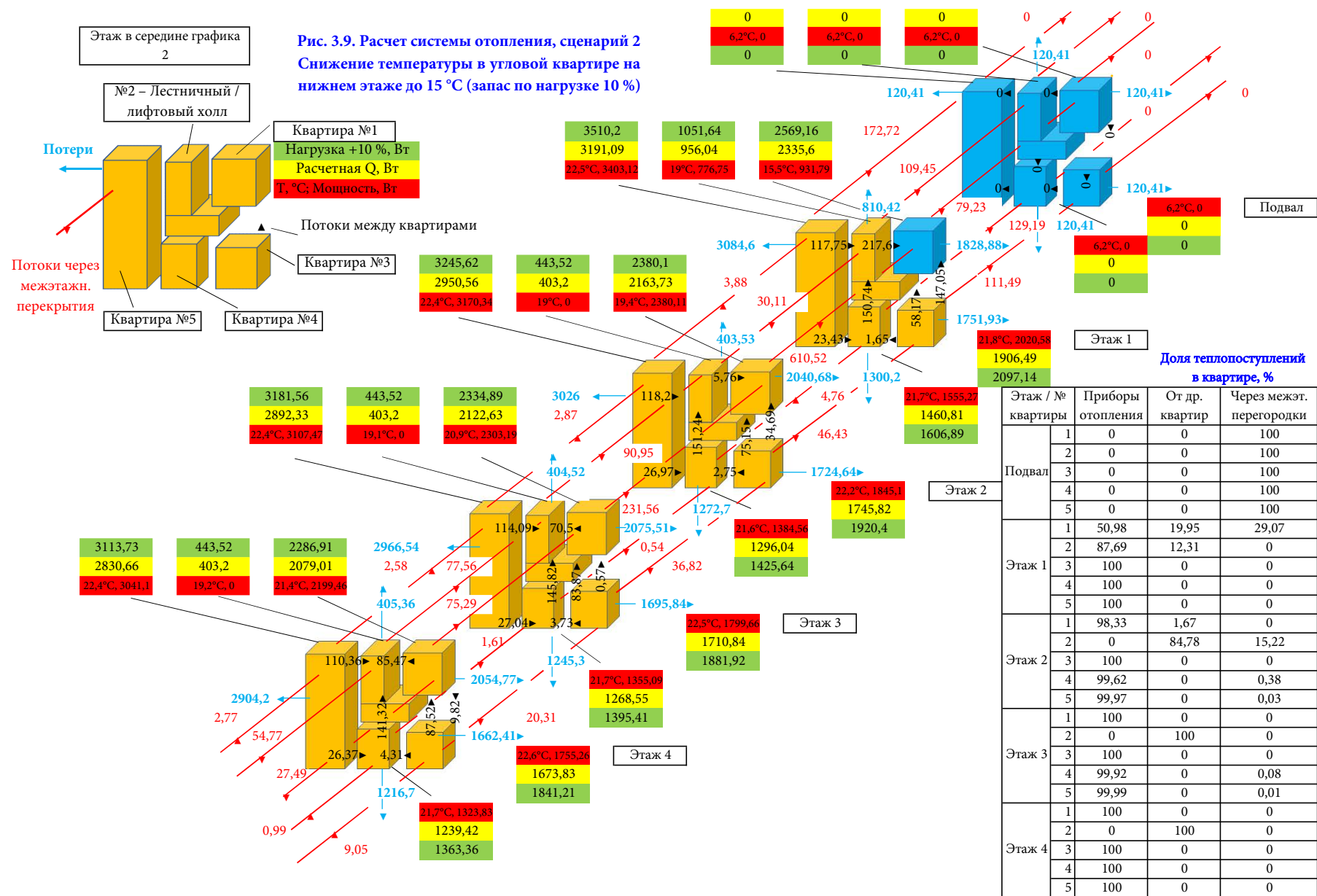
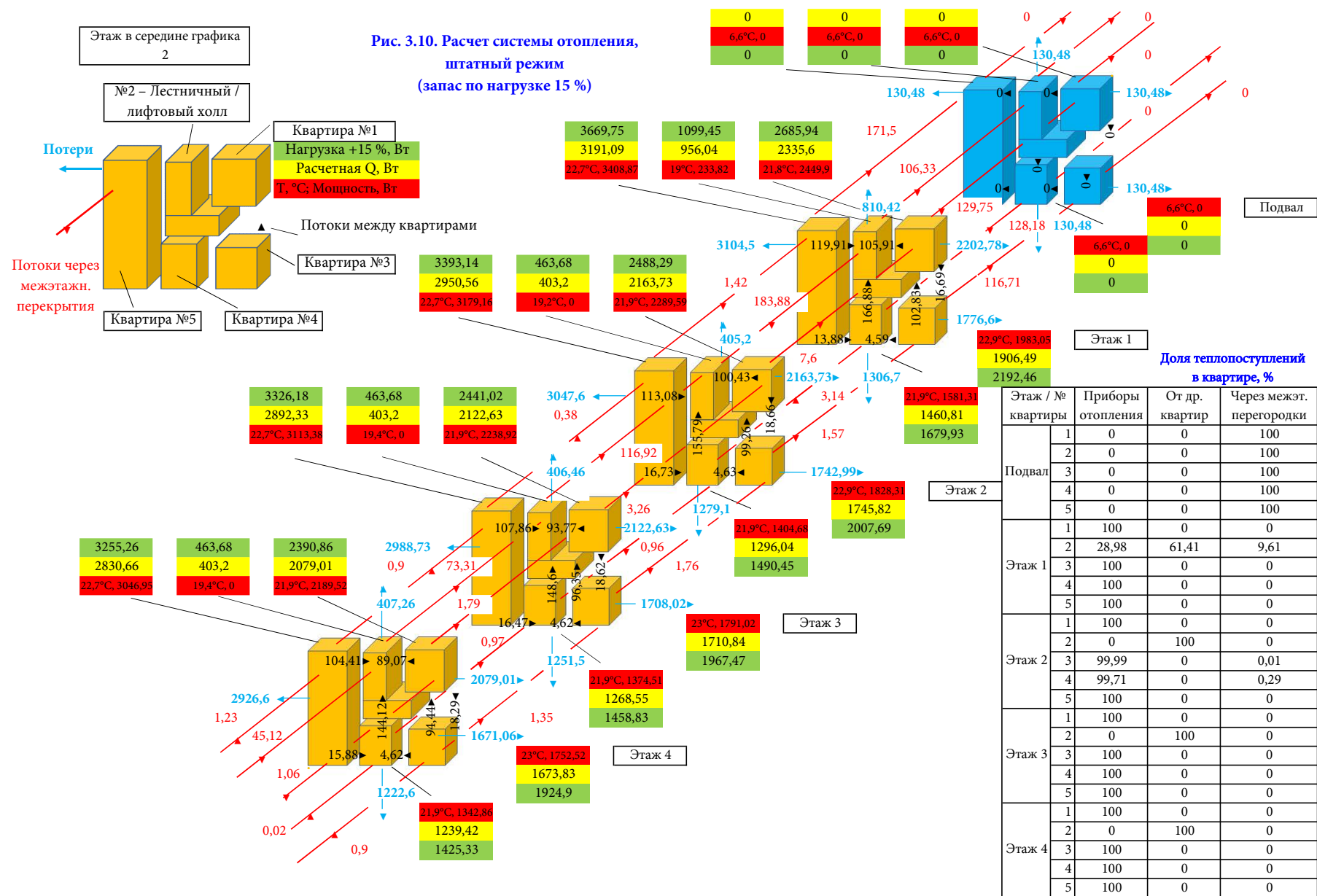


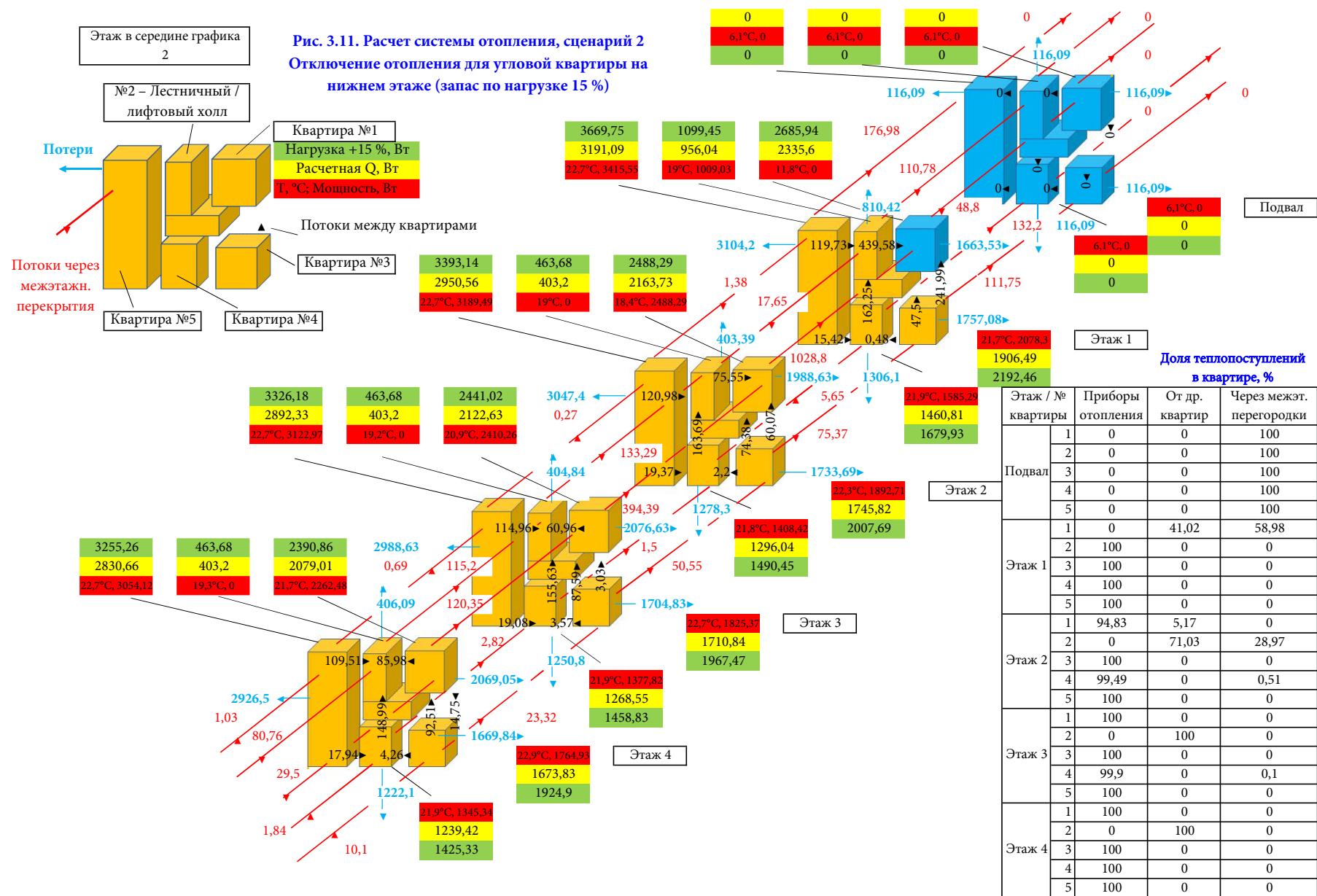
Рис. 3.6. Расчет системы отопления, сценарий 1
Снижение температуры в угловой квартире на
среднем (9м) этаже до 15 °C (запас по нагрузке 15 %)

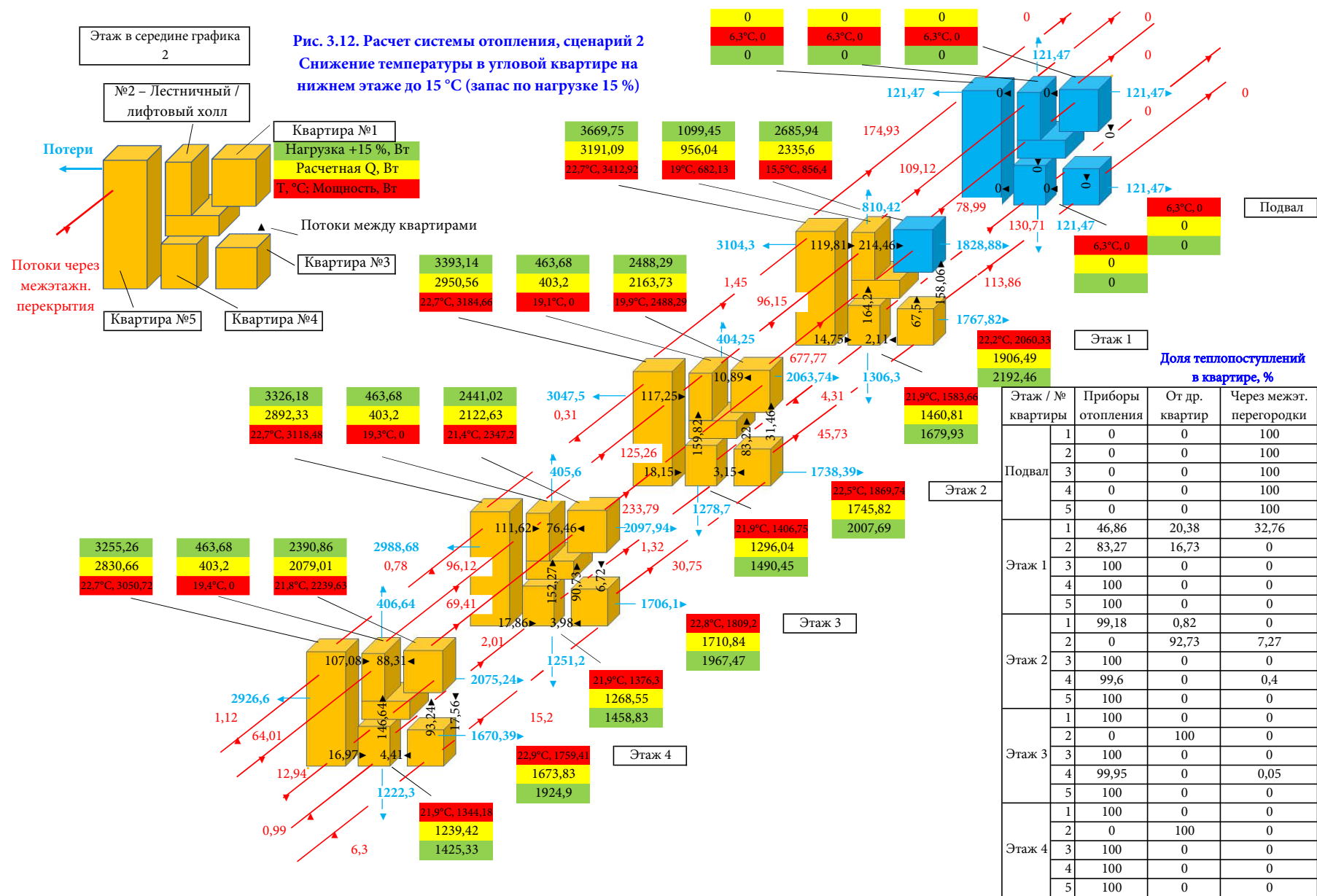


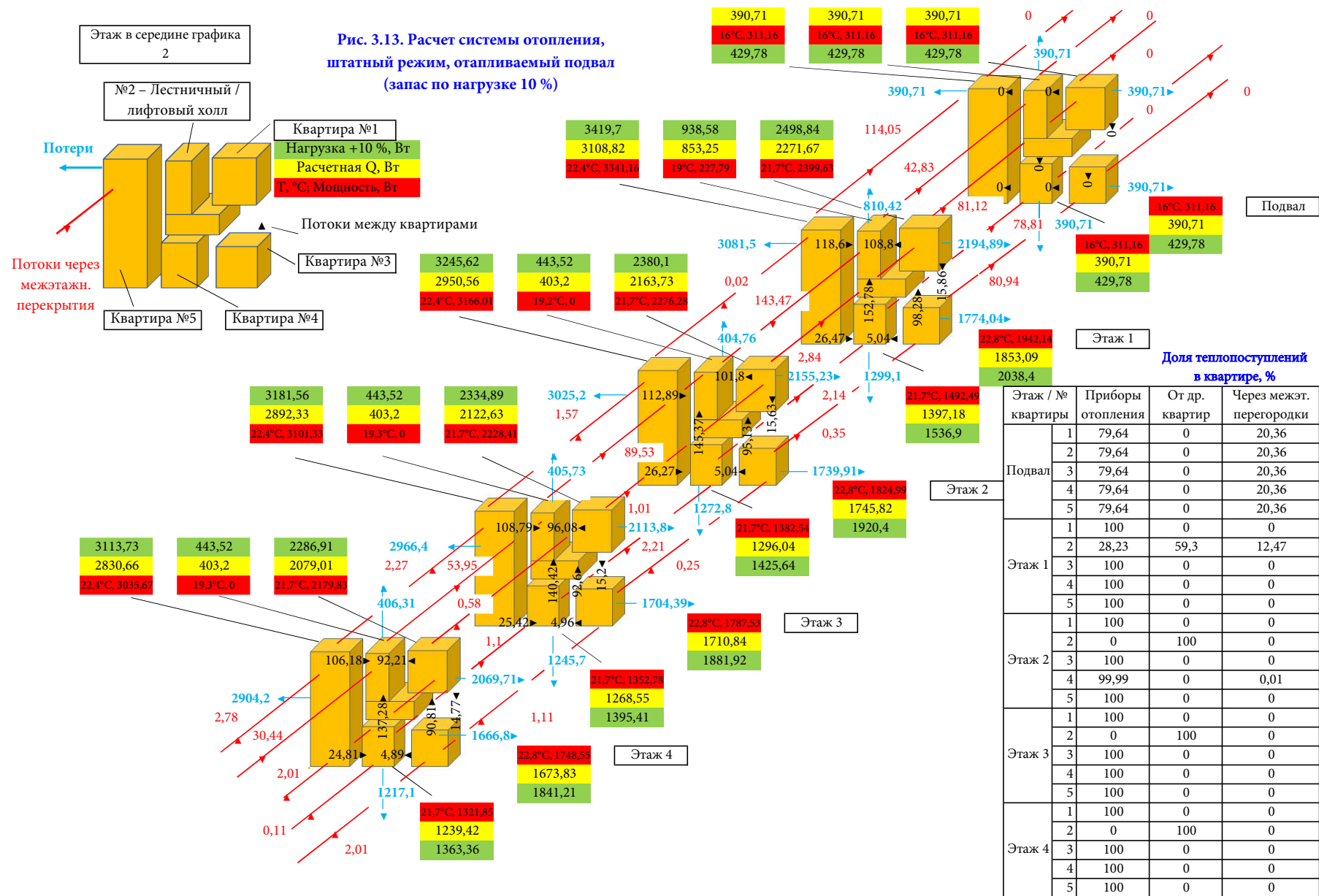


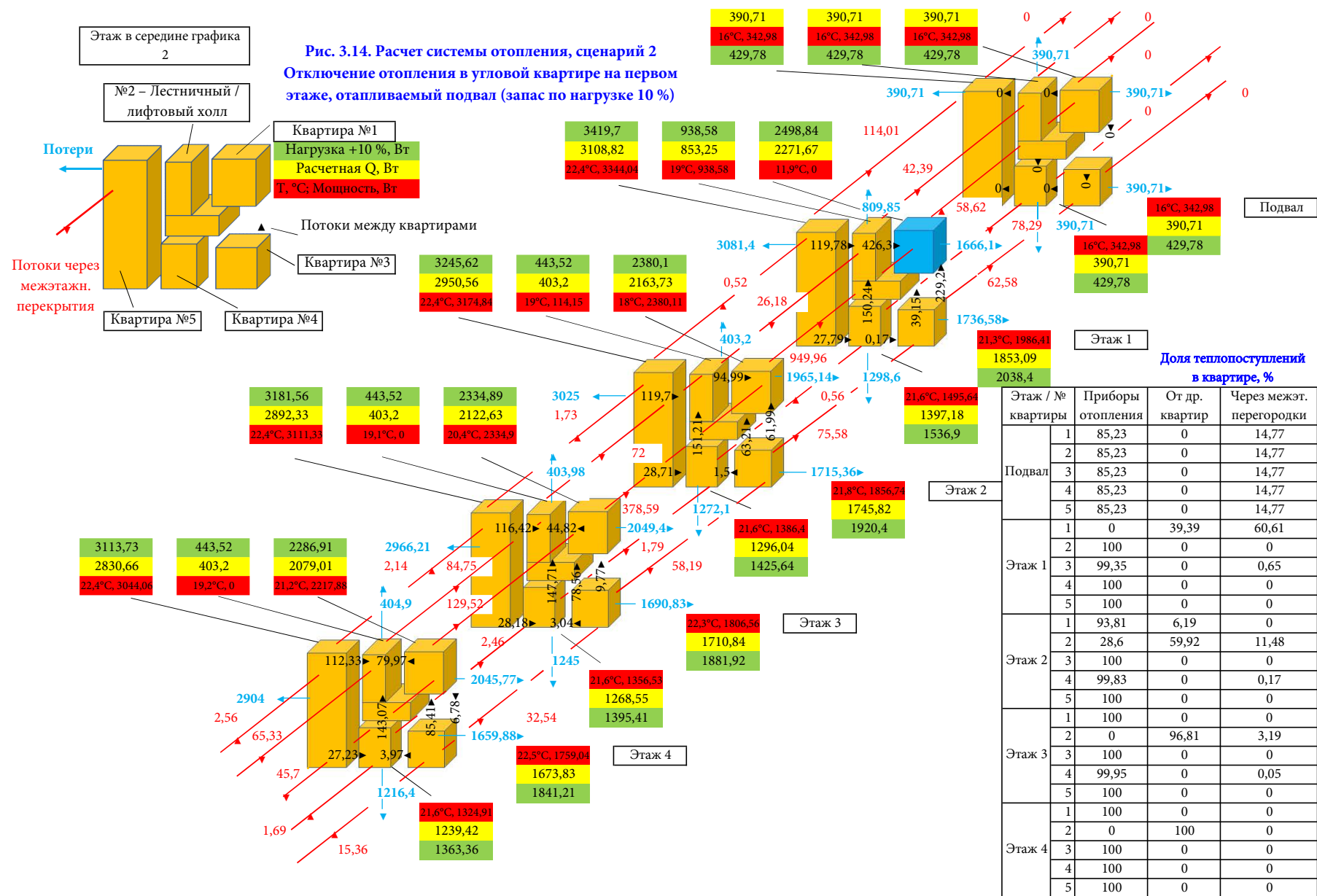


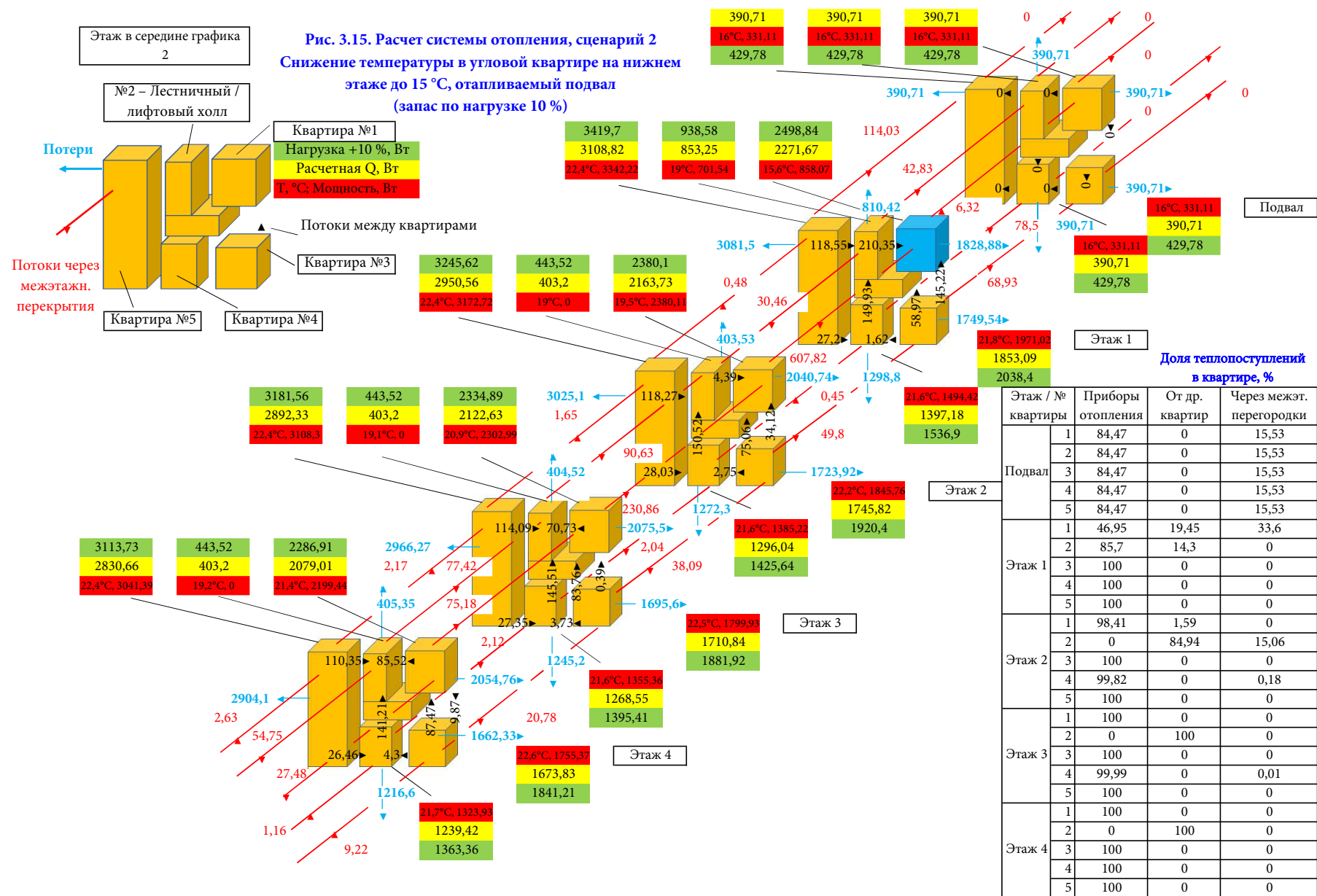


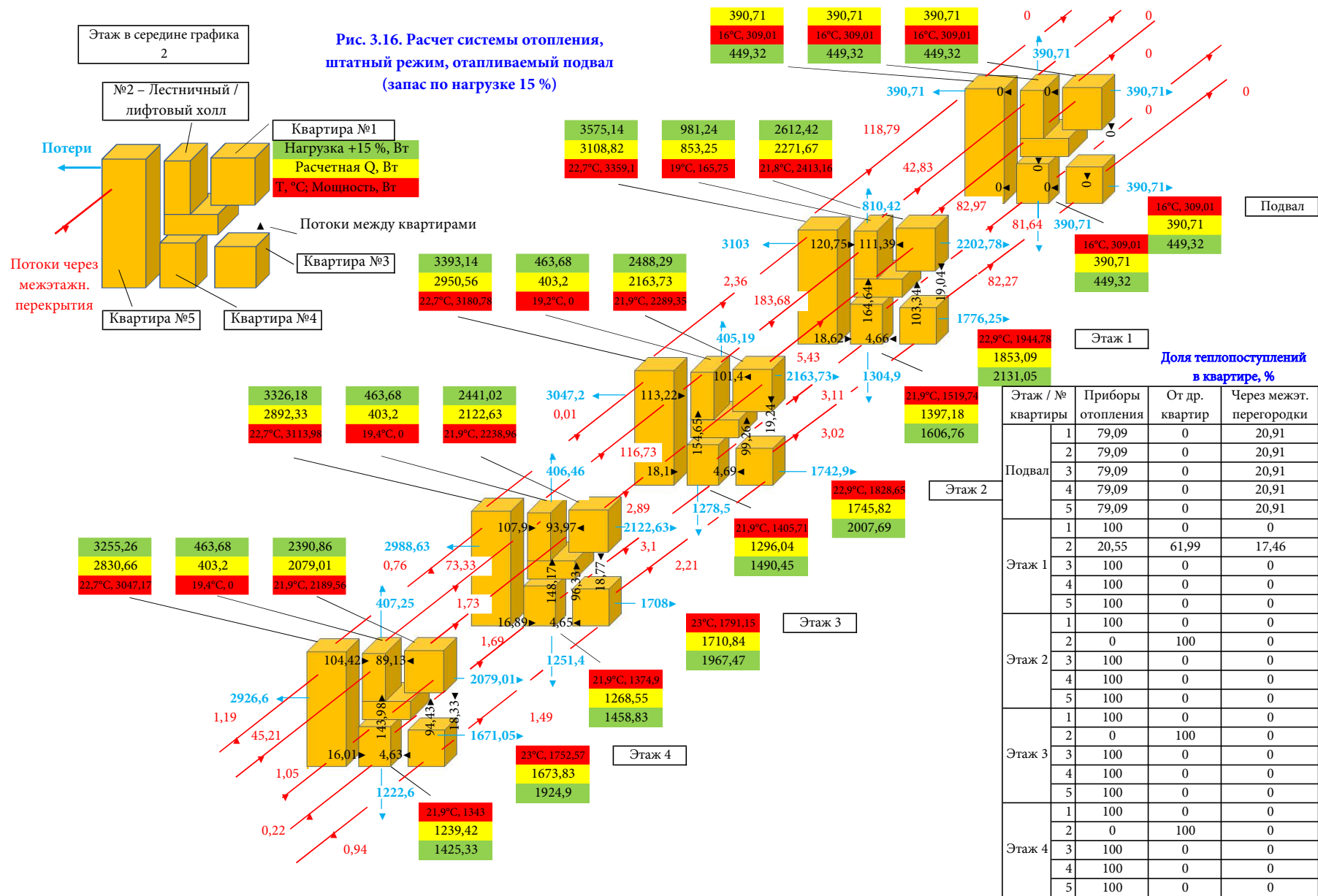


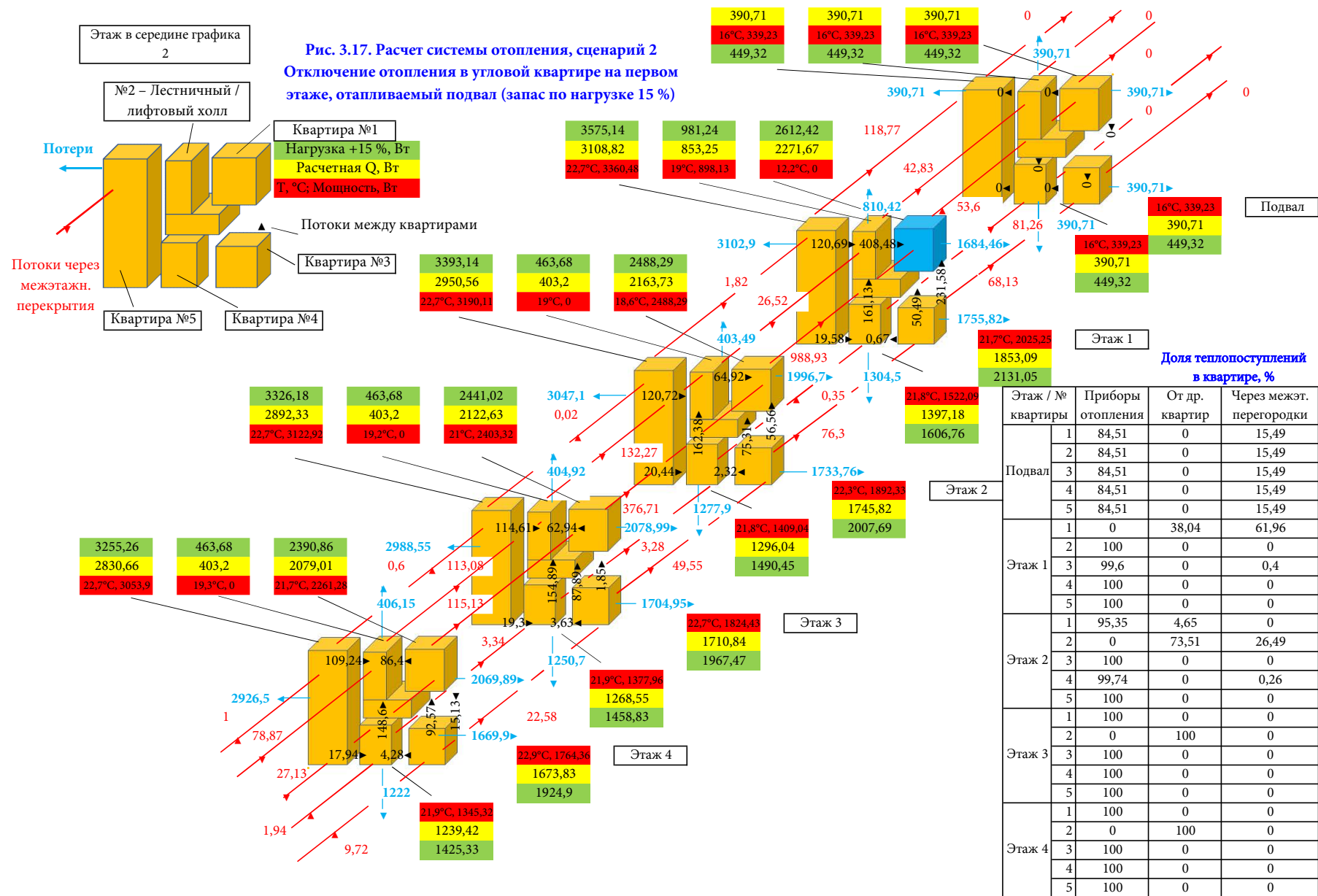


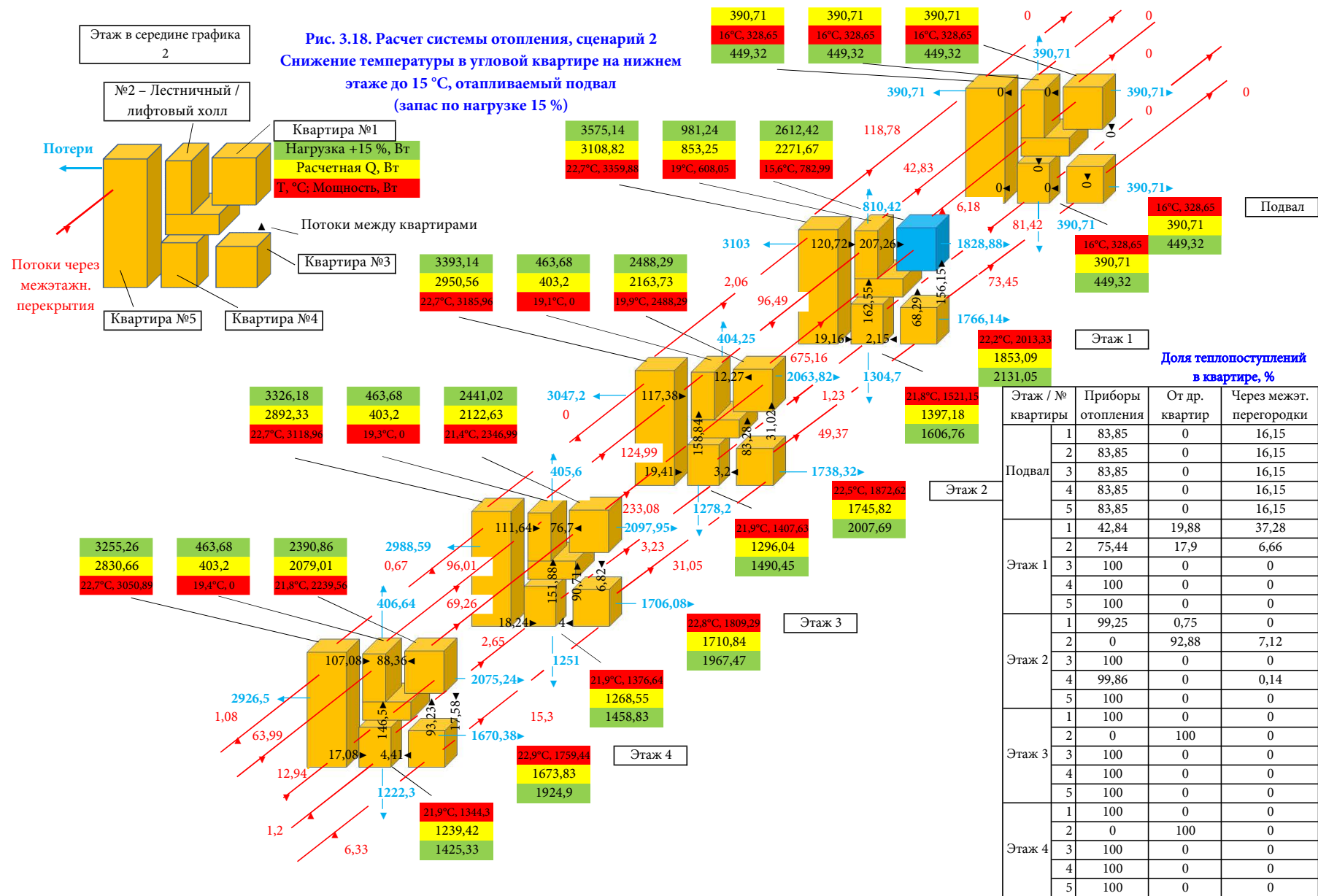


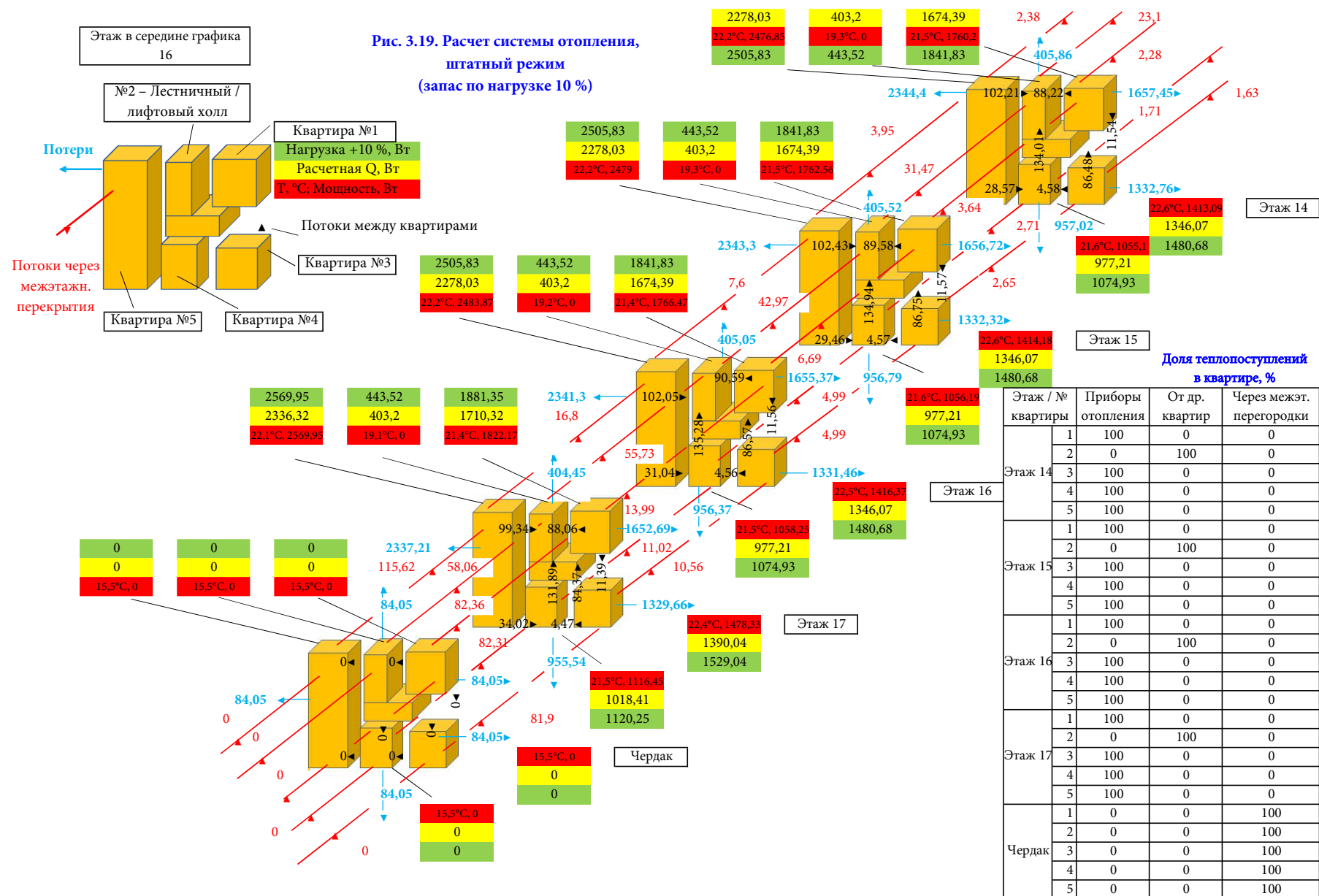


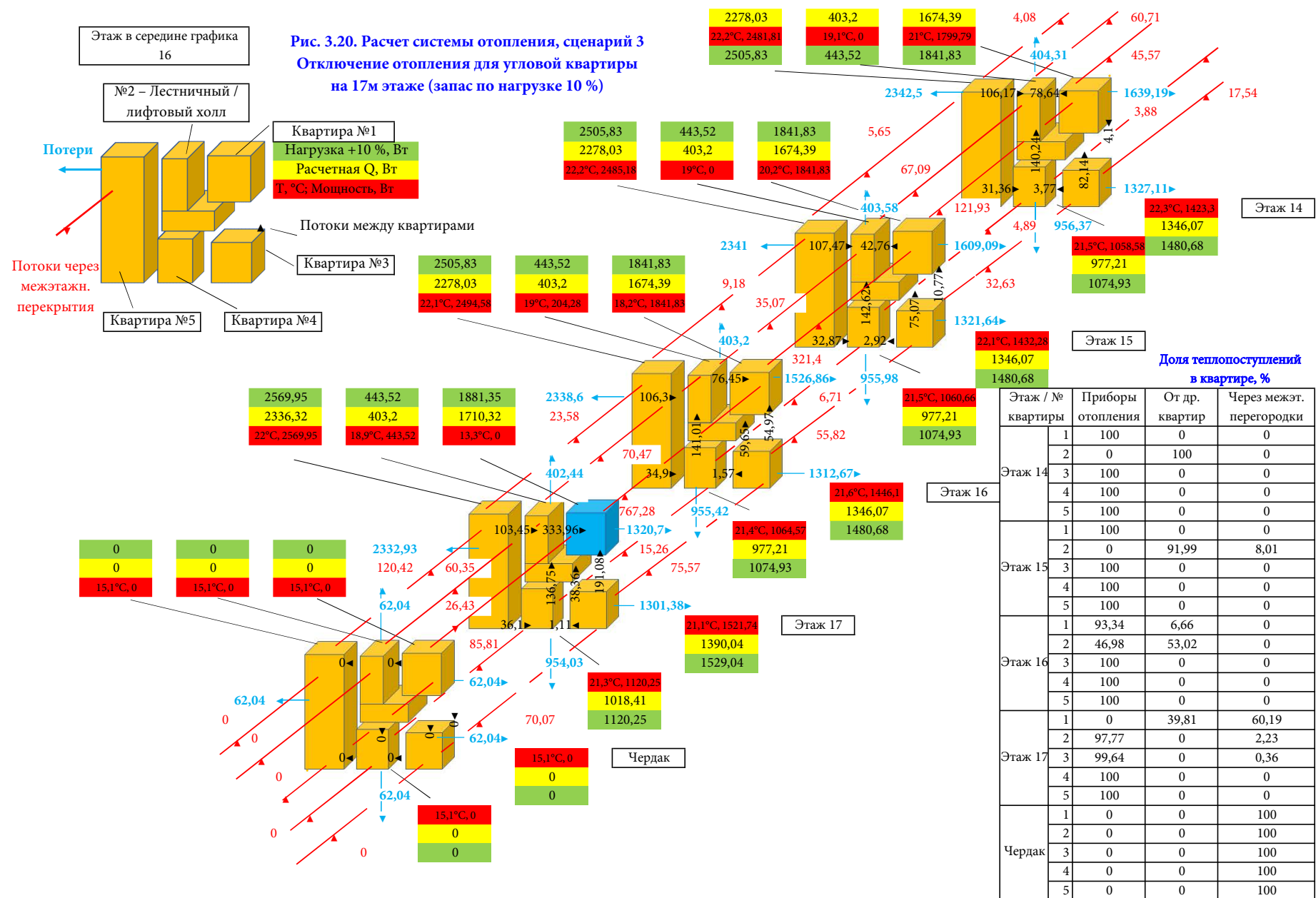


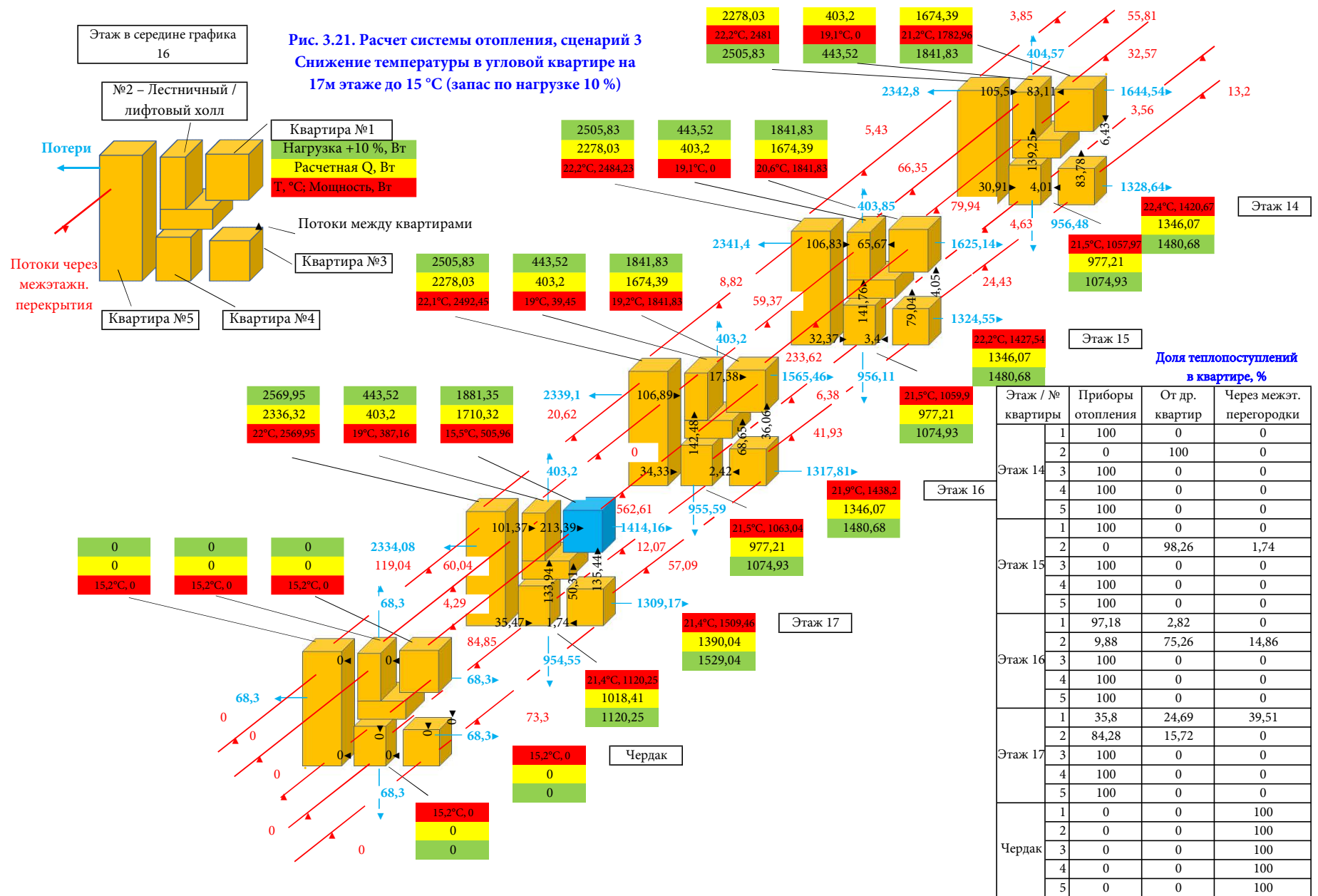


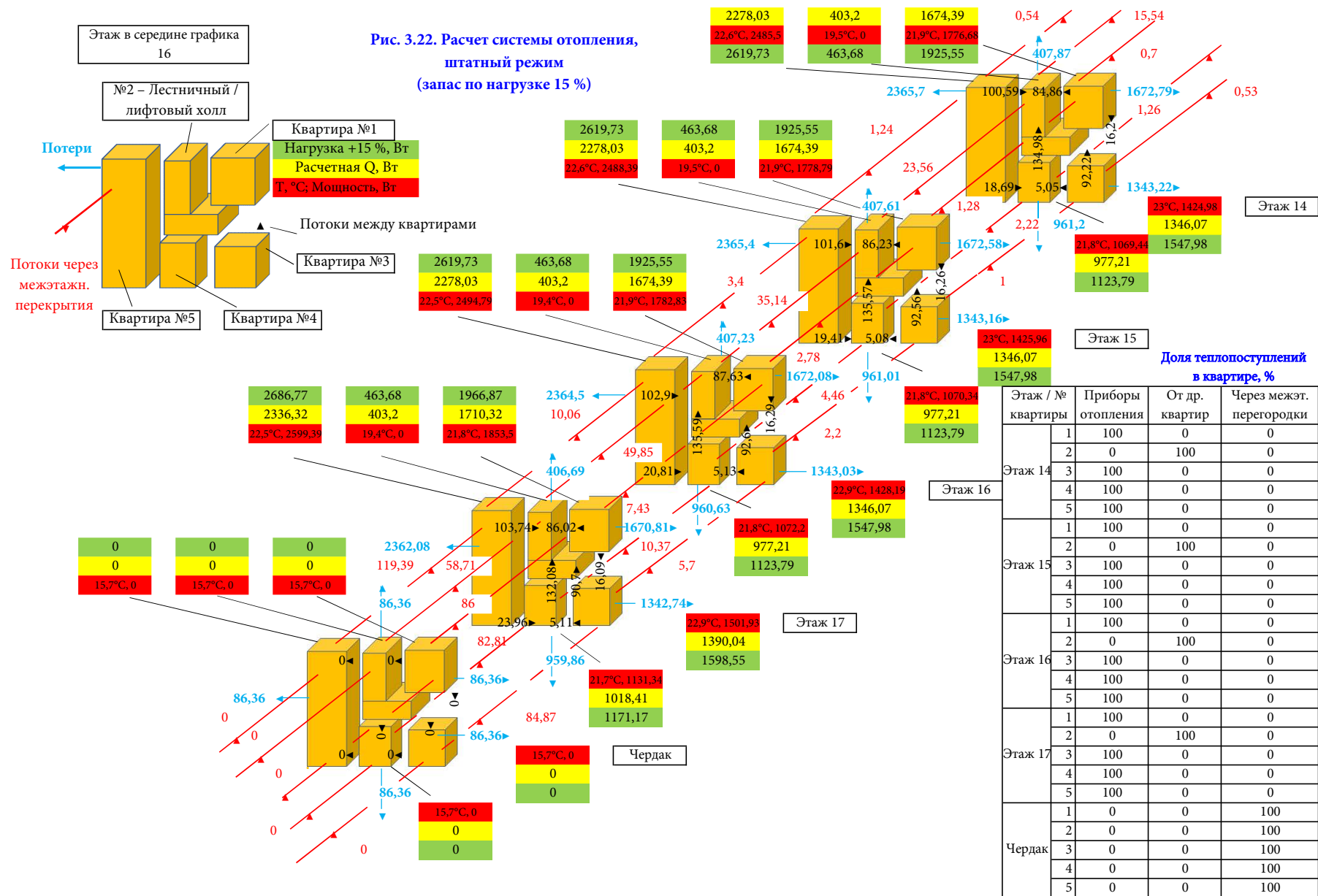












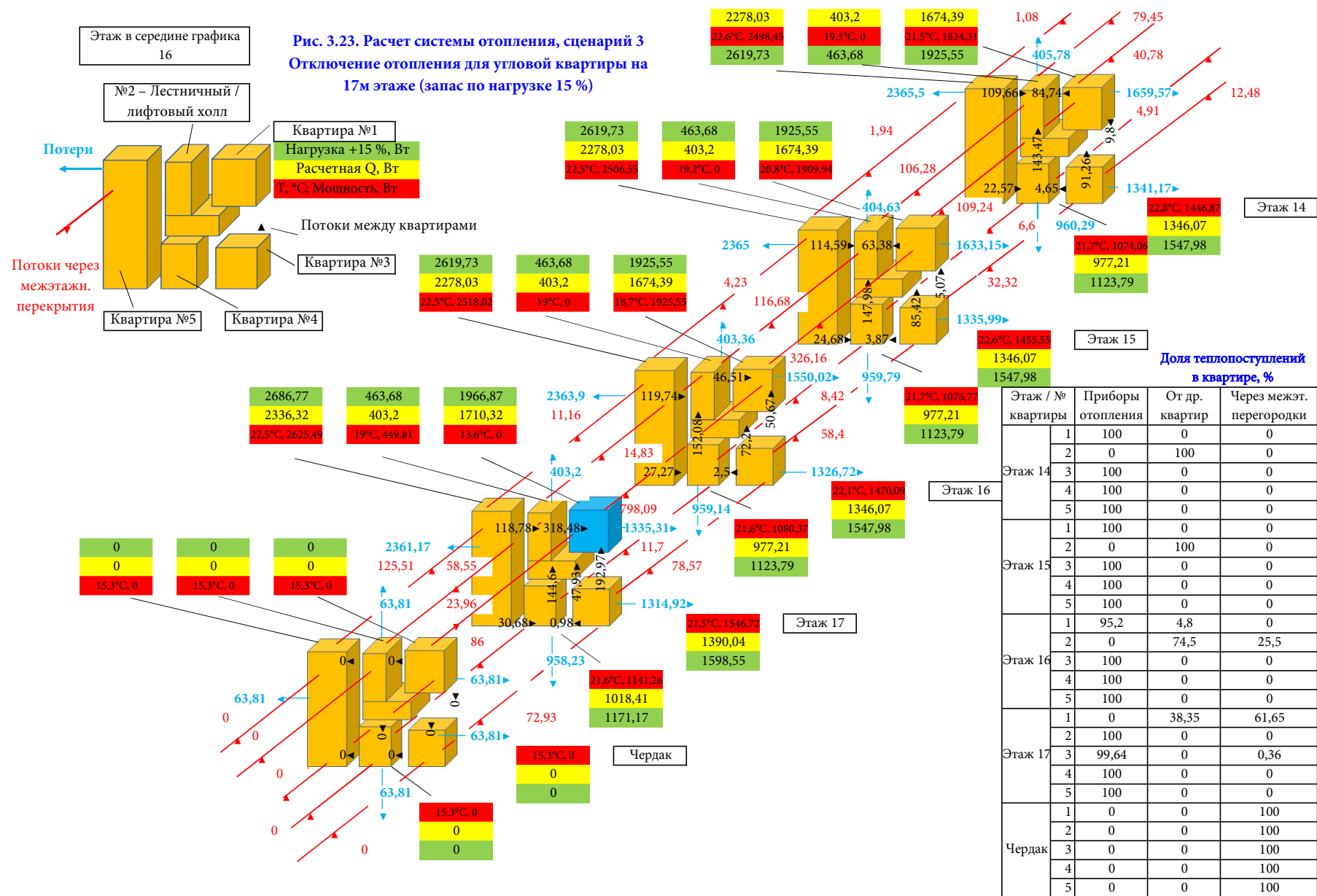
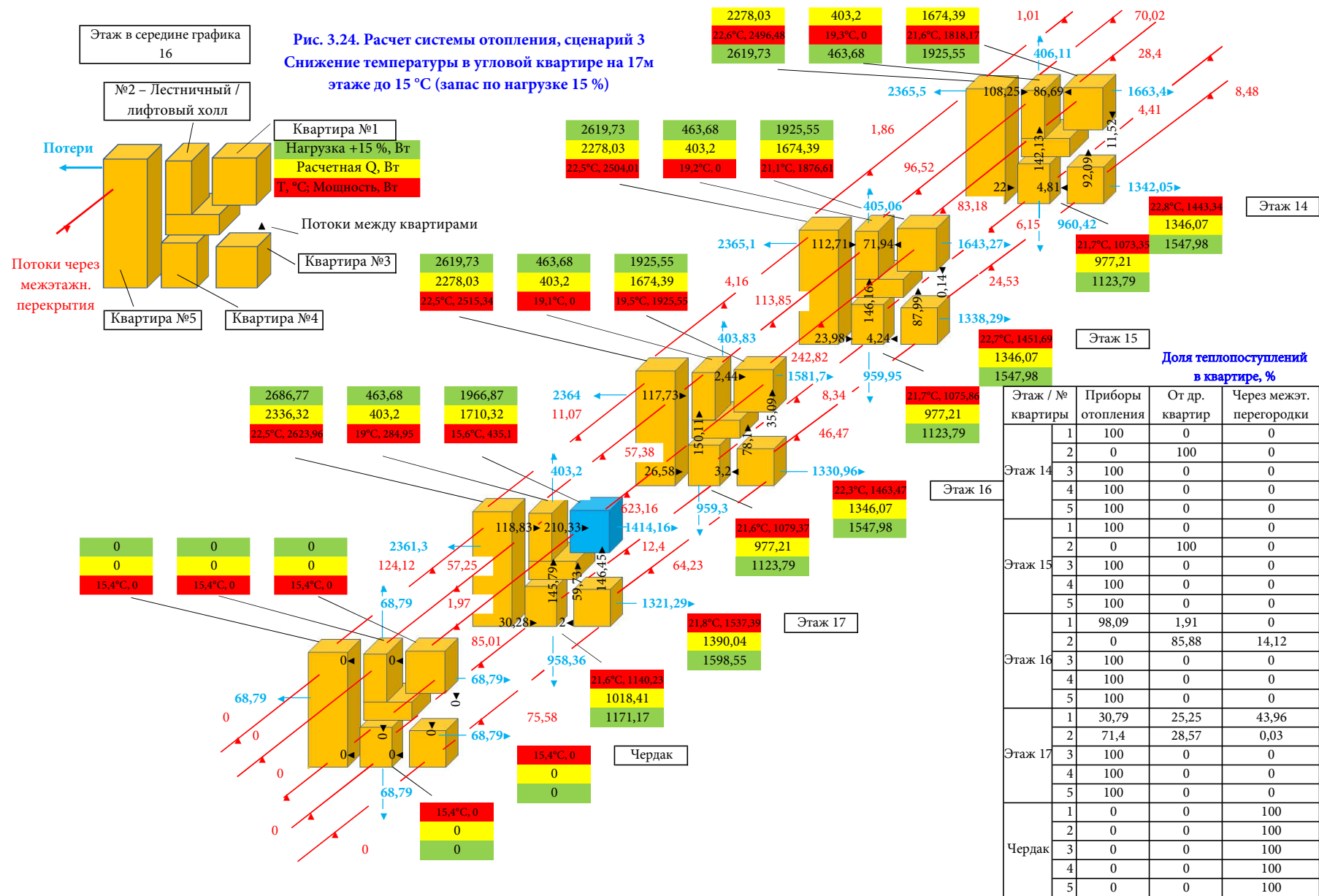


Рис. 3.23. Расчет системы отопления, сценарий 3
Отключение отопления для угловой квартиры на 17м этаже (запас по нагрузке 15 %)



Приложение 4.

Результаты расчета теплоперетоков за отопительный период

Данные, представленные на рисунках 4.1 – 4.8:

На рисунках представлены следующие данные:

- Нагрузка на отопительные приборы квартир по отношению к расчетной, %;
- Переплата жильцов квартир за отопительный период (переменные расходы), руб./год;
- Средняя температура в квартире, °C.

В названиях рисунков приведены следующие обозначения:

Сценарий 1. Приборы отопления полностью выключены или переведены в режим поддержания температуры внутреннего воздуха на уровне 15 °C в рядовой (не угловой) квартире на 9-м этаже;

Сценарий 2а. Приборы отопления полностью выключены или переведены в режим поддержания температуры внутреннего воздуха на уровне 15 °C в угловой квартире на 1-м этаже, неотапливаемое техподполье;

Сценарий 2б. Приборы отопления полностью выключены или переведены в режим поддержания температуры внутреннего воздуха на уровне 15 °C в угловой квартире на 1-м этаже, отапливаемое техподполье;

Сценарий 3.

Приборы отопления полностью выключены или переведены в режим поддержания температуры внутреннего воздуха на уровне 15 °C в угловой квартире на 17-м этаже.

Примечание к рисункам. В штатном режиме работы системы отопления учитываются дополнительные теплотери через межквартирные перегородки к местам общего пользования (межквартирным коридорам и лестничному холлу), которые не учтена при проектировании отопительных приборов, поэтому температурный режим требует частичного использования запаса по мощности.

**Рис. 4.1. Расчет, сценарий 1,
15% запас**

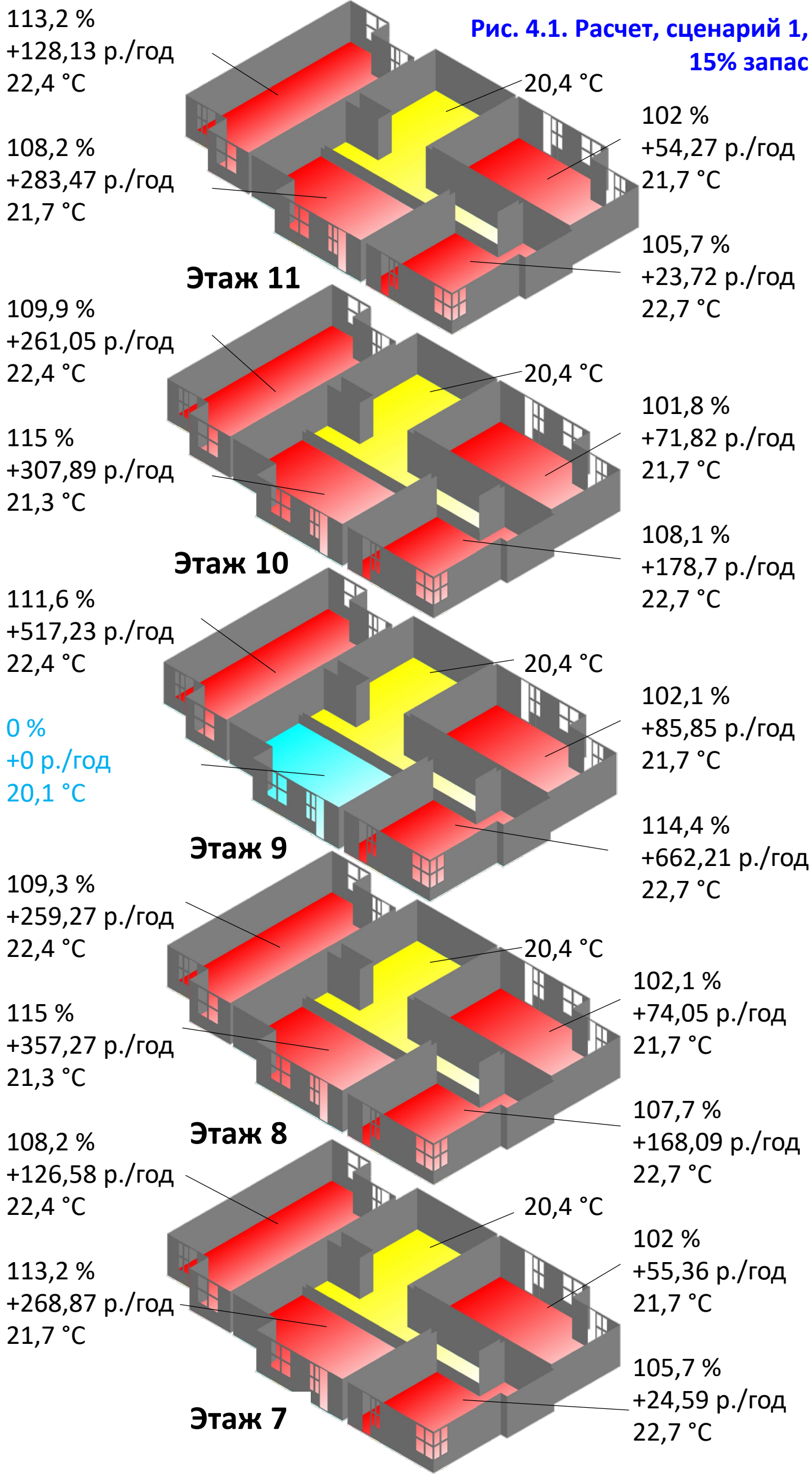
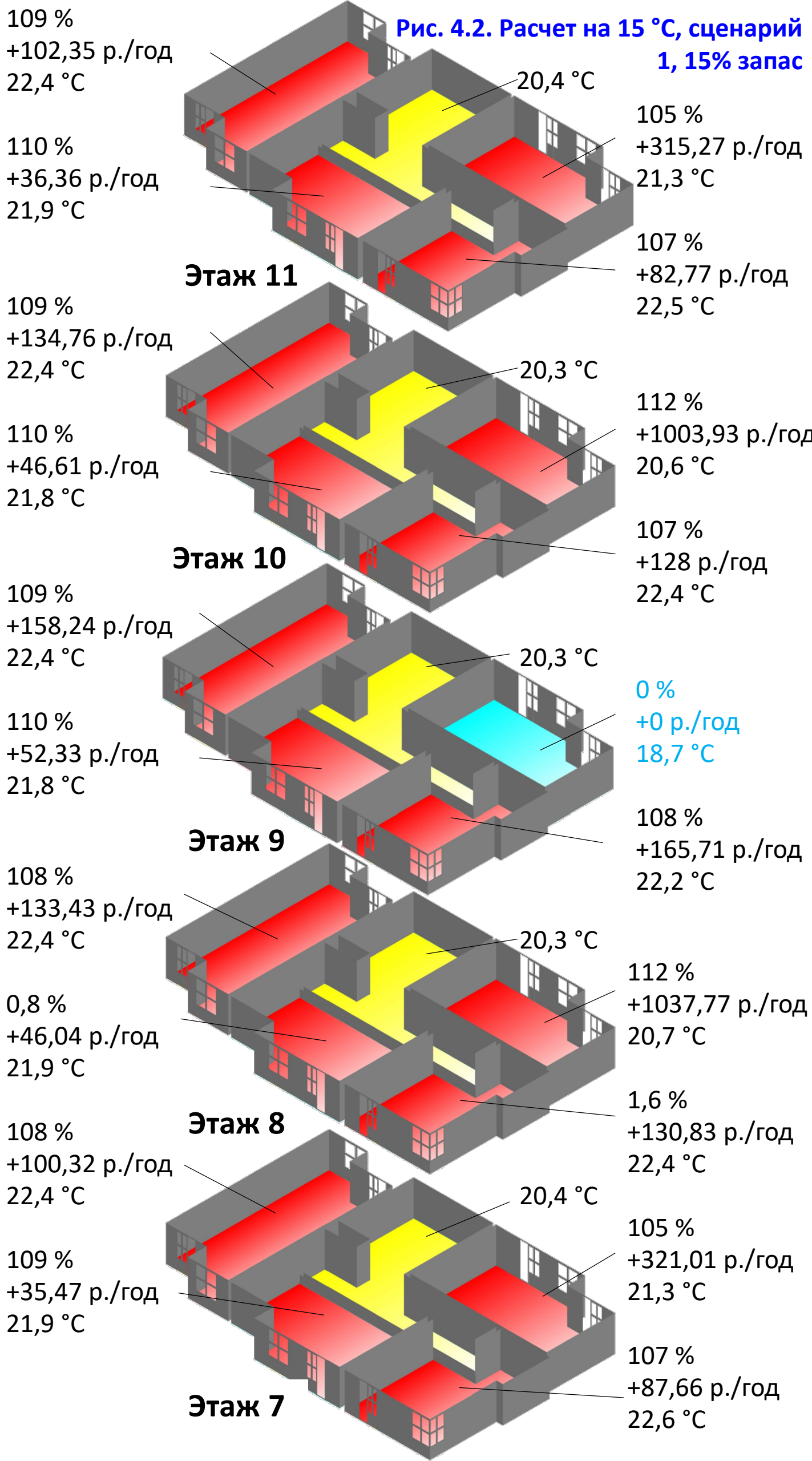


Рис. 4.2. Расчет на 15 °С, сценарий 1, 15% запас



**Рис. 4.3. Расчет, сценарий 2а,
15% запас**

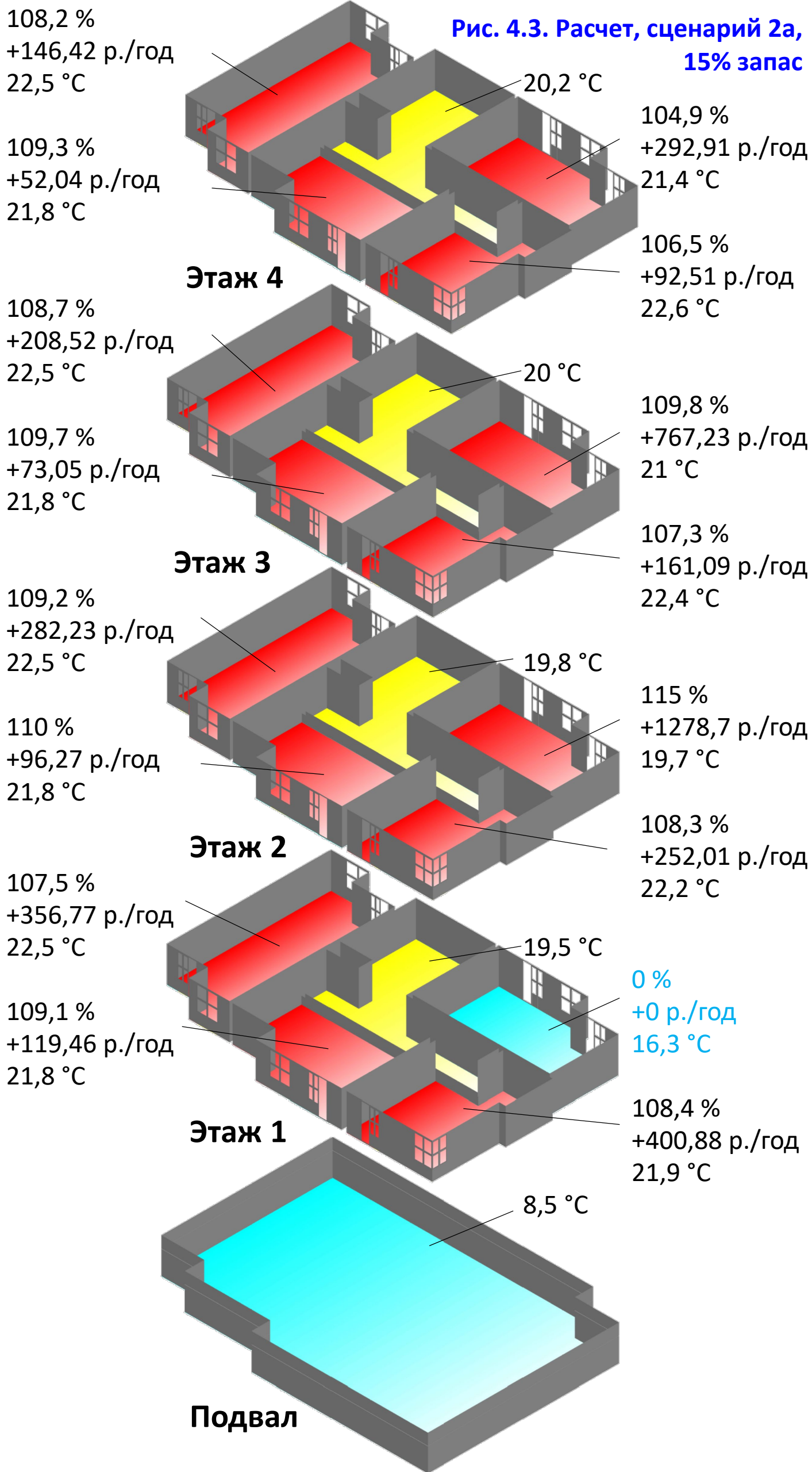
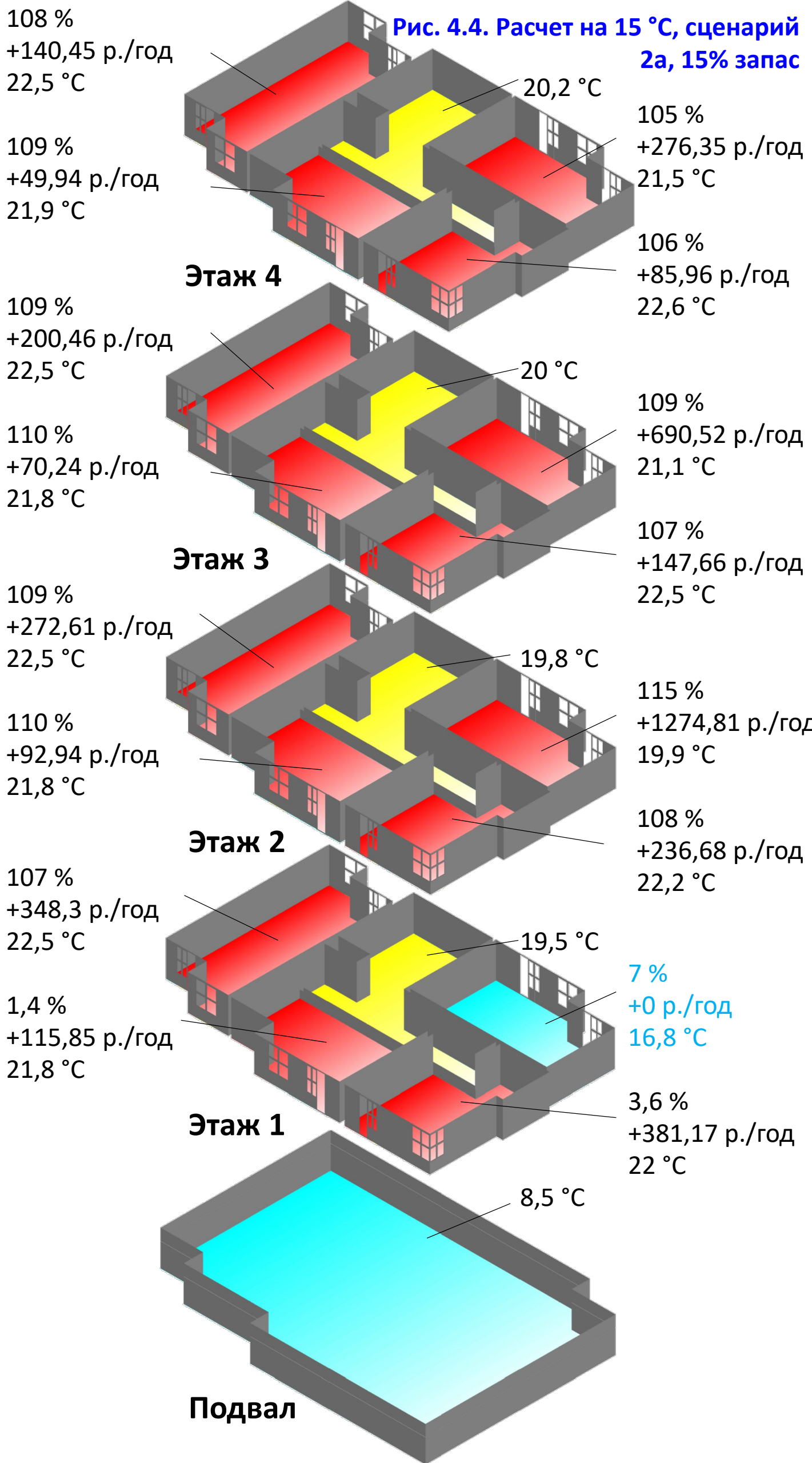


Рис. 4.4. Расчет на 15 °С, сценарий 2а, 15% запас



**Рис. 4.5. Расчет, сценарий 26,
15% запас**

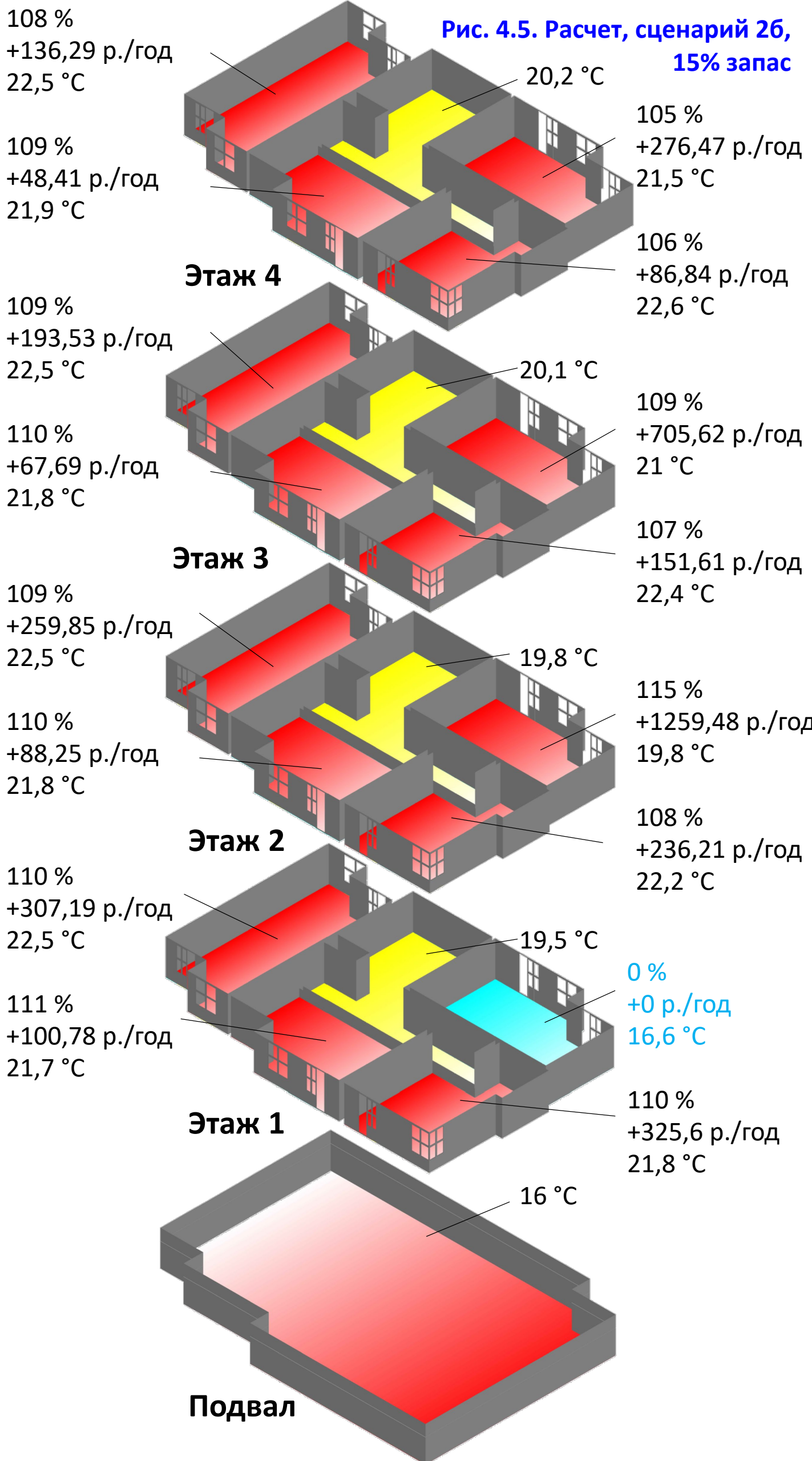


Рис. 4.6. Расчет на 15 °С, сценарий 26, 15% запас

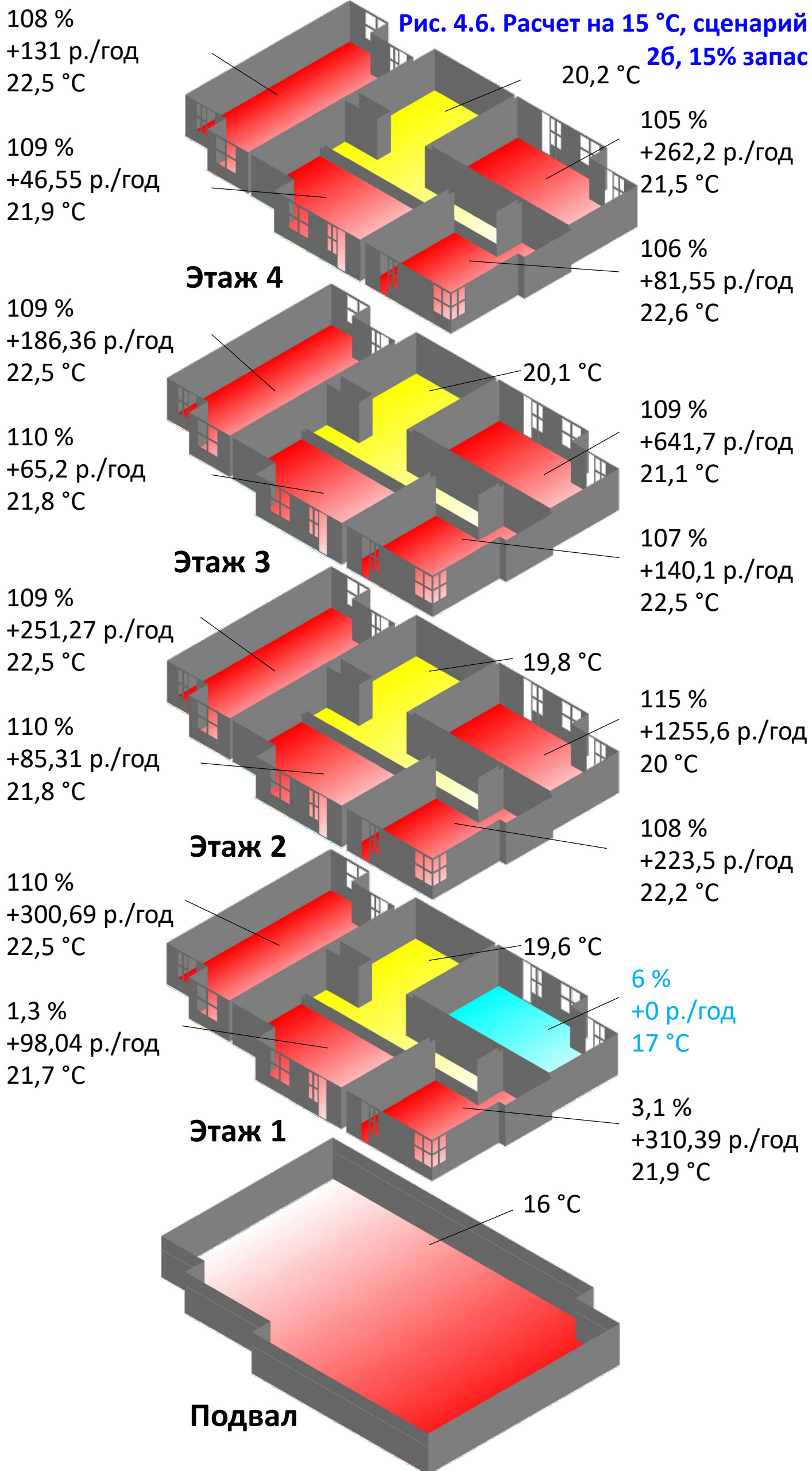
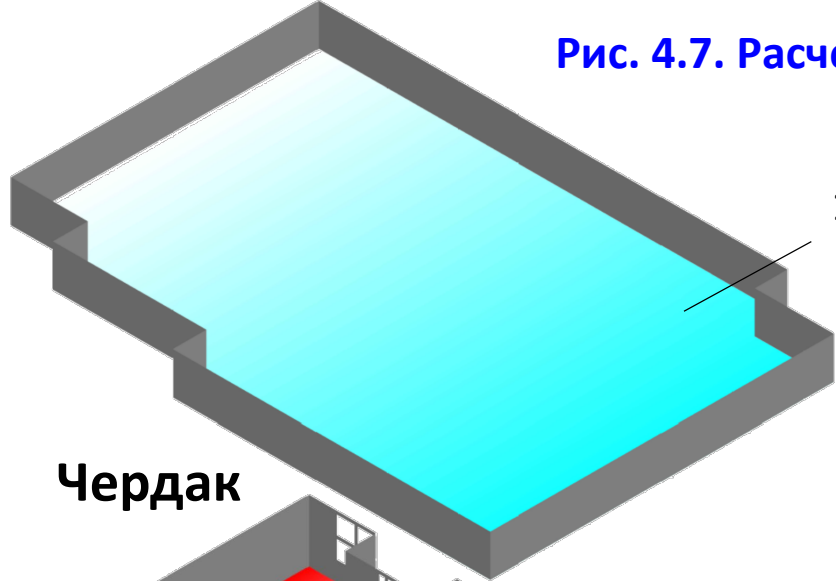


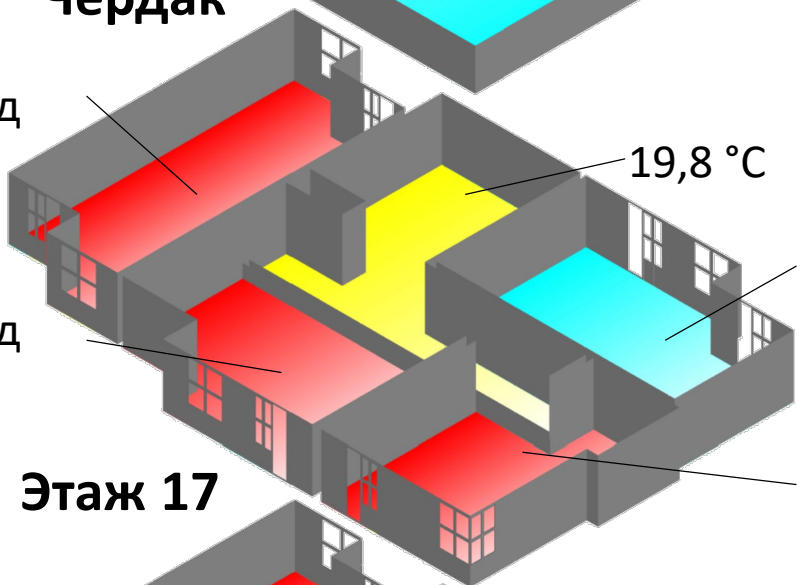
Рис. 4.7. Расчет, сценарий 3,
15% запас



Чердак

112,1 %
+328,73 р./год
22,4 °C

112,5 %
+115,57 р./год
21,7 °C

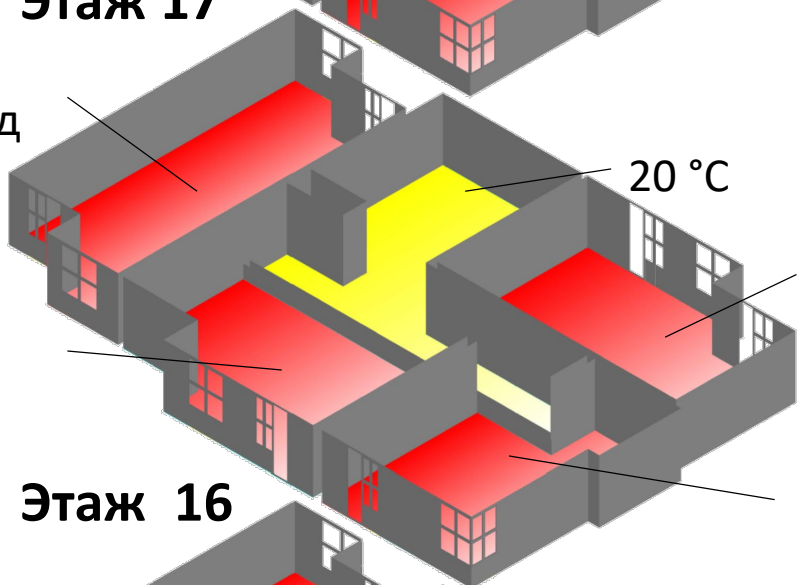


0 %
+0 р./год
17,3 °C

Этаж 17

110,6 %
+274,21 р./год
22,4 °C

111,2 %
+90,66 р./год
21,7 °C



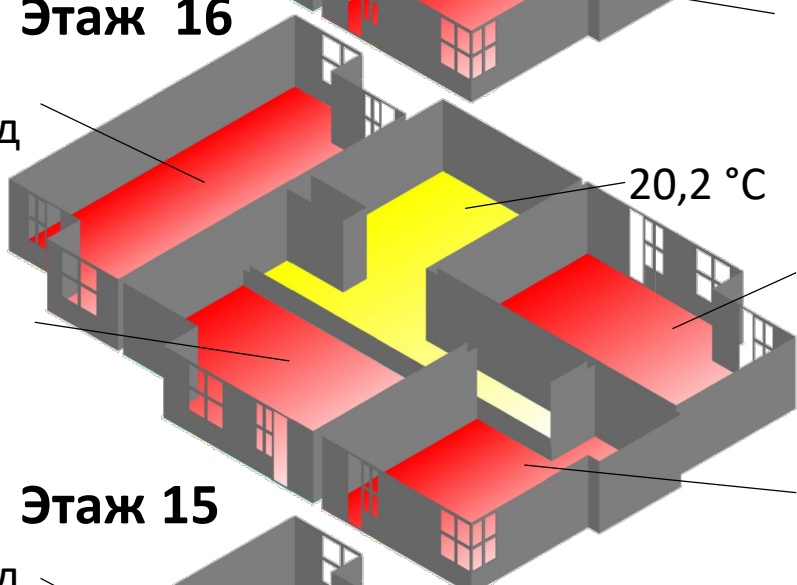
110,7 %
+288,55 р./год
21,8 °C

114,4 %
+1129,12 р./год
20 °C

Этаж 16

109,7 %
+194,11 р./год
22,4 °C

110,6 %
+68,33 р./год
21,8 °C



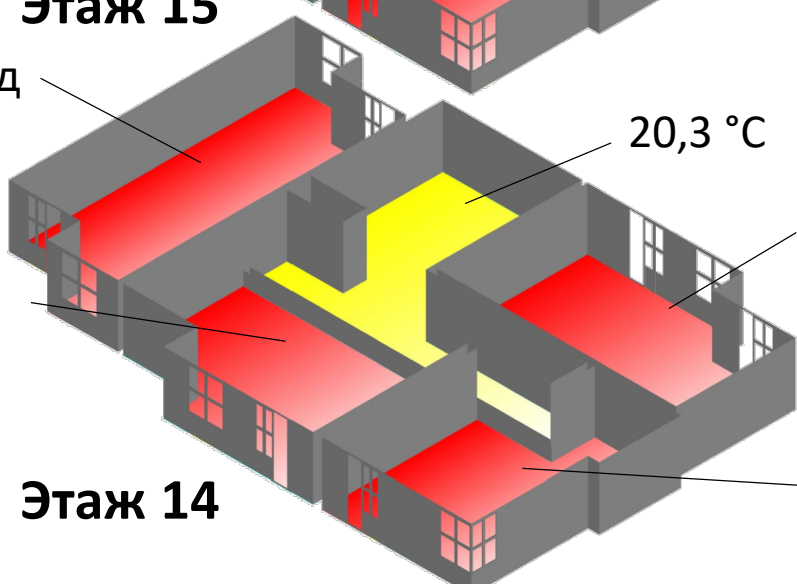
108,8 %
+208 р./год
22,1 °C

108 %
+583,76 р./год
21 °C

Этаж 15

109,1 %
+135,73 р./год
22,4 °C

110,2 %
+48,58 р./год
21,8 °C



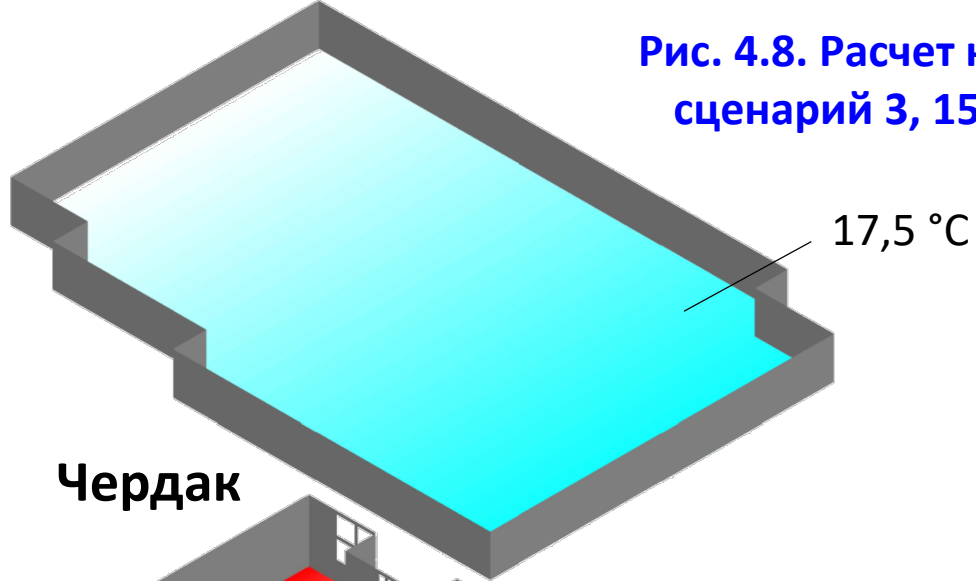
107,6 %
+132,44 р./год
22,4 °C

103,9 %
+232 р./год
21,4 °C

106,8 %
+79,49 р./год
22,5 °C

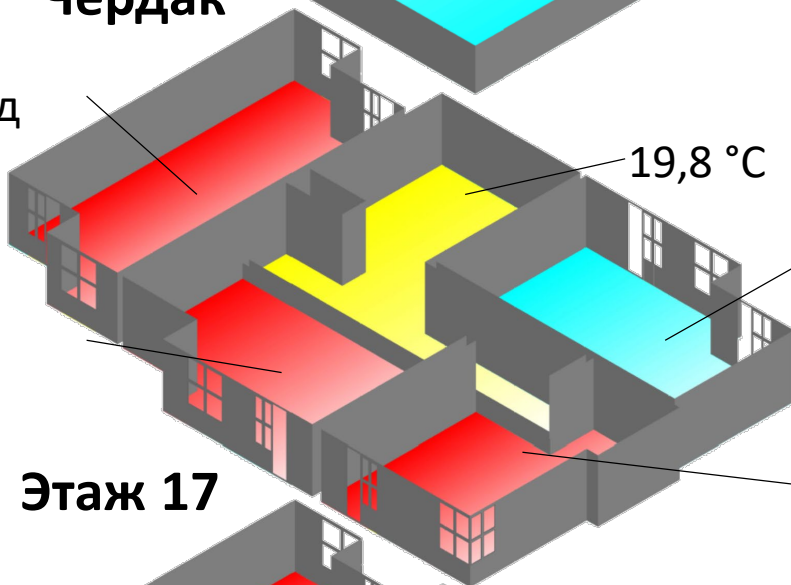
Этаж 14

Рис. 4.8. Расчет на 15 °С,
сценарий 3, 15% запас



112 %
+327,97 р./год
22,4 °С

112 %
+115 р./год
21,7 °С

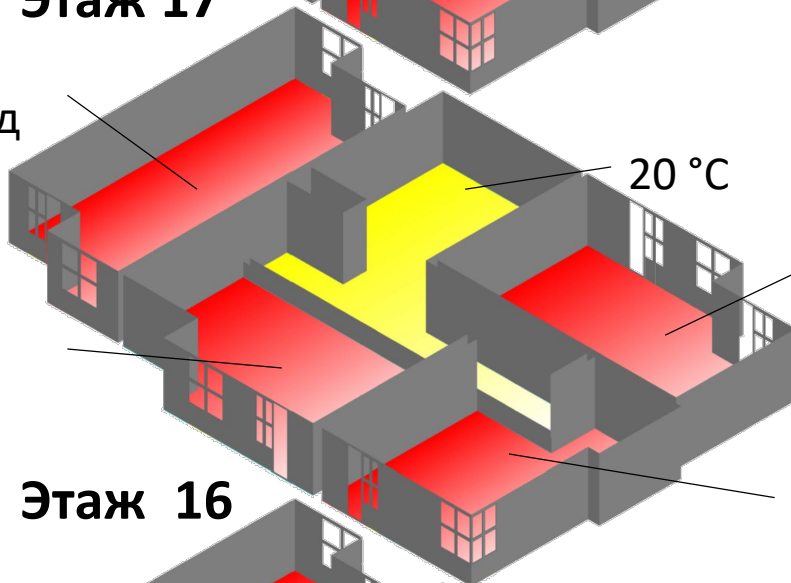


3 %
+0 р./год
17,4 °С

111 %
+283,44 р./год
21,8 °С

111 %
+272,75 р./год
22,4 °С

111 %
+90,12 р./год
21,7 °С

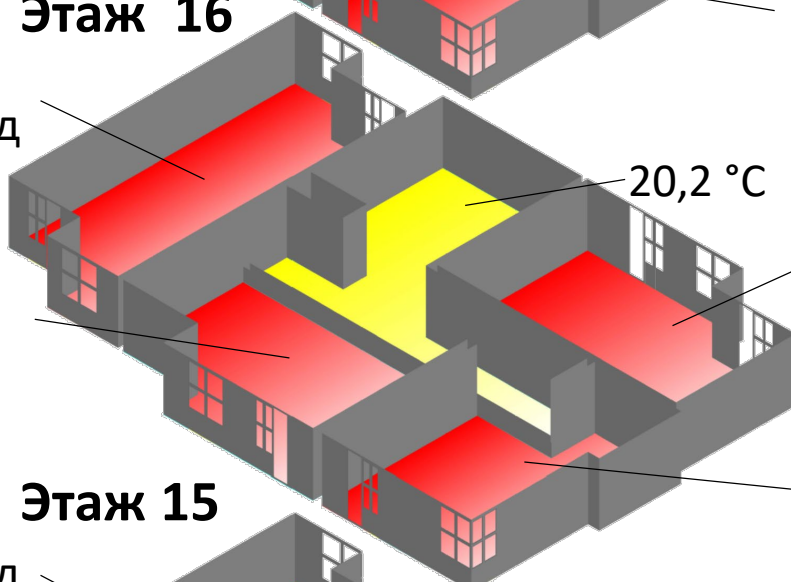


114 %
+1129,12 р./год
20 °С

109 %
+204,36 р./год
22,1 °С

110 %
+192,75 р./год
22,4 °С

1,2 %
+67,83 р./год
21,8 °С

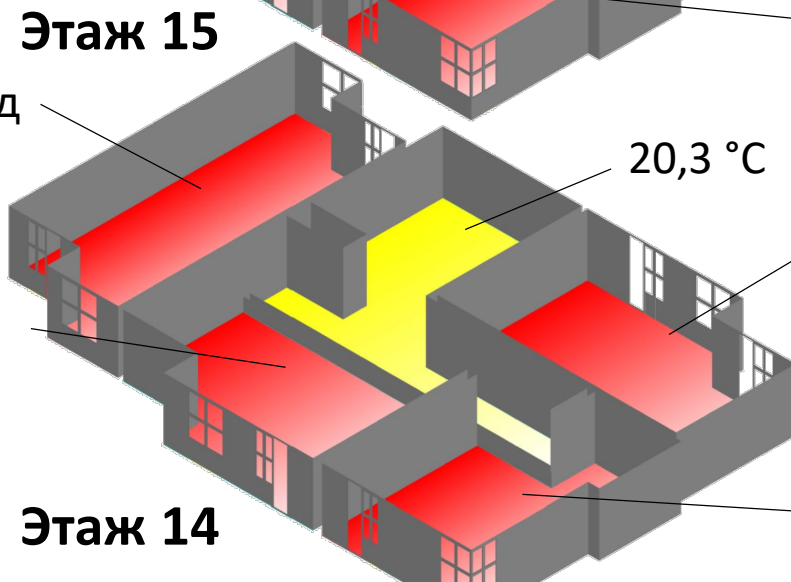


108 %
+566,45 р./год
21 °С

1,7 %
+130,25 р./год
22,4 °С

109 %
+134,65 р./год
22,4 °С

110 %
+48,19 р./год
21,8 °С



104 %
+228,47 р./год
21,4 °С

107 %
+78,08 р./год
22,5 °С

Приложение 5.

Эффект от участия жителей в процессе регулирования и энергосбережения

Ниже на рис. 5.1 представлены данные об удельном теплоснабжении квартир в течение отопительного сезона, которые иллюстрируют экономию тепла по зданию при установке приборов индивидуального учета.

До 2009 года на рассматриваемом объекте (расположенном по адресу ул. Обручева, 59) оплата коммунальных услуг по статье отопления осуществлялась по нормативу. Удельное теплоснабжение жильцов оценивалось в 0,190 Гкал/м².

В 2009 году были установлены терморегуляторы и распределители. Данные приборов показали, что в 2009 г. среднее теплоснабжение по дому в 2009 году составило 0,145 Гкал/м², т.е. 24% годовых платежей было сэкономлено по сравнению с оплатой по нормативу. В 2010 г. среднее теплоснабжение по дому составило 0,09 Гкал/м², что равносильно экономии 38% платежей по сравнению с предшествующим годом или 53 % экономии средств по сравнению с потреблением до 2009 г. (до установки приборов индивидуального учета). Наиболее мотивированные жители сэкономили до 60% платежей по сравнению с периодом до 2009 года.

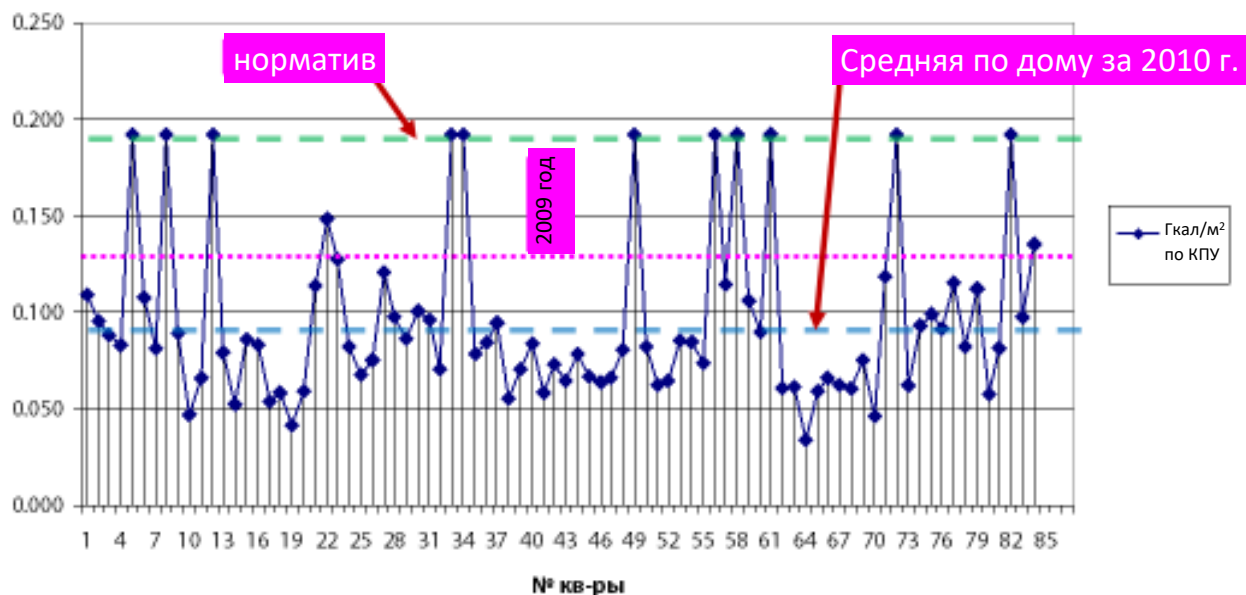


Рис. 5.1. Удельное потребление тепла квартир за 2010 г. по сравнению с нормативом и со средним за 2009 г. для объекта, расположенного по адресу ул. Обручева, 59.

При этом российская и европейская практика показывает, что максимальная экономия достигается на 2-3 год после установки ИПУ, когда жители привыкают к системе и начинают ощущать эффект по снижению платежей.