www.passiv-rus.ru

ИПД
Институт пассивного дома



«Примеры моделирования наружной оболочки энергоэффективных зданий с учетом тепловых мостов. Практическое применение программ HEAT2 и HEAT3»

Методики расчета

ИПД
Институт пассивного дома

Российские нормы

СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий

- Термины и определения
- Граничные условия
- Расчет приведенного сопротивления теплопередаче

СП Правила расчета приведенного сопротивления теплопередаче

- Термины и определения
- Расчет приведенного сопротивления теплопередаче
- Таблицы расчетных значений

Отсутствует понятие геометрических тепловых мостов и их учета

Отсутствует методика расчета тепловых мостов для конструкций контактирующих с грунтом и не отапливаемыми помещениями

Расчет тепловых мостов выполняется по внутренним размерам

ИПД
Институт пассивного дома

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче

$$R_o^{np} = \frac{1}{\frac{1}{R_o^{усл}} + \sum l_j \Psi_j + \sum n_k \chi_k} = \frac{1}{\sum a_i U_i + \sum l_j \Psi_j + \sum n_k \chi_k}$$

$$\chi_k = \frac{\Delta Q_k^K}{t_в - t_н} \qquad \Psi_j = \frac{\Delta Q_j^L}{t_в - t_н}$$

Учет всех тепловых мостов, включая оконные примыкания в приведенном сопротивлении теплопередаче стен

l_j – протяженность линейной неоднородности *j*-го вида, приходящаяся на 1 м² фрагмента теплозащитной оболочки здания, или выделенной ограждающей конструкции, м/м²;

Ψ_j – удельные потери теплоты через линейную неоднородность *j*-ого вида, Вт/(м·°С);

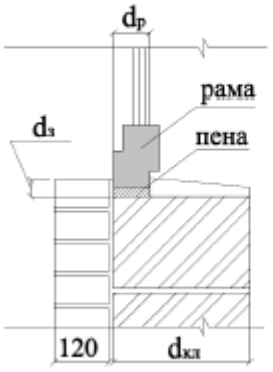
n_k – количество точечных неоднородностей *k*-го вида, приходящихся на 1 м² фрагмента теплозащитной оболочки здания, или выделенной ограждающей конструкции, шт/м²;

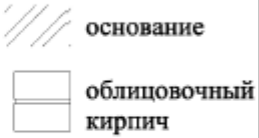
χ_k – удельные потери теплоты через точечную неоднородность *k*-го вида, Вт/°С;

ИПД
Институт пассивного дома

Таблицы расчетных значений

Удельные потери теплоты Ψ, Вт/(м°С), для узла примыкания оконного к стене. Кладка из блоков легкого, особо легкого бетона, или крупноформатных камней с облицовкой кирпичом. Рама 60 мм.



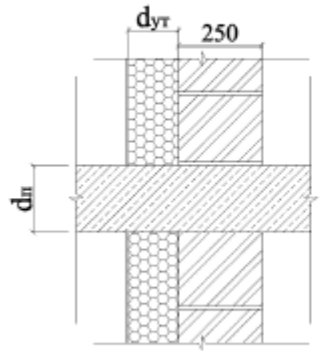


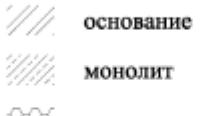
	$\lambda_{кл}$=0,1	$\lambda_{кл}$=0,18	$\lambda_{кл}$=0,32
$d_э$=0 мм			
$d_{кл}$=200	0,017	0,040	0,071
$d_{кл}$=300	0,038	0,067	0,106
$d_{кл}$=500	0,063	0,110	0,169
$d_э$=60 мм			
$d_{кл}$=200	0,008		
$d_{кл}$=300	0,029		
$d_{кл}$=500	0,056		

Различные характеристики оконных конструкций и вариантов их примыканий ограниченны и упрощены

Многообразие строительных материалов и узловых решений упрощено

Удельные потери теплоты Ψ, Вт/(м°С), для узла примыкания балконной плиты к стене. Стена с наружным утеплением и тонкой облицовкой. Без перфорации.





	λ_o=0,2	λ_o=0,6	λ_o=1,8
$d_п$=160 мм			
$R_{ут}$=1,5	0,583	0,660	0,838
$R_{ут}$=3,0	0,550	0,638	0,781
$R_{ут}$=6,0	0,472	0,536	0,626
$d_п$=210 мм			
$R_{ут}$=1,5	0,704	0,777	0,958
$R_{ут}$=3,0	0,669	0,758	0,915
$R_{ут}$=6,0	0,580	0,650	0,751

ИПД
Институт пассивного дома

Расчет удельной теплозащитной характеристики здания

$$k_{об} = \frac{1}{V_{от}} \sum_i \left(n_{t,i} \frac{A_{ф,i}}{R_{o,i}^{пр}} \right) = K_{комп} \cdot K_{общ}$$

$R_{o,i}^{пр}$ - приведенное сопротивление теплопередаче *i*-го фрагмента теплозащитной оболочки здания, м^2 ^{o}С/Вт

ИЛИ

$$k_{об} = \frac{1}{V_{от}} \left[\sum \left(n_{t,i} \frac{A_{ф,i}}{R_{o,i}^{усл}} \right) + \sum n_{t,j} \mathrm{L}_j \Psi_j + \sum n_{t,k} N_k \chi_k \right]$$

$R_{o,i}^{пр}$, Ψ_j, χ_k – рассчитываются по **Приложению Е СП 50.13330.2012**

Методики расчета

ИПД
Институт пассивного дома

Европейские нормы

EN ISO 10211

- Термины и определения
- Граничные условия
- 2D/3D моделирование
- Примеры

EN ISO 14683

- Термины и определения
- Учет влияния тепловых мостов
- Каталог тепловых мостов
- Примеры

Beiblatt 2 zu DIN 4108

- Термины и определения
- Граничные условия (для германии)
- Каталог тепловых мостов
- Примеры

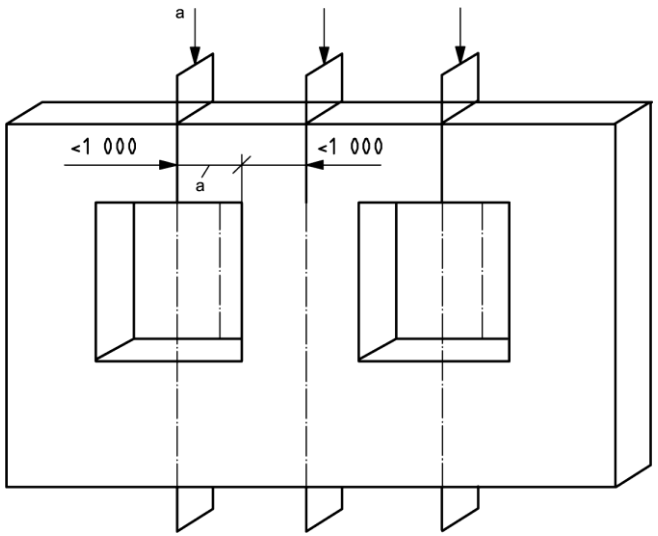
Отсутствует понятие приведенного сопротивления теплопередаче

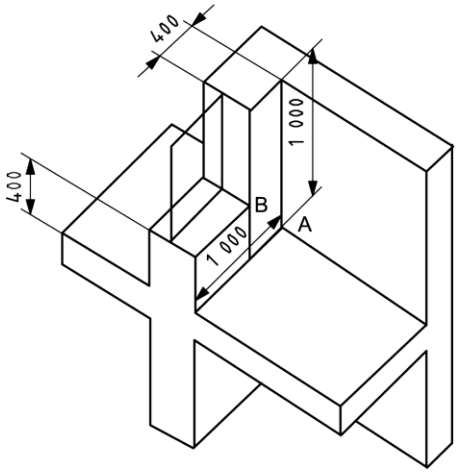
Теплопотери от тепловых мостов учитываются отдельно

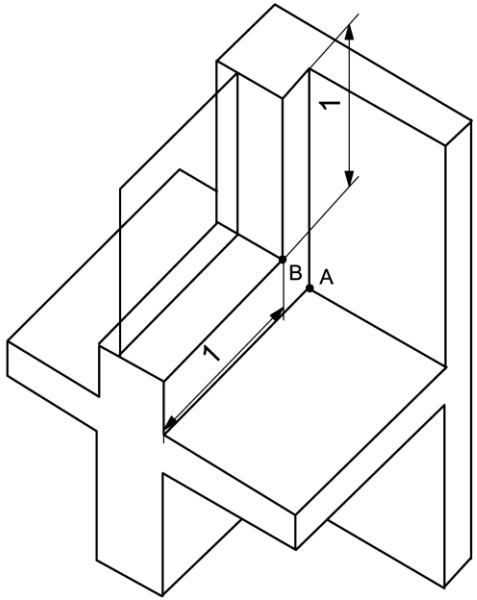
Расчет тепловых мостов выполняется по наружным размерам

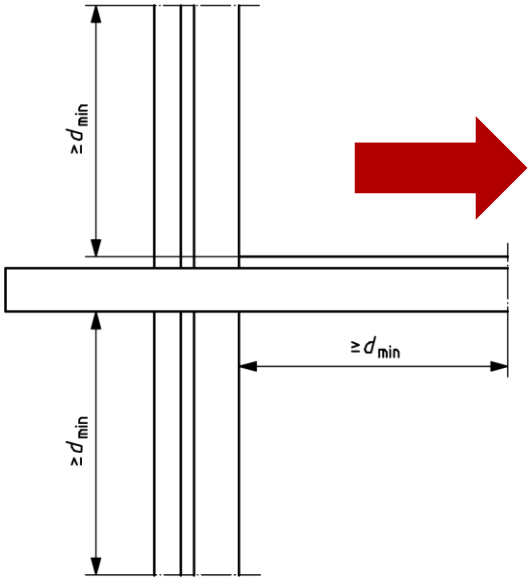
EN ISO 10211
Моделирование

Институт пассивного дома

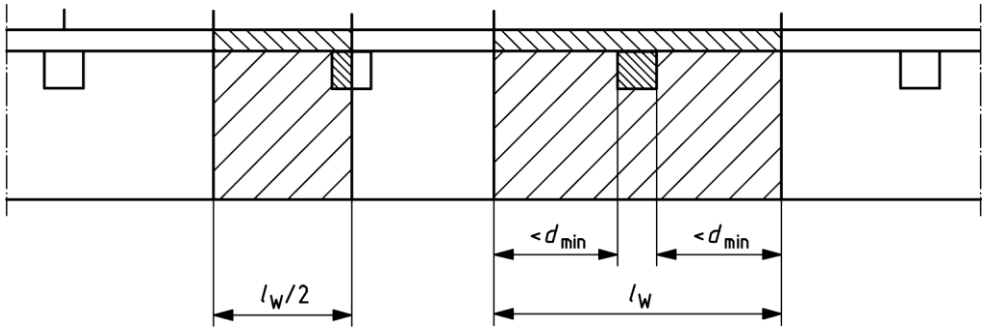




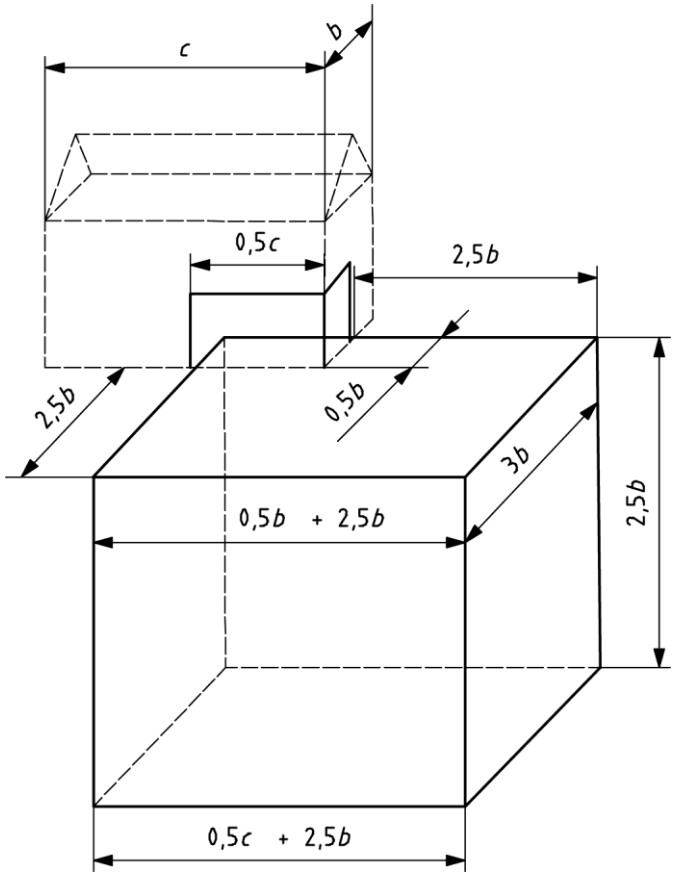


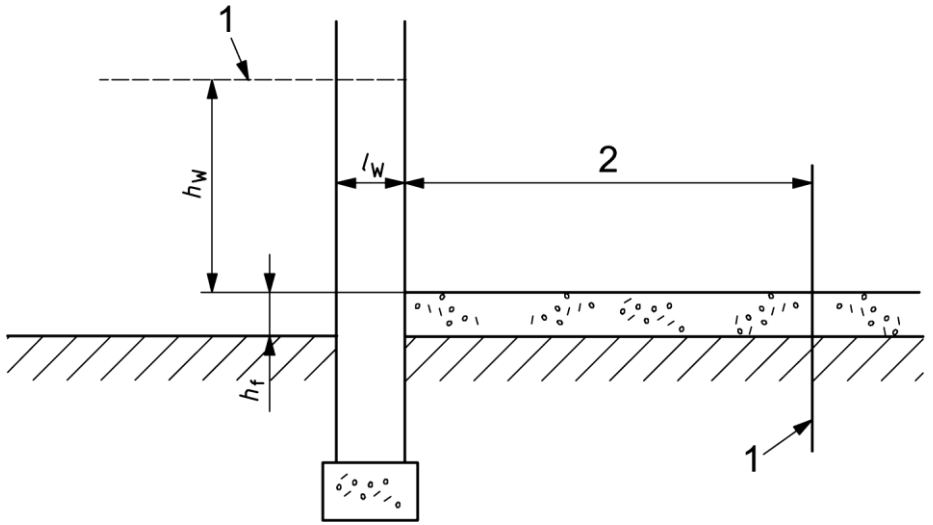


Расстояние не менее 1 метра от центрального элемента



Институт пассивного дома





Расстояние не менее 4-х метров от центрального элемента

ИПД
Институт пассивного дома

Удельные трансмиссионные теплопотери

$$H_T = H_D + H_g + H_U$$

H_D – дополнительные удельные трансмиссионные теплопотери через оболочку здания
H_g – дополнительные удельные трансмиссионные теплопотери через ограждающие конструкции, контактирующие с грунтом, рассчитанные в соответствии с **ISO 13370**
H_U – дополнительные удельные трансмиссионные теплопотери через неотапливаемые пространства, рассчитанные в соответствии с **ISO 13789**

ИПД
Институт пассивного дома

Удельные теплопотери через оболочку здания

$$H_D = \sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \Psi_k + \sum_j \chi_j$$

A_i – площадь i-го элемента ограждающих конструкций, м^2
U_i – коэффициент теплопередачи i-го элемента ограждающих конструкций здания, Вт/(м^2·°С)
l_k – длина линейного теплового моста, м
Ψ_k – линейный коэффициент теплопередачи k-го линейного теплового моста, Вт/(м·°С)
χ_j – точечный коэффициент теплопередачи j-го точечного теплового моста, Вт/°С

ИПД
Институт пассивного дома

Удельные трансмиссионные теплопотери

$$H_T = \sum U_i \cdot A_i \cdot F_{xi} + H_{WB} + \Delta H_{T,FH}$$

A_i – площадь i-го элемента ограждающих конструкций, м^2

U_i – коэффициент теплопередачи i-го элемента ограждающих конструкций здания, Вт/(м^2·°C)

F_{xi} – температурный коэффициент, учитывающий положение ограждающей конструкции

H_{WB} – дополнительные удельные трансмиссионные теплопотери от тепловых мостов , которые должны быть учтены в соответствии с **DIN 4108**

$\Delta H_{T,FH}$ – дополнительные удельные трансмисионные теплопотери через конструкции с интегрированными нагревательными поверхностями (полы, перекрытия и вертикальные строительные конструкции)

Институт пассивного дома

Дополнительные удельные трансмиссионные теплопотери от тепловых мостов

$$H_{\mathrm{WB}} = \Delta U_{WB} \cdot \mathrm{A}$$

→ **Для случаев a) и c)**

$$H_{\mathrm{WB}} = \sum l \cdot \Psi e$$

→ **Для случая d)**

a) ΔU_{WB} = 0,10 Вт/(м²·°C) – для всех новых зданий

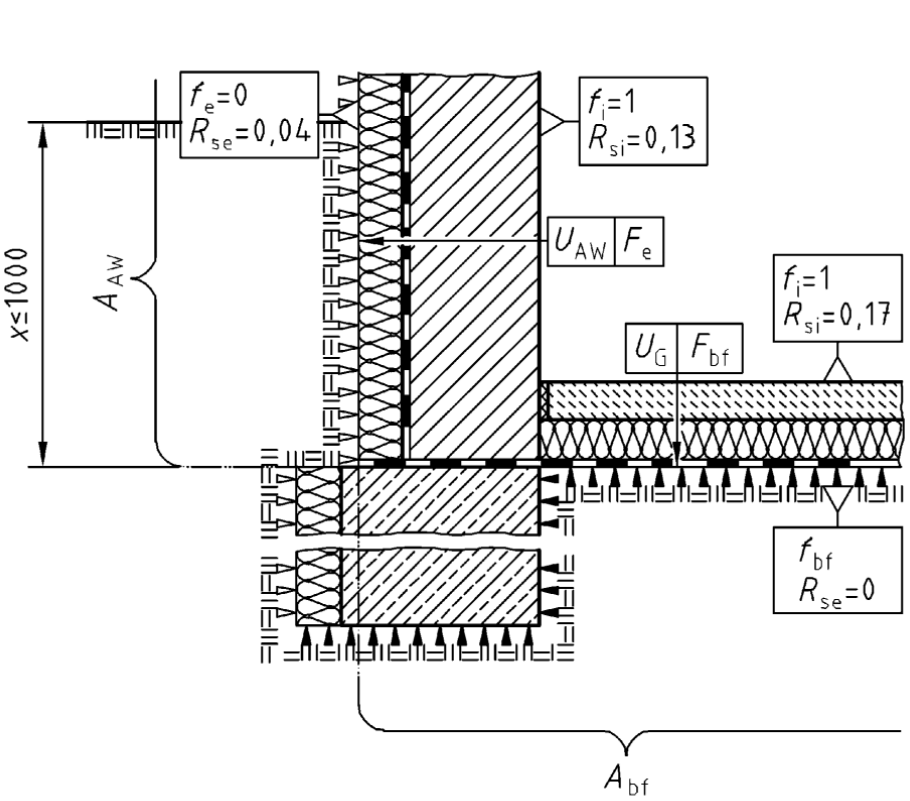
b) ΔU_{WB} = 0,05 Вт/(м²·°C) - для проработанных узловых решений в соответствии с **DIN 4108 Beiblatt 2**

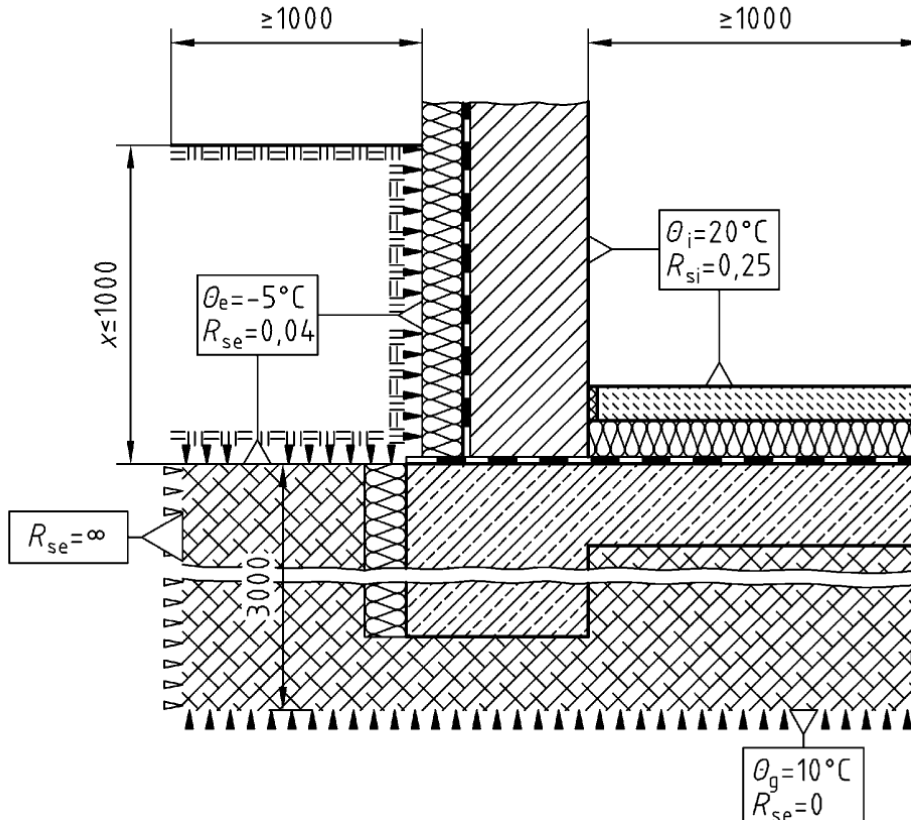
c) ΔU_{WB} = 0,15 Вт/(м²·°C) – для всех зданий с внутренней теплоизоляцией

d) для более точного определения, в соответствии с **DIN V 4108-6**, в сочетании с другими нормами

Beiblatt 2 zu DIN 4108
Граничные условия

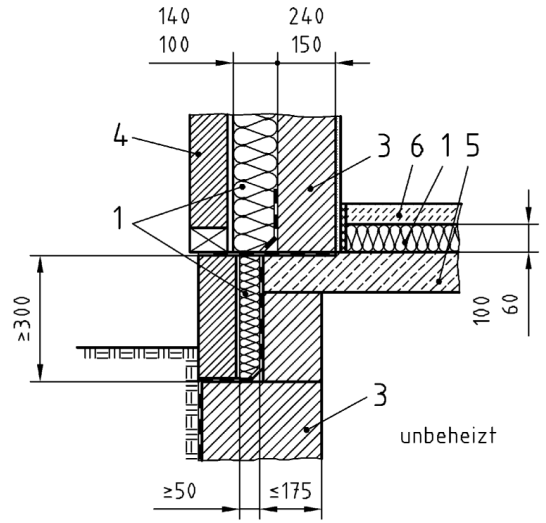
Институт пассивного дома





Правила выбора граничных условий

ИПД
Институт пассивного дома

Bild	Ausführungsart	Darstellung für den Nachweis der Gleichwertigkeit nach 3.5, a) und b) (Maße in Millimeter)	Bemerkungen	Referenzwert für ψ für den Nachweis der Gleichwertigkeit nach 3.5, c) und d)
Kellerdecke				
35	**kerngedämmtes Mauerwerk –** **unbeheizter Keller – innengedämmt**		Gilt analog auch dann, wenn eine wärmetechnisch verbesserte Kimmschicht (Kimmstein, Dämmstoff) (Wärmeleitfähigkeit geringer als die der Wand, höchstens jedoch 0,33 W/(m · K)) in der ersten Steinschicht auf der Kellerdecke angeordnet wird und die Wärmedämmschicht der Außenwand in derselben Dicke bis zur Unterkante der Kimmschicht fortgeführt wird, auch dann wenn auf die weitere Fortführung der Wärmedämmschicht in das Kellermauerwerk verzichtet wird.	≤ 0,20 W/(m · K)

Правила конструирования узловых решений

ИПД
Институт пассивного дома

Расчетная методика для энергоэффективных и пассивных домов

Для пассивных домов граничное условие для тепловых мостов

$$\Psi \leq 0{,}01\,\text{Вт}/(\text{м}\cdot°\text{C})$$



Учет тепловых мостов в энергобалансе

ИПД
Институт пассивного дома

PHPP позволяет учитывать все типы тепловых мостов

Ввод тепловых мостов

N тепл. моста	Тепловые мосты Описание соединения или слабого участка	N групп-пы	Соответствие группе	Кол-во	Собств. определе-ние длины [м]	-	Вычет длины, спец. вычис-ления [м]	)=	Длина ℓ [м]	Ввод линейного коэфф-та теплопередачи Вт/(м°С)	Ψ Вт/(м°С)
1	Узел примыкания наружной	16	Тепловые мосты – по краям фу	1	27,13	-		) =	27,13	Узел примыкания наружной сте	-0,044
2	Узел примыкания внутренне	17	Тепл. мосты фунд. плиты/пола	1	37,22	-		) =	37,22	Узел примыкания внутренней с	0,807
3	Узел примыкания внутренн	17	Тепл. мосты фунд. плиты/пола	1	1,40	-		) =	1,40	Узел примыкания внутренней	1,251
4	Узел примыкания наружной	16	Тепловые мосты – по краям фу	1	2,52	-		) =	2,52	Узел примыкания наружной сте	-0,195
5	Узел примыкания наружной	16	Тепловые мосты – по краям фу	1	12,35	-		) =	12,35	Узел примыкания наружной сте	-0,037
6	Узел примыкания наружной	15	Тепл. мосты – наруж. воздух	1	14,83	-		) =	14,83	Узел примыкания наружной сте	0,028
7	Узел примыкания наружной	15	Тепл. мосты – наруж. воздух	1	11,00	-		) =	11,00	Узел примыкания наружной сте	0,021
8	Узел примыкания наружной	15	Тепл. мосты – наруж. воздух	1	5,26	-		) =	5,26	Узел примыкания наружной сте	0,033
9	Узел примыкания наружной	15	Тепл. мосты – наруж. воздух	1	5,74	-		) =	5,74	Узел примыкания наружной сте	0,027
10	Узел примыкания наружной	15	Тепл. мосты – наруж. воздух	1	5,17	-		) =	5,17	Узел примыкания наружной сте	0,041
11	Узел примыкания наружной	15	Тепл. мосты – наруж. воздух	1	16,22	-		) =	16,22	Узел примыкания наружной сте	-0,077
12	Узел примыкания наружной	15	Тепл. мосты – наруж. воздух	1	26,36	-		) =	26,36	Узел примыкания наружной сте	-0,071
13	Узел примыкания наружной	15	Тепл. мосты – наруж. воздух	1	36,40	-		) =	36,40	Узел примыкания наружной сте	0,014
14	Внутренний угол	15	Тепл. мосты – наруж. воздух	1	9,94	-		) =	9,94	Внутренний угол	0,035
15						-		) =			
16	Наружный угол	15	Тепл. мосты – наруж. воздух	1	31,64	-		) =	31,64	Наружный угол	-0,051
17	Узел примыкания чердачног	15	Тепл. мосты – наруж. воздух	1	6,79	-		) =	6,79	Узел примыкания чердачного п	0,040
18	Узел примыкания чердачног	15	Тепл. мосты – наруж. воздух	1	20,58	-		) =	20,58	Узел примыкания чердачного п	-0,094
19	Узел примыкания чердачног	15	Тепл. мосты – наруж. воздух	1	12,34	-		) =	12,34	Узел примыкания чердачного п	-0,093
20	Узел примыкания наружной	15	Тепл. мосты – наруж. воздух	1	12,71	-		) =	12,71	Узел примыкания наружной сте	-0,070
21	Узел примыкания чердачног	15	Тепл. мосты – наруж. воздух	1	3,60	-		) =	3,60	Узел примыкания чердачного п	0,035
22						-		) =			

Институт пассивного дома

Средство для пересчета тепловых мостов к наружным размерам

Средство для пересчета лин. тепл. мостов (с внутр. к наруж. размерам)						
Обозначение		Ед. изм.	Пример			
	Ψ с привяз. к внут. размер.	Вт/(м°С)	0,027			
	Разность темп-р ТМ	°С	30			
Примыкающая поверхность I	Разность темп-р Δϑ I	°С	30			
	Нар. размер - внут. размер I	м	0,40			
	Коэф-т U стр. эл-та I	Вт/(м²°С)	0,138			
Примыкающая поверхность II	Разность темп-р Δϑ II	°С	30			
	Нар. размер - внут. размер II	м	0,30			
	Коэф-т U стр. эл-та II	Вт/(м²°С)	0,110			
	Ψ привязка к нар. размеру	Вт/(м°С)	-0,061			

Институт пассивного дома

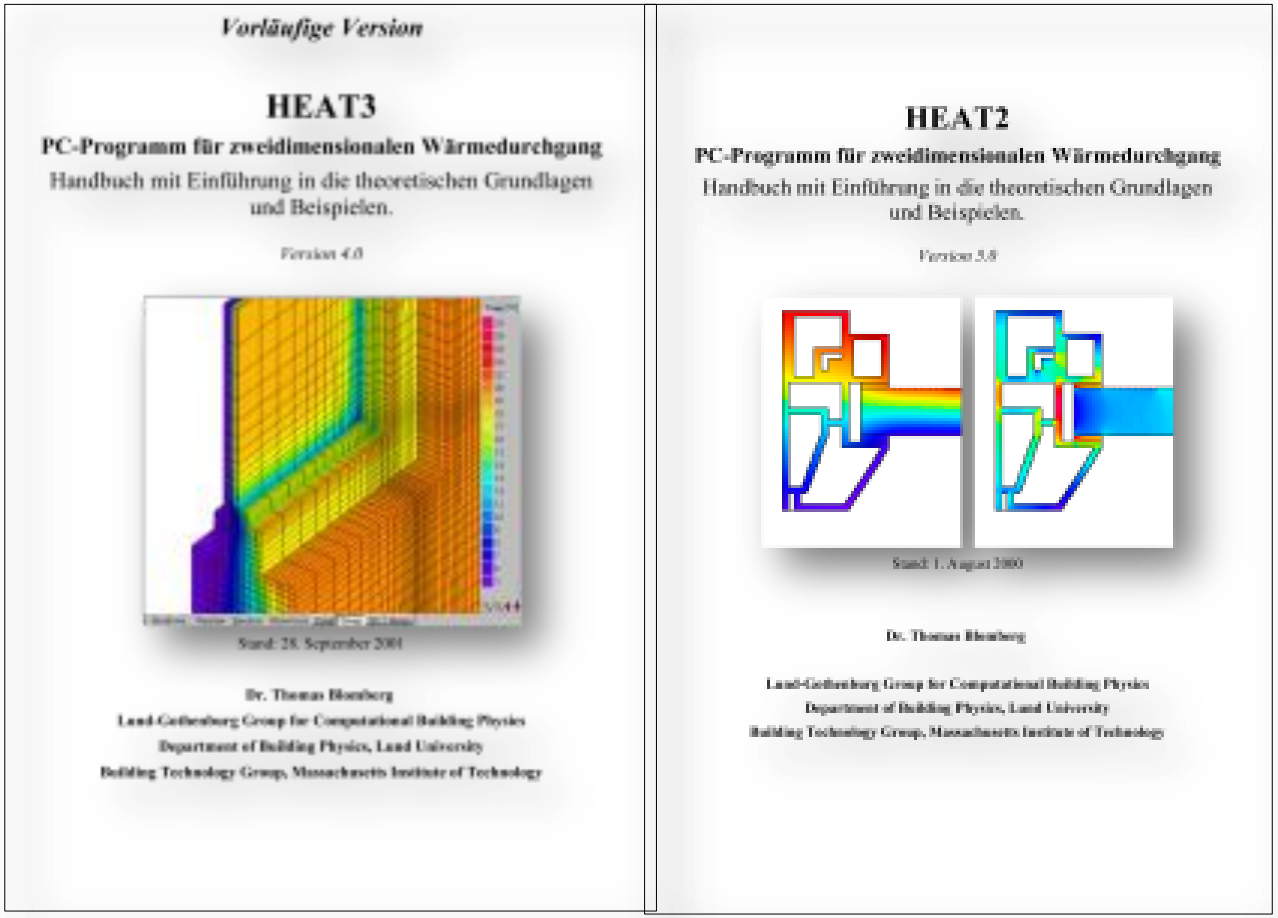
Учет влияния тепловых мостов в энергобалансе здания

	Строит. конструкции	Температурная зона	Площадь м²		Коэф-т U Вт/(м²°C)		Пониж. коэф. f_t		G_t к°Сч/год	=	кВтч/год
1.	Наруж. стена - наруж. воздух	A	196,3	*	0,208	*	1,00	*	118,4	=	4838
2.	Наруж. стена - грунт	B		*		*	0,45	*		=	
3.	Крыша/перекрытие - наруж. воз	A	112,3	*	0,216	*	1,00	*	118,4	=	2878
4.	Фундаментная плита/пол	B	101,4	*	0,203	*	0,45	*	118,4	=	1089
5.		A		*		*	1,00	*		=	
6.		A		*		*	1,00	*		=	
7.		X		*		*	0,75	*		=	
8.	Окна	A	35,2	*	2,088	*	1,00	*	118,4	=	8697
9.	Наружная дверь	A	0,8	*	1,103	*	1,00	*	118,4	=	99
10.	Тепл. мосты - наруж. возд. (д	A	246,2	*	-0,020	*	1,00	*	118,4	=	-583
11.	Тепл. мосты - по краям (длина	P	42,0	*	-0,051	*	0,45	*	118,4	=	-113
12.	Тепл. мосты - грунт (длина/м)	B	38,6	*	0,823	*	0,45	*	118,4	=	1684
		Сумма всех площадей оболочки	445,9								

Трансмиссионные теплопотери Q_T Сумма 18588

Программный комплекс HEAT2 и HEAT3 для расчета тепловых мостов

ИПД
Институт пассивного дома



Vorläufige Version

HEAT3

PC-Programm für zweidimensionalen Wärmedurchgang

Handbuch mit Einführung in die theoretischen Grundlagen und Beispielen.

Version 4.0

Stand: 28. September 2001

Dr. Thomas Blomberg

Lund-Gothenburg Group for Computational Building Physics

Department of Building Physics, Lund University

Building Technology Group, Massachusetts Institute of Technology

HEAT2

PC-Programm für zweidimensionalen Wärmedurchgang

Handbuch mit Einführung in die theoretischen Grundlagen und Beispielen.

Version 5.0

Stand: 1. August 2000

Dr. Thomas Blomberg

Lund-Gothenburg Group for Computational Building Physics

Department of Building Physics, Lund University

Building Technology Group, Massachusetts Institute of Technology

Соответствует требованиям стандартов EN ISO 10211 и EN ISO 10077-2

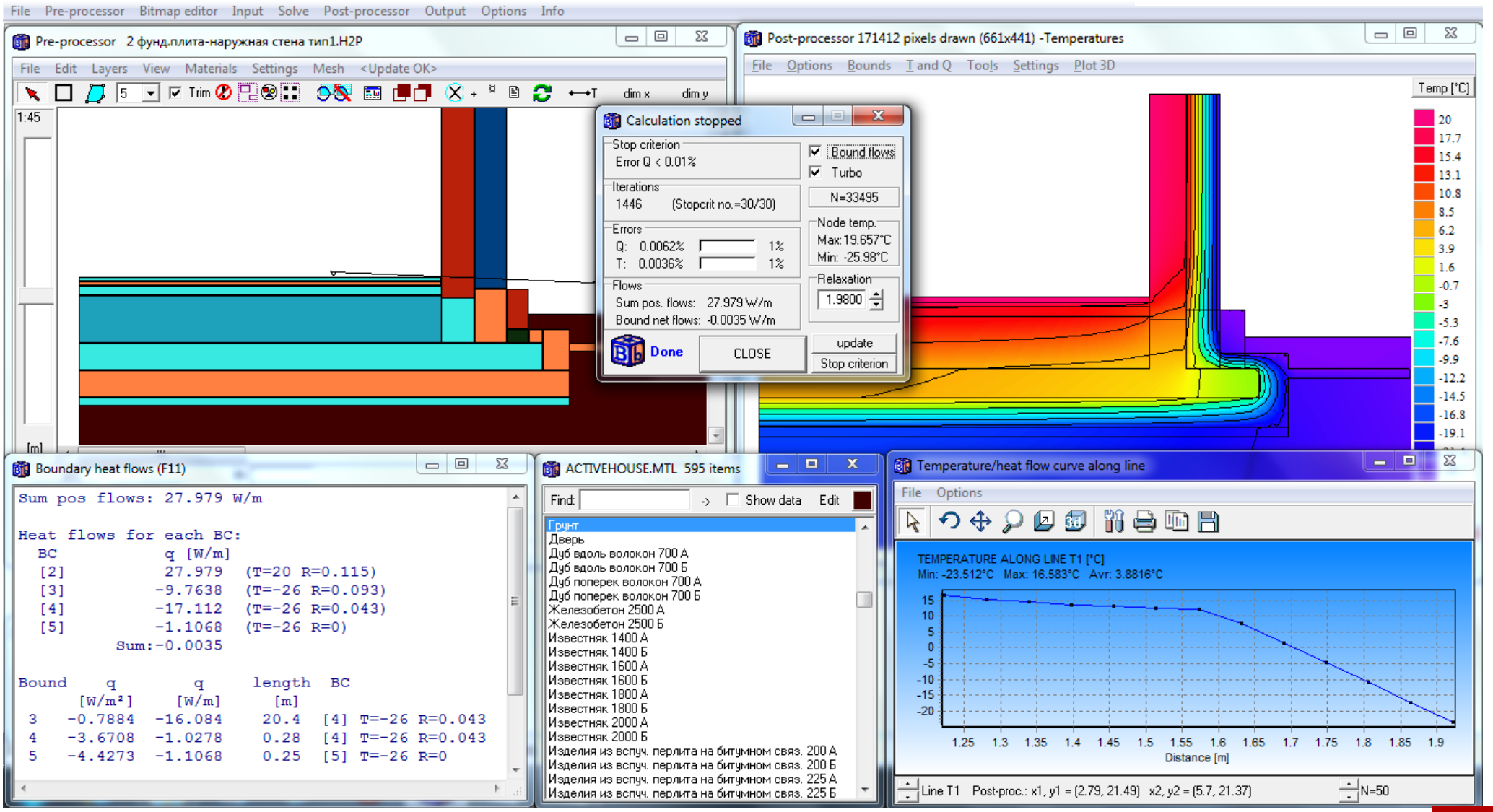
ИПД
Институт пассивного дома

Основные возможности использования:

- Расчет 2D/3D стационарного/нестационарного процесса теплопередачи
- Проведение анализа тепловых мостов, расчет коэффициентов Ψ и χ
- Расчет приведенного сопротивления теплопередачи и коэффициентов теплотехнической однородности ограждающих конструкций
- Анализ распределения температур на поверхностях (санитарно-гигиенические требования) и в толще ограждений
- Расчет теплопотерь через конструкции, контактирующие с грунтом
- Оптимизация крепления теплоизоляции и консольных элементов
- Анализ параметров напольного отопления
- Расчет оконных профилей и оконных примыканий

HEAT2
Пользовательский интерфейс

Институт пассивного дома



ИПД
Институт пассивного дома

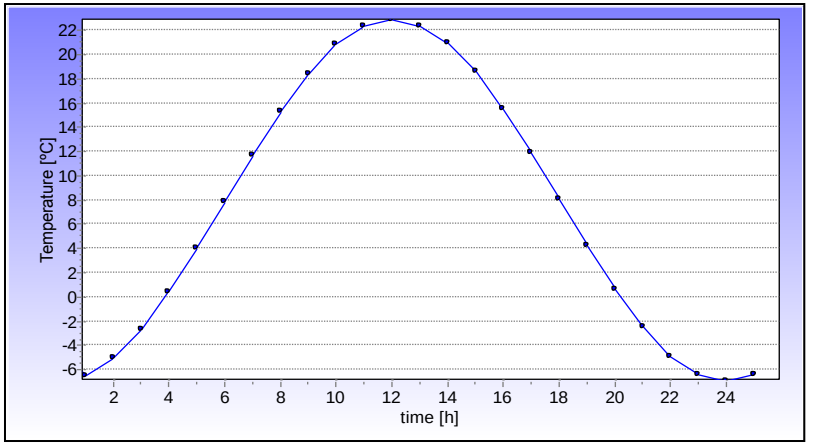
Основные возможности использования:

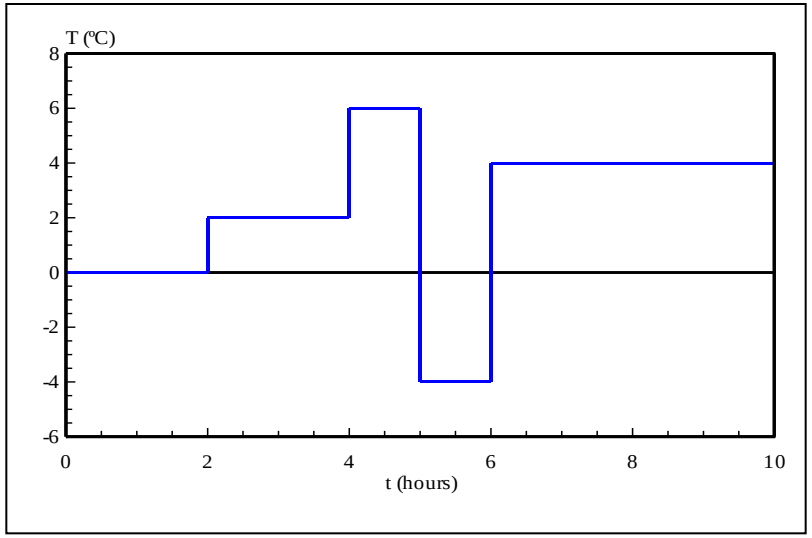
- Расчет стационарного/нестационарного процесса теплопередачи
- Автоматическая генерация расчетной сетки
- Расчет тепловых мостов (EN ISO 10211)
- Простота использования пре-процессора (CAD-стиль рисования)
- Расширенные функции пост-процессора (2D графика, изотермы, тепловой поток)
- Внутренние модификации
  - Внутренние источники тепла
  - Области, содержащие воздух или жидкость
  - Области с заданной температурой
  - Излучение внутри вентилируемых полостей
- Расчет оконных профилей (EN 10077-2)

Институт пассивного дома

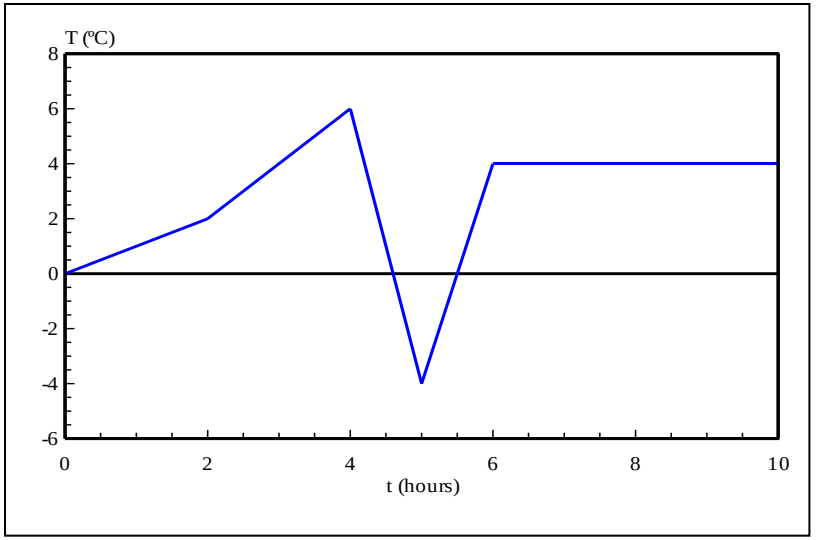
Граничные условия могут меняться во времени:

Синусоидальная



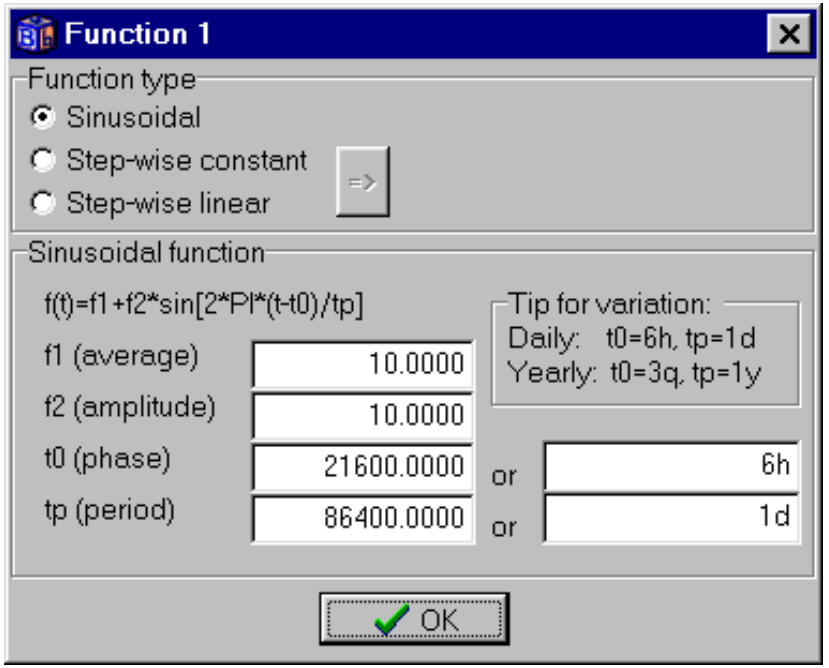


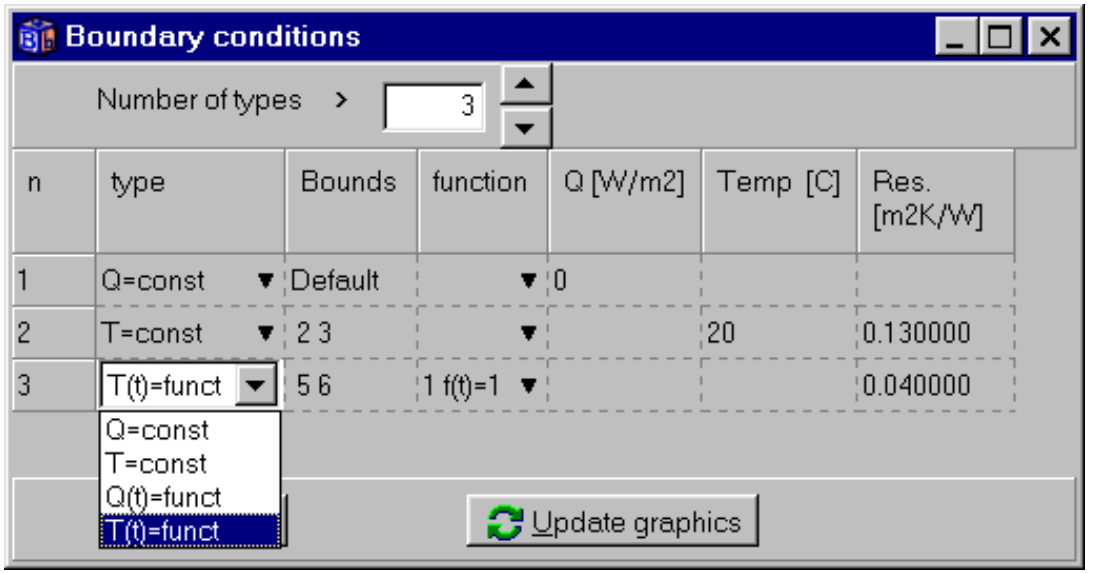
Пошагово-константная

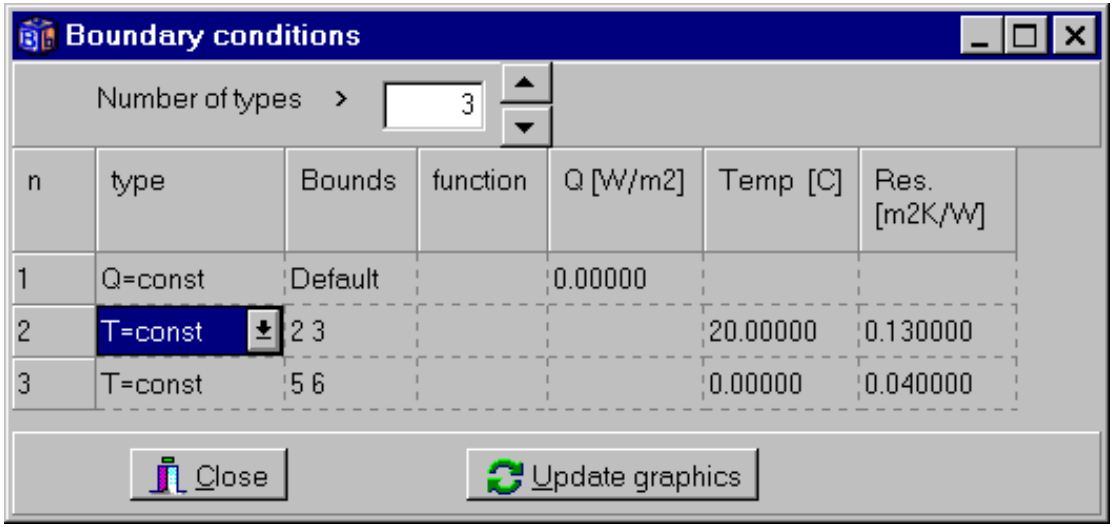


Пошагово-линейная

Институт пассивного дома

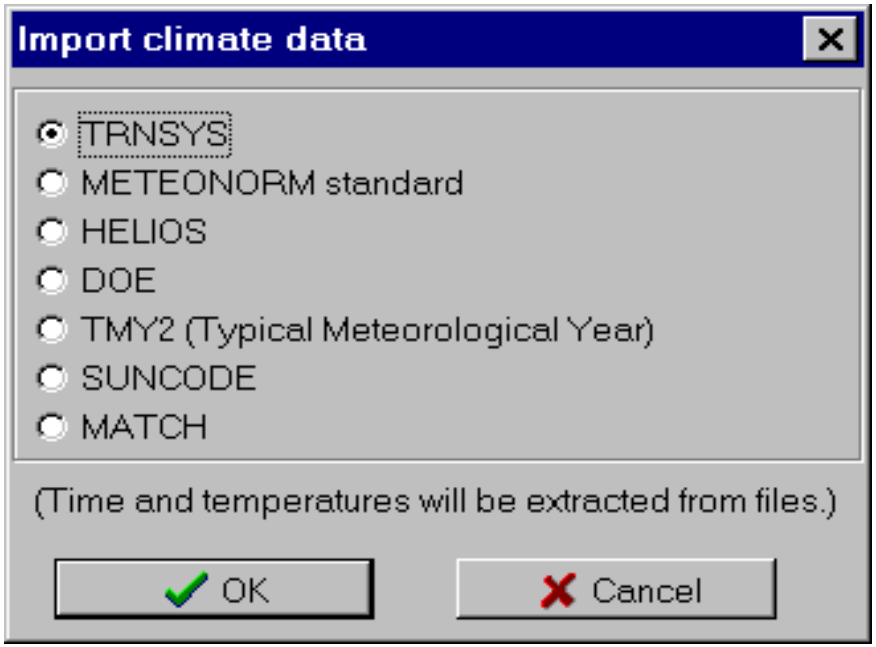




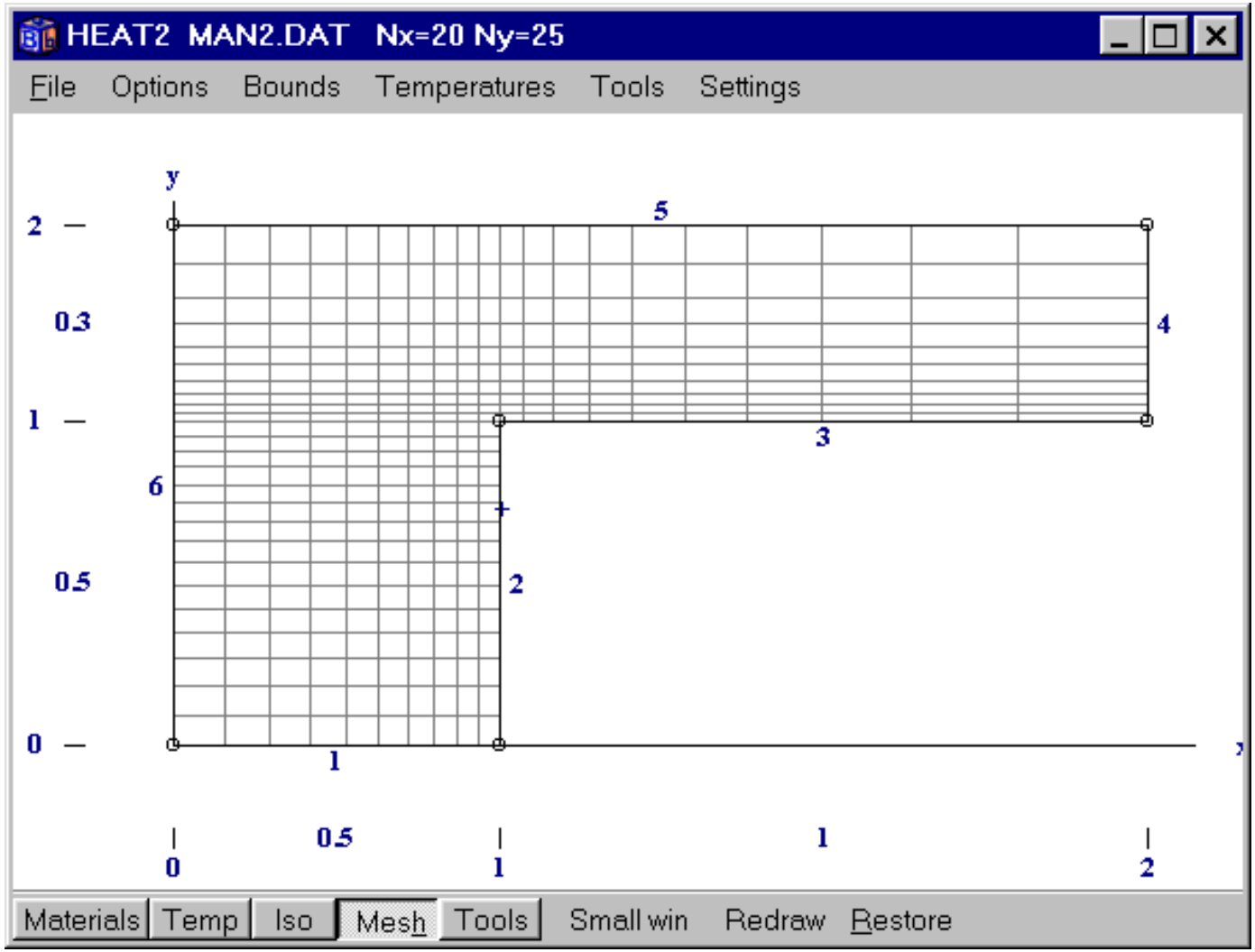


Институт пассивного дома

Климатические данные могут быть импортированы из различных форматов:



Институт пассивного дома



Институт пассивного дома

Свойства материалов могут быть легко изменены или добавлены

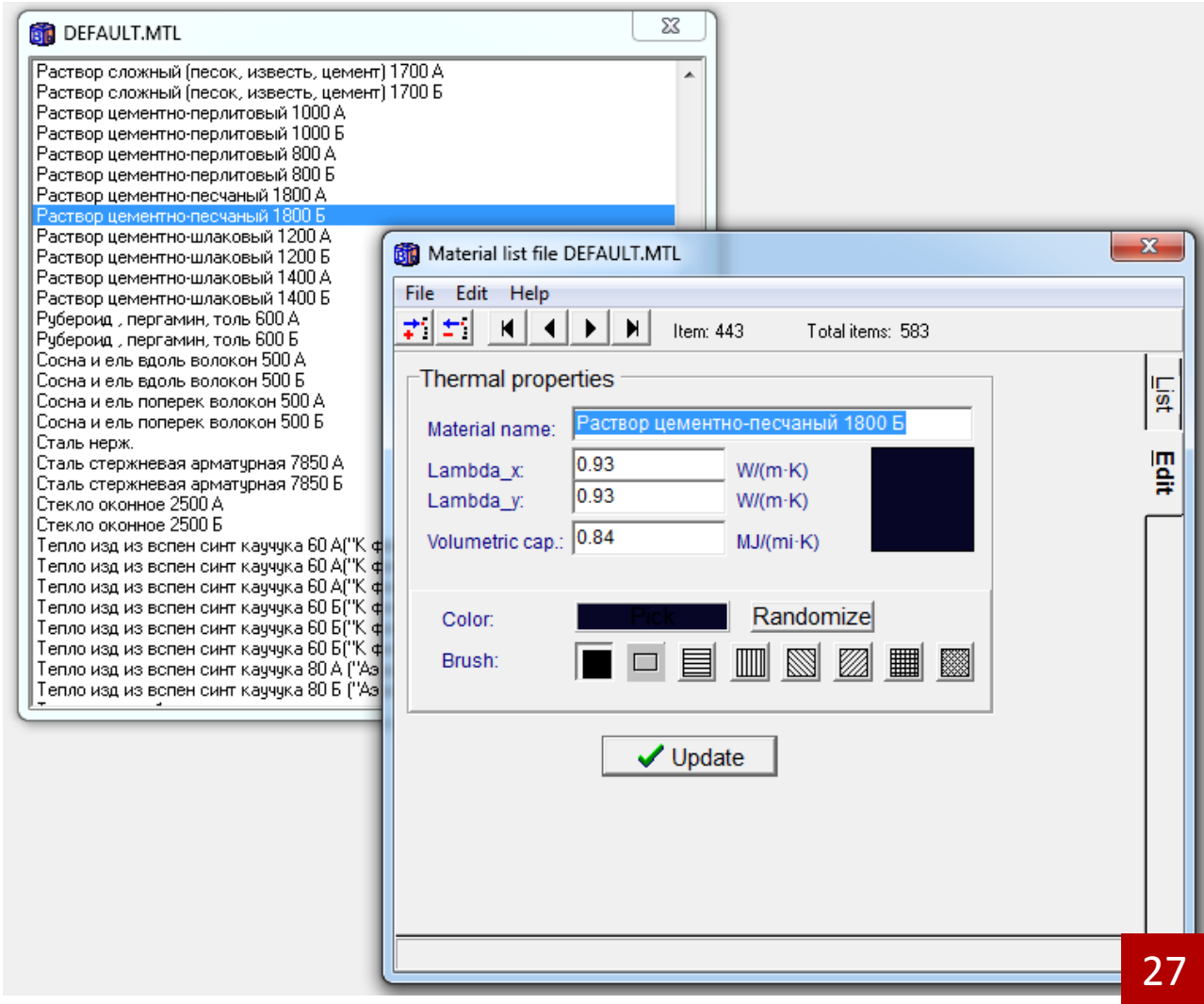
Некоторые доступные списки материалов:

СП 50.13330.2012.mtl: каталог материалов из СП 50.13330.2012

DIN 4108-4.mtl: 1200 материалов из DIN V 4108-4

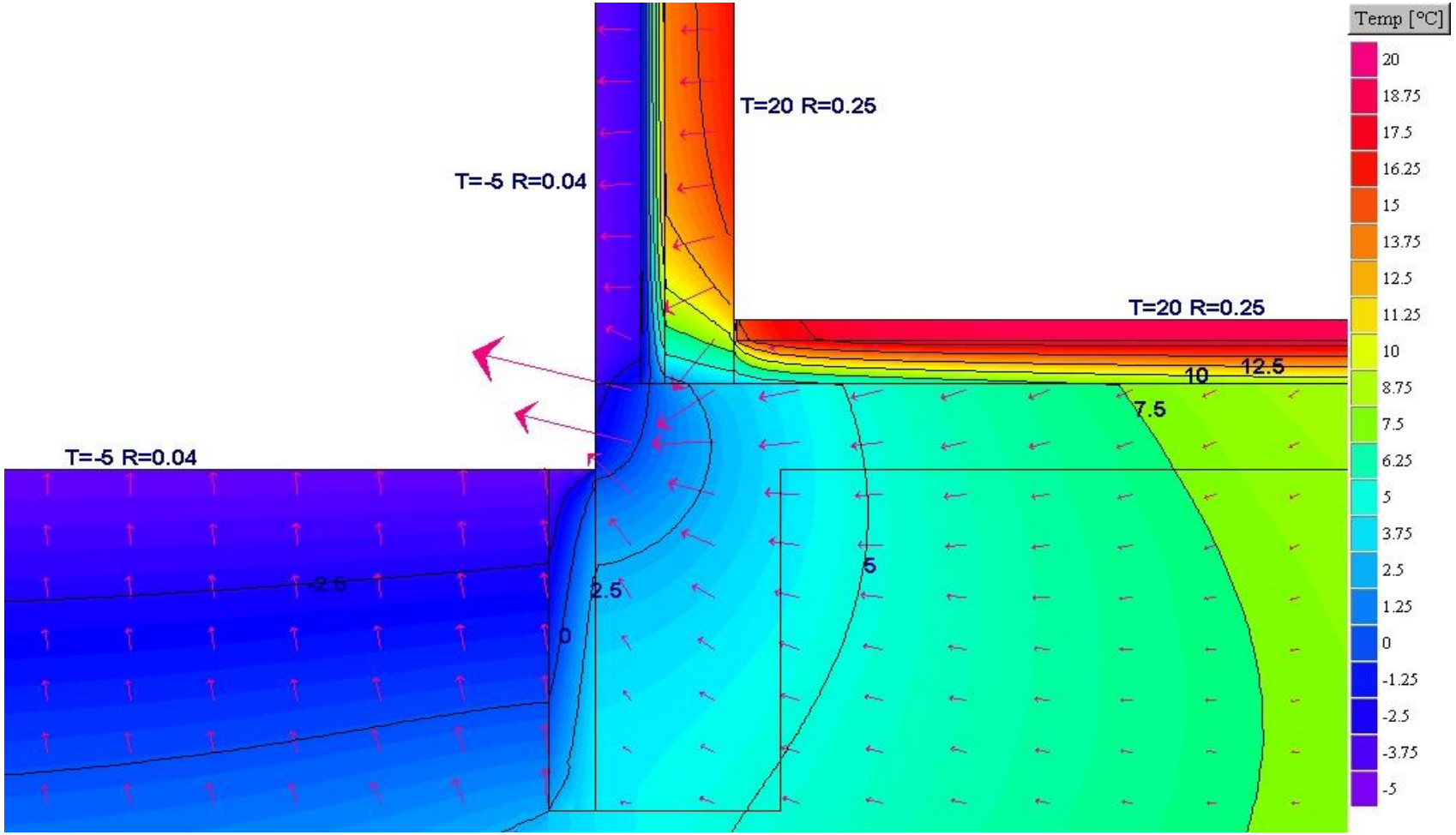
Default.mtl: 200 общих строительных материалов

General.mtl: 1200 общих строительных материалов



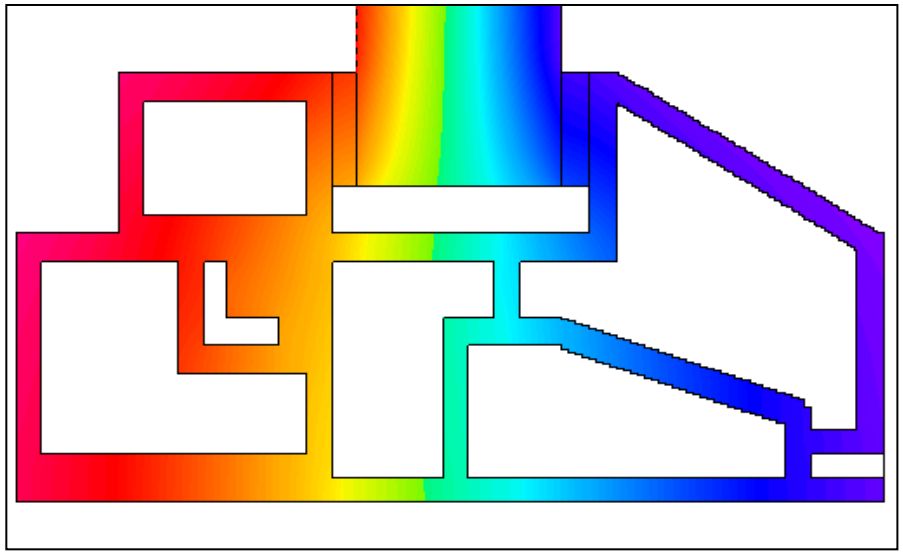
HEAT2 некоторые примеры:
Примыкание к фундаментной плите

Институт пассивного дома

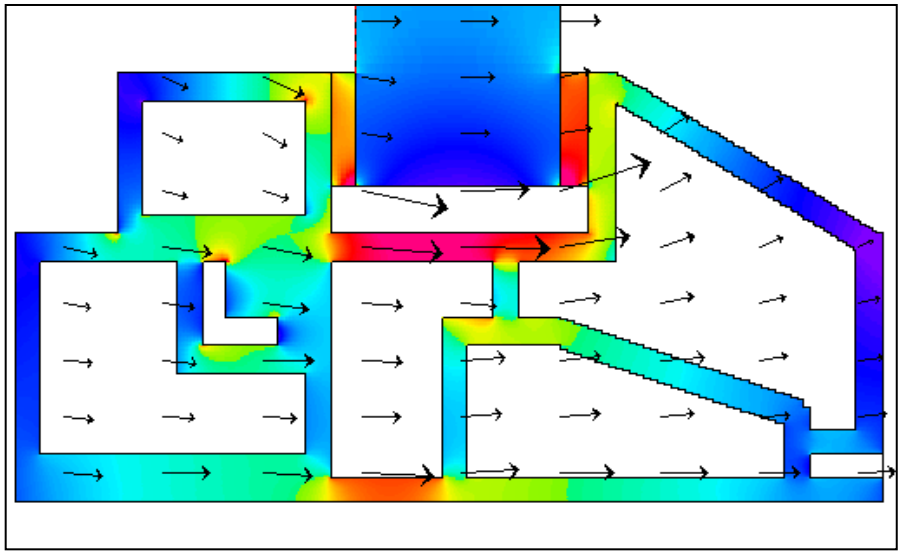


HEAT2 некоторые примеры:
Анализ оконной рамы

Институт пассивного дома



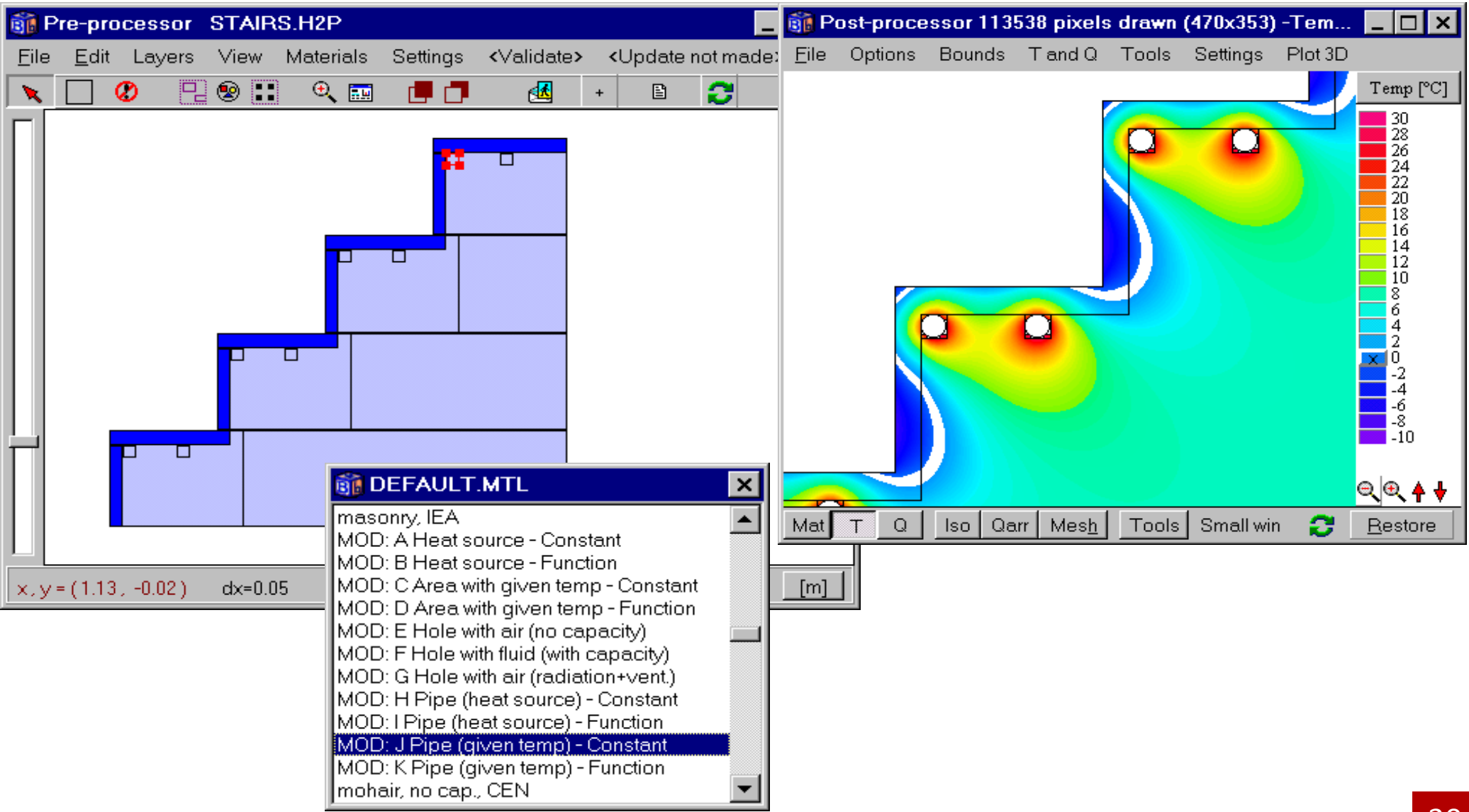
Температуры



Плотность теплового потока

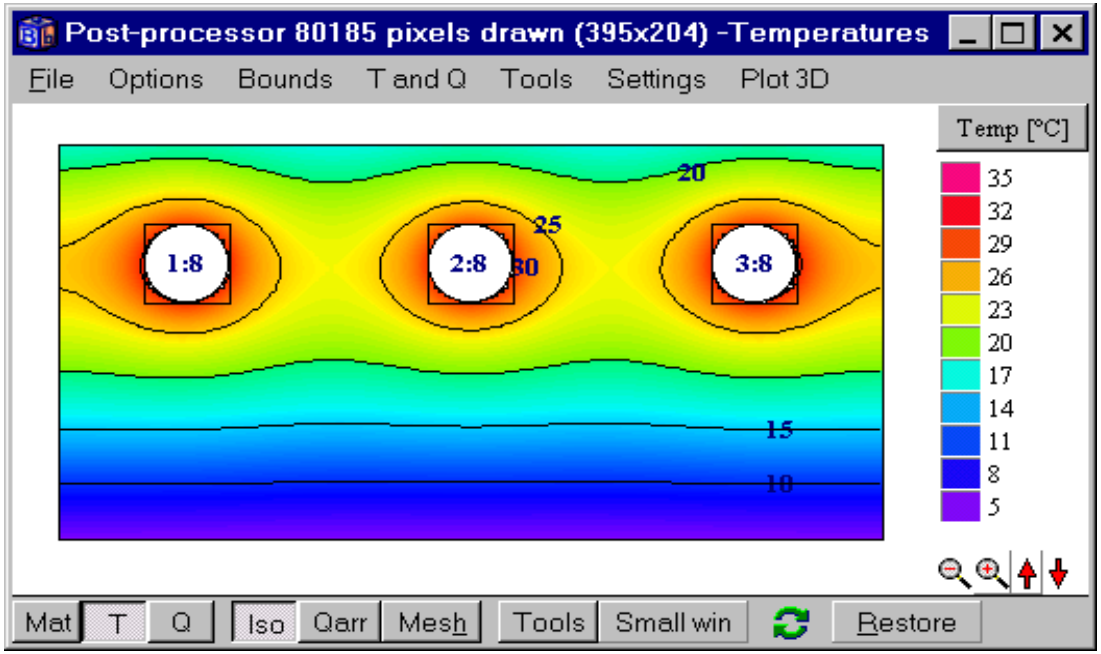
HEAT2 некоторые примеры:
Обогрев лестницы

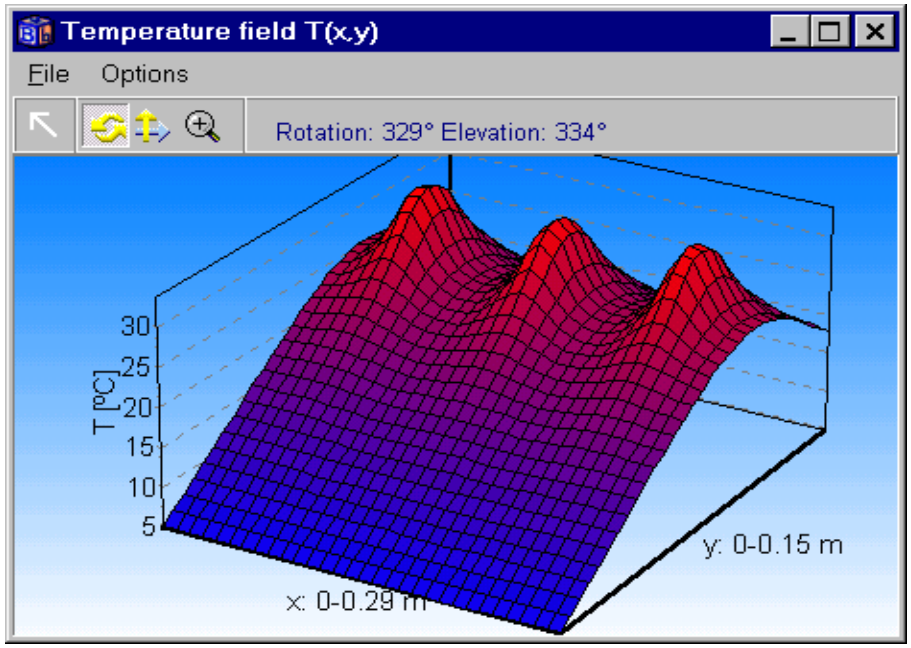
Институт пассивного дома



HEAT2 некоторые примеры:
Анализ теплого пола

Институт пассивного дома

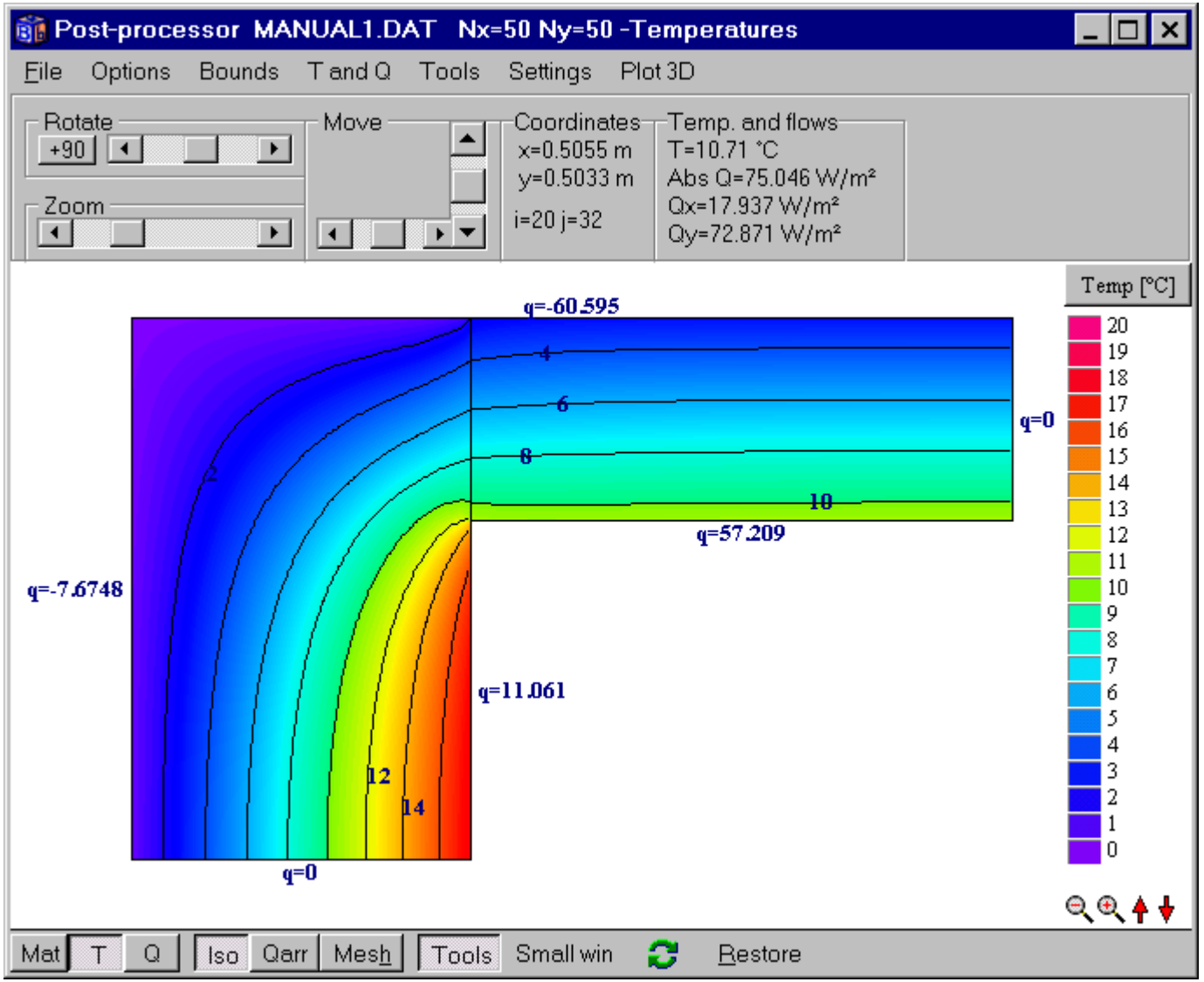




Температуры

HEAT2 некоторые примеры:
Наружный угол

Институт пассивного дома



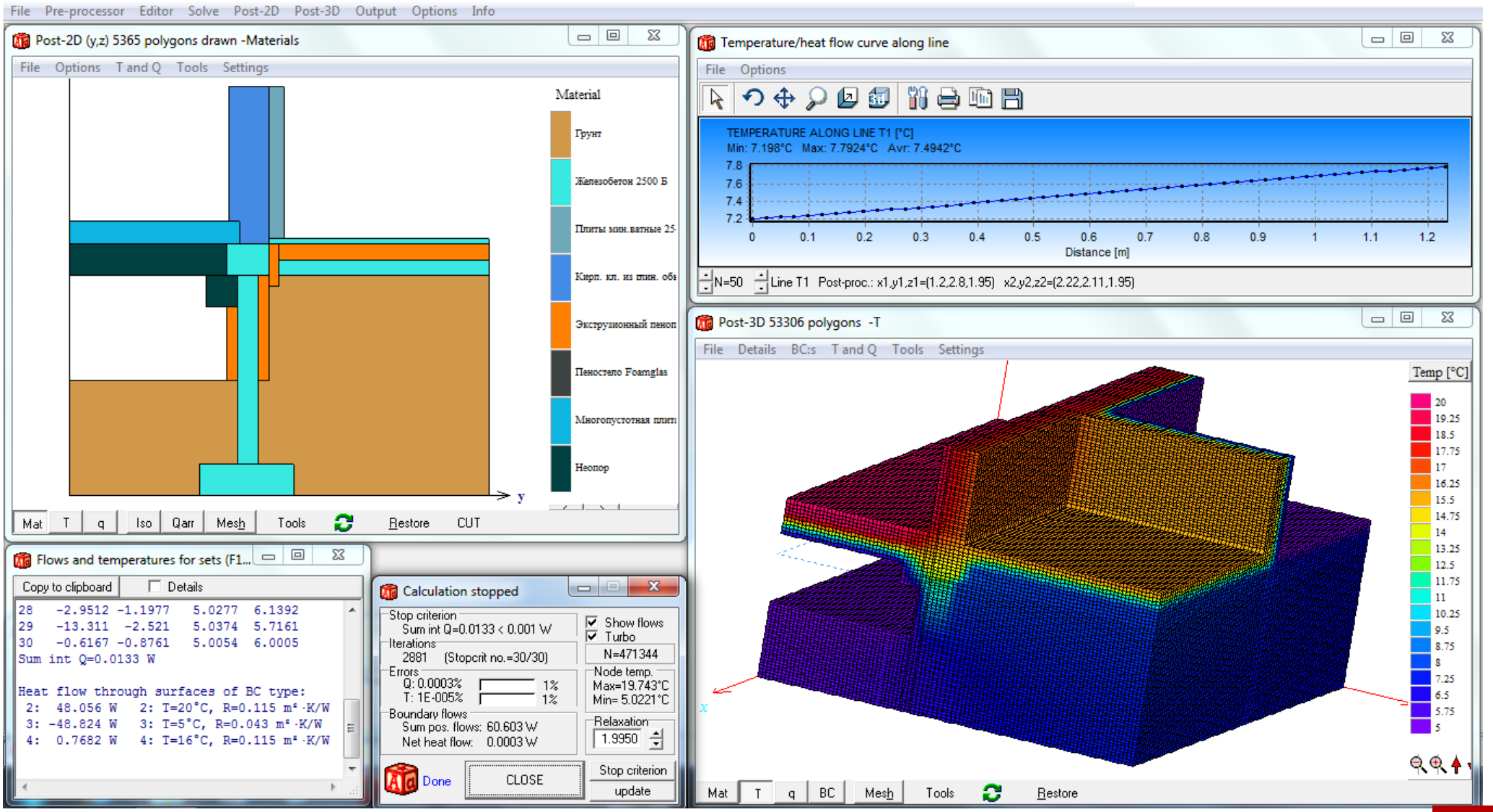
ИПД
Институт пассивного дома

Новые возможности версии 8.03

- Новые инструменты (полигон, работа с растровыми изображениями)
- Автоматический расчет Ψ в соответствии с **ISO 10211**
- Генератор отчетов с возможностью экспорта в PDF, HTML, XLS, RTF, TXT, XML, QRP, QRX
- Возможность записи и просмотра видео
- Расширенные возможности управления расчетной сеткой, увеличено количество узлов до 4 000 000 (2 000 x 2 000)
- Добавлены новые списки материалов (**СП 50.13330.2012**)

HEAT3
Пользовательский интерфейс

Институт пассивного дома



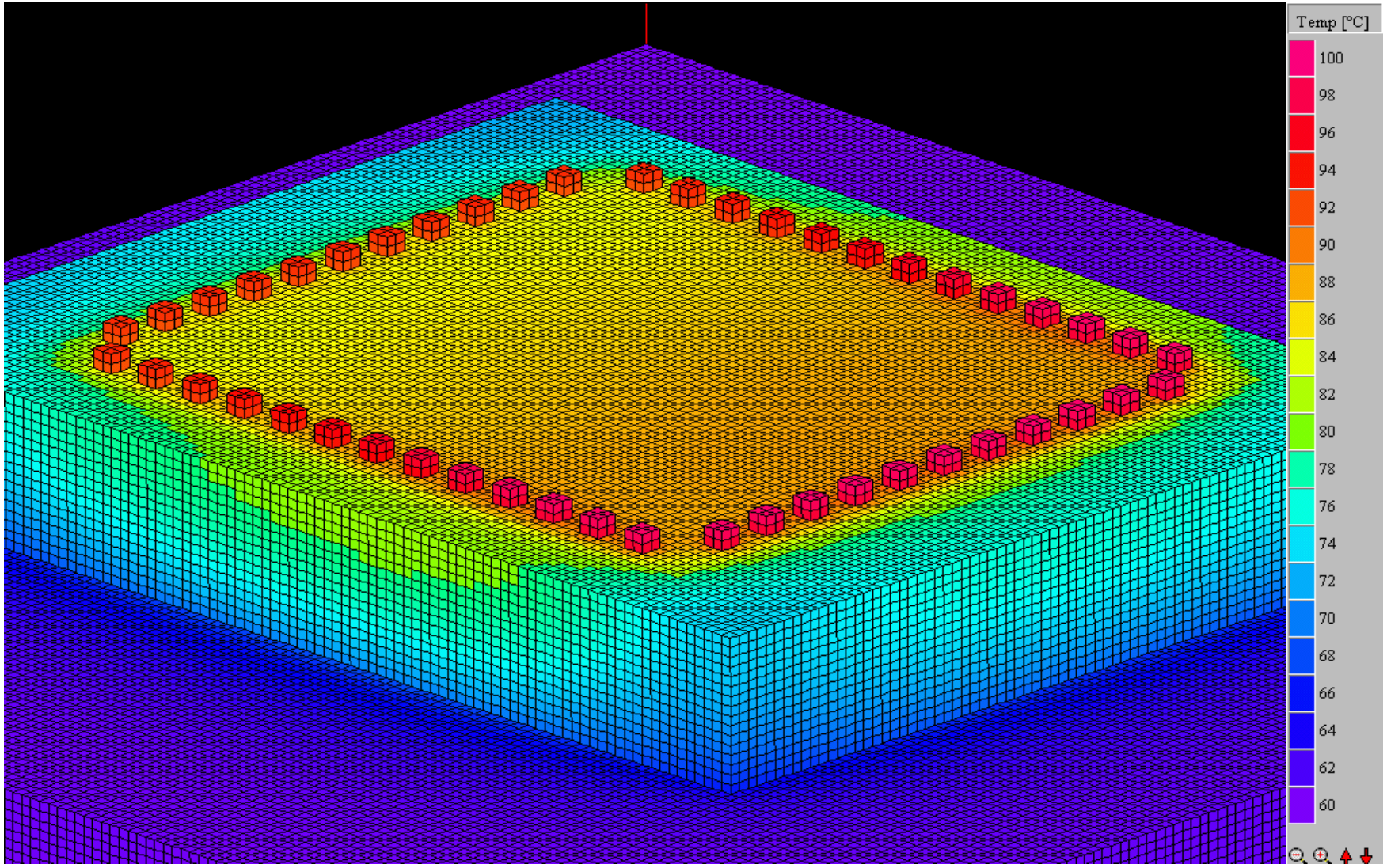
ИПД
Институт пассивного дома

Основные возможности использования:

- Расчет стационарного/нестационарного процесса теплопередачи
- Автоматическая генерация расчетной сетки
- Расчет тепловых мостов (EN ISO 10211)
- Функции аналогичные HEAT2
- Возможность обмена данными с HEAT2
- 50 миллионов узлов в стандартной версии

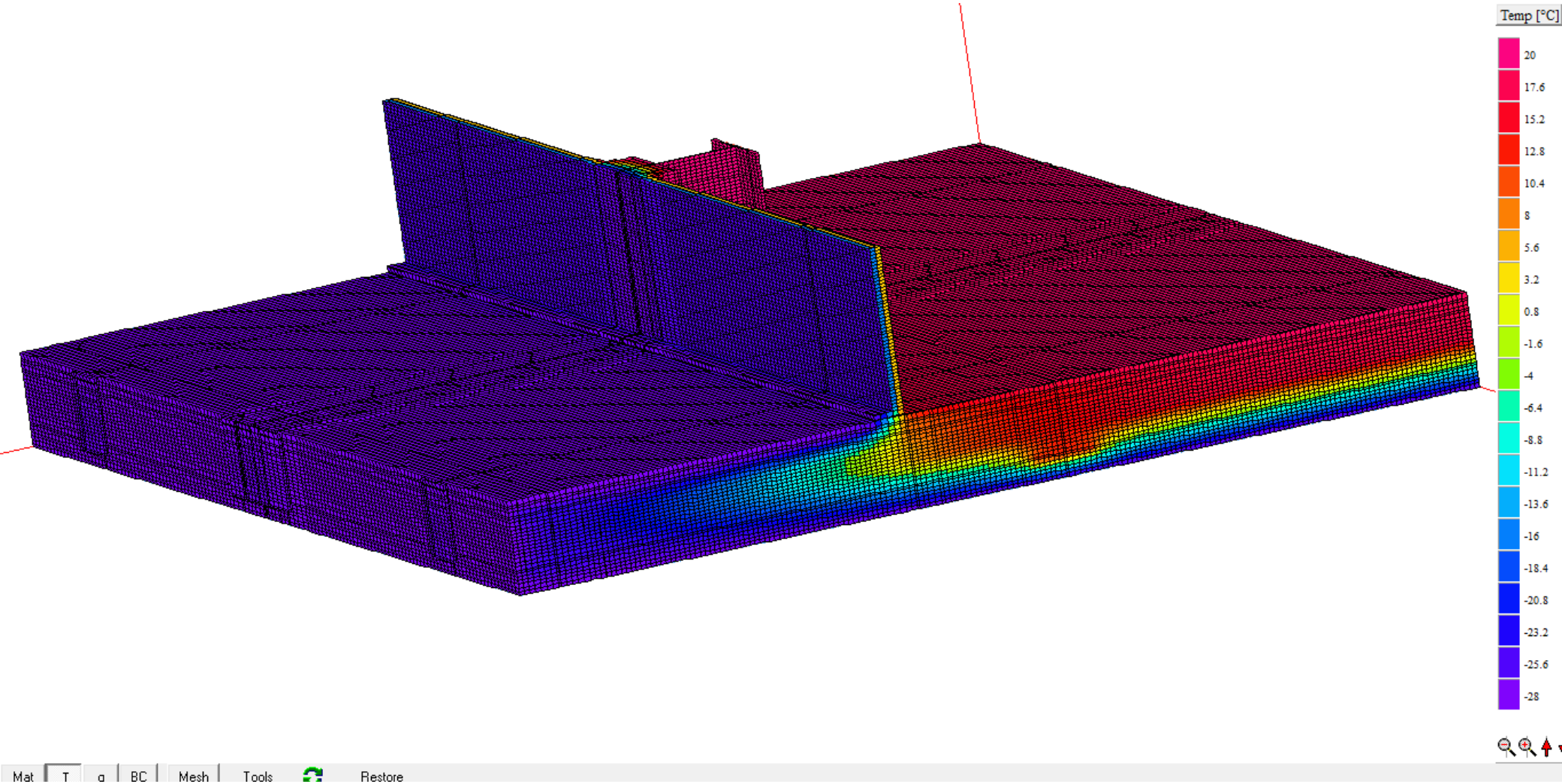
ИПД
Институт пассивного дома

Интегрированная цепь из шариков припоя, 30 миллионов узлов



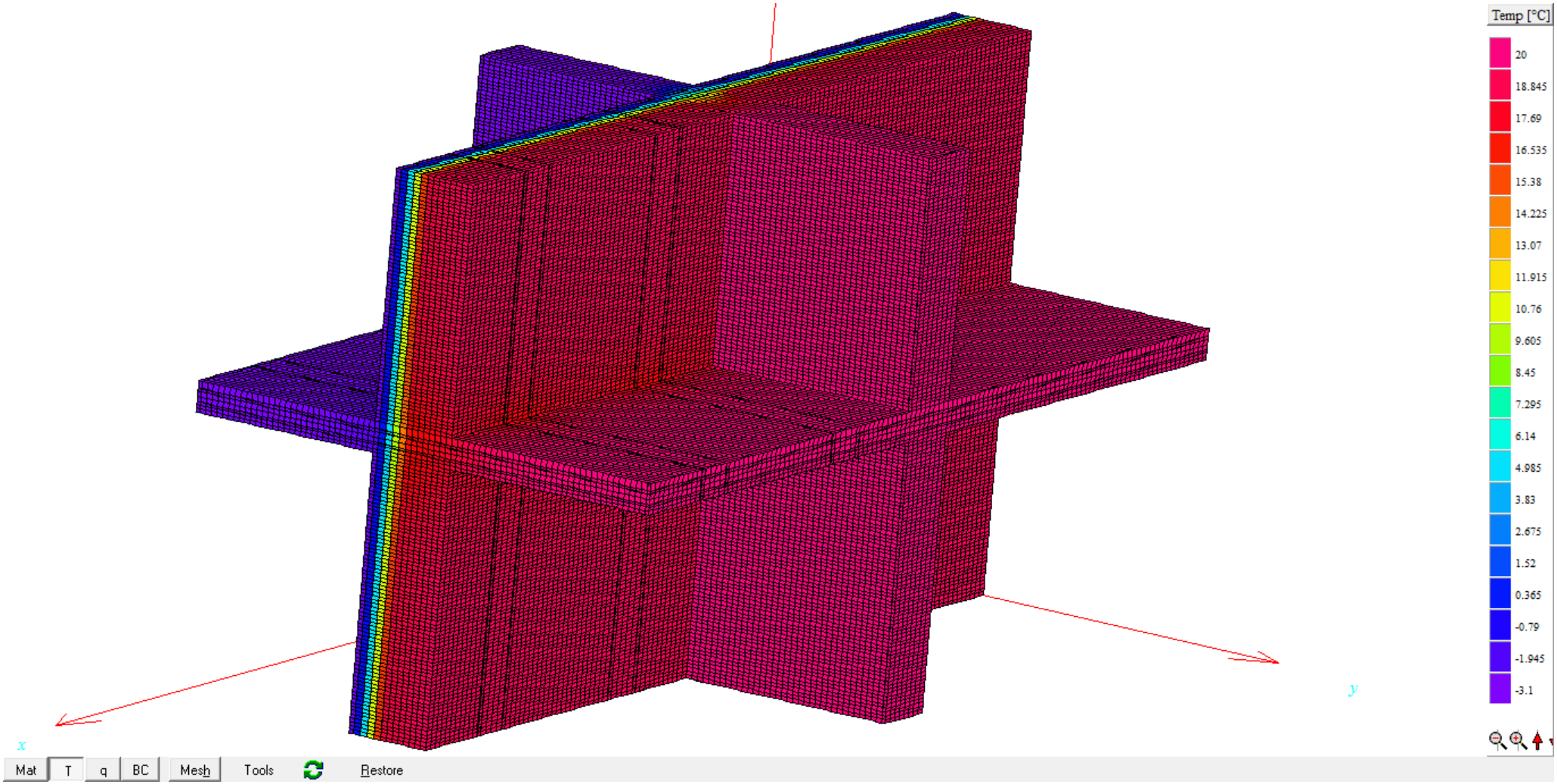
HEAT3

Институт пассивного дома



HEAT3

ИПД
Институт пассивного дома



Институт пассивного дома

Новые возможности версии 6.03

- Новые инструменты (цилиндрические и эллиптические формы)
- Оптимизация работы пост-процессора (быстрое построение/ обновление изображения)
- Генератор отчетов с возможностью экспорта в PDF, HTML, XLS, RTF, TXT, XML, QRP, QRX
- Обновлены графики температур/тепловых потоков
- Увеличено количество узлов до 50 миллионов, 50 653 000 (370·370·370).
- Добавлены новые списки материалов (**СП 50.13330.2012**)

ИПД
Институт пассивного дома

Цены

Однопользовательская лицензия	Новый пользователь	Обновление	Дополнительный пользователь
HEAT2/HEAT3	99 400 руб.	68 800 руб.	68 800 руб.
HEAT2	61 200 руб.	38 200 руб.	38 200 руб.
HEAT3	76 400 руб.	45 900 руб.	45 900 руб.

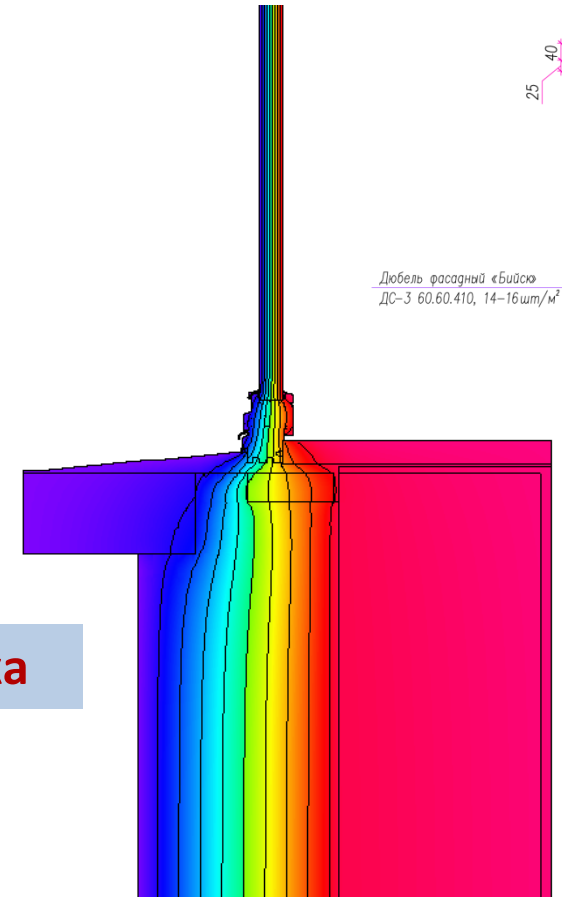
Также доступны образовательные и корпоративные лицензии

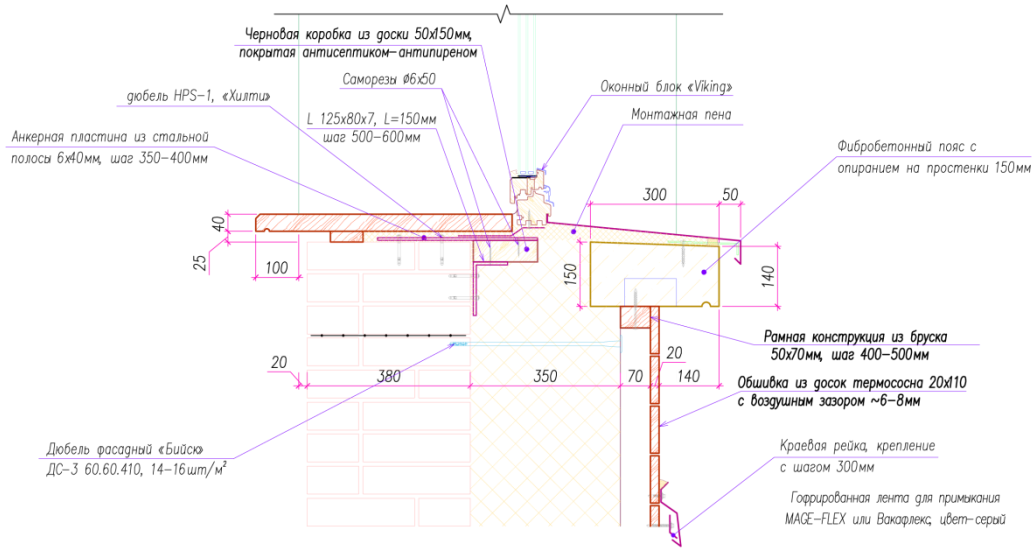
Подробная информация, руководства и ознакомительные версии на сайте www.buildingphysics.ru

Примеры

ИПД
Институт пассивного дома







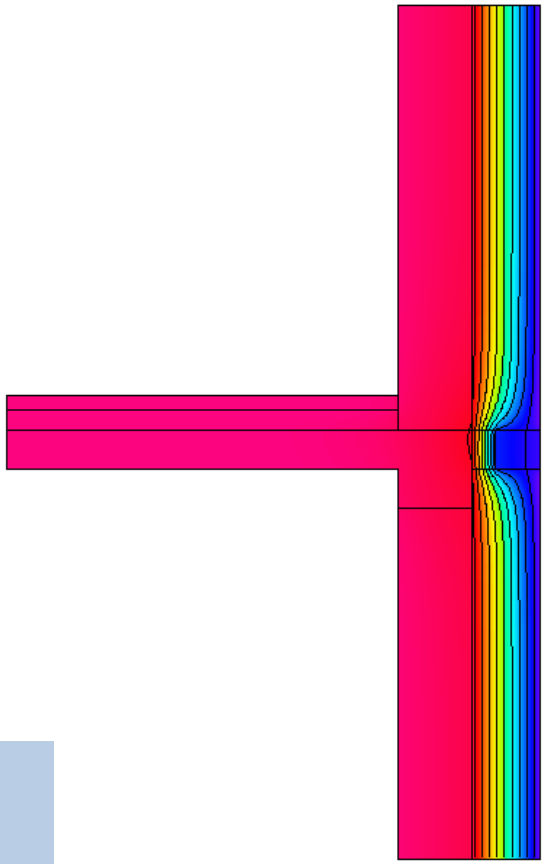
Примыкание оконного блока

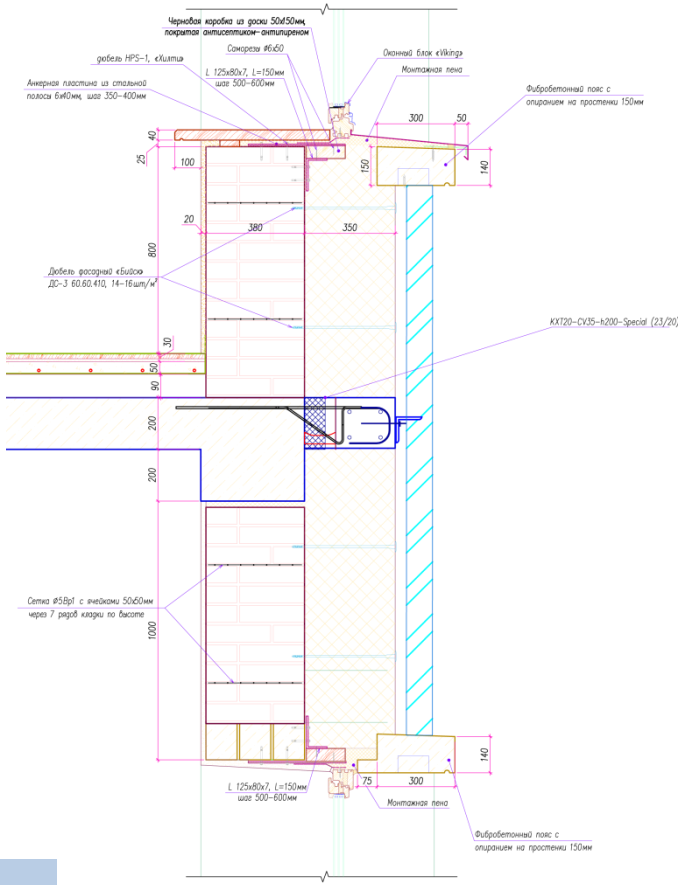
Ψa = 0,038

Ψi = 0,038

Примеры





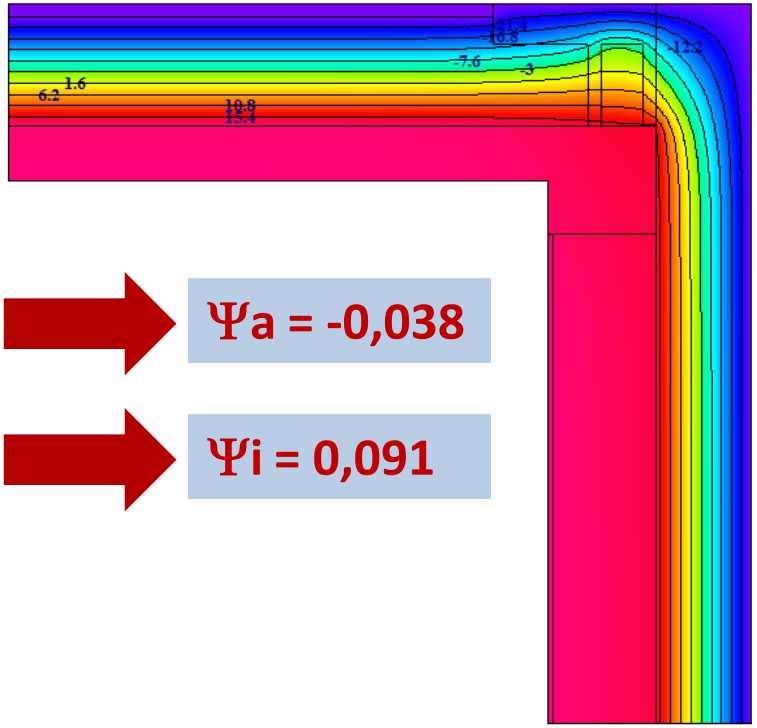


Примыкание ж/б консоли к наружной стене через несущий теплоизоляционный элемент в зоне межэтажного перекрытия

Ψa = 0,118

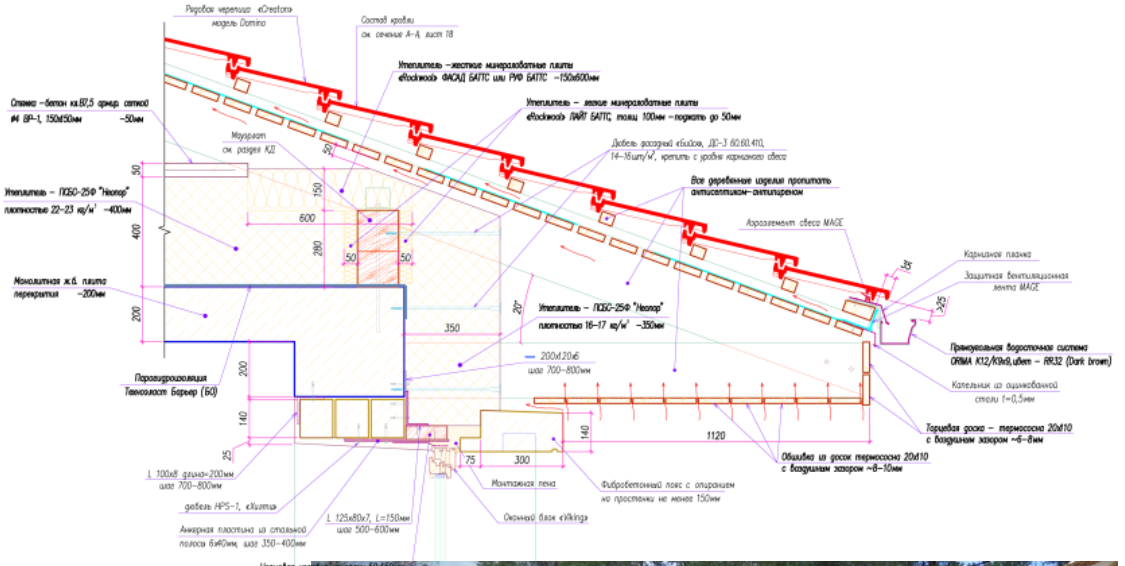
Ψi = 0,118

Примеры



$\Psi a = -0,038$

$\Psi i = 0,091$



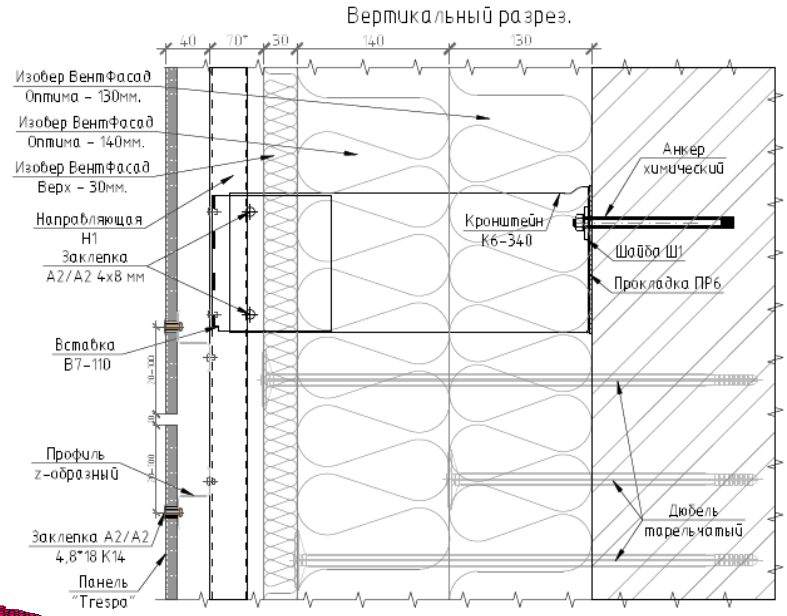


Примыкание чердачного перекрытия и наружной стены

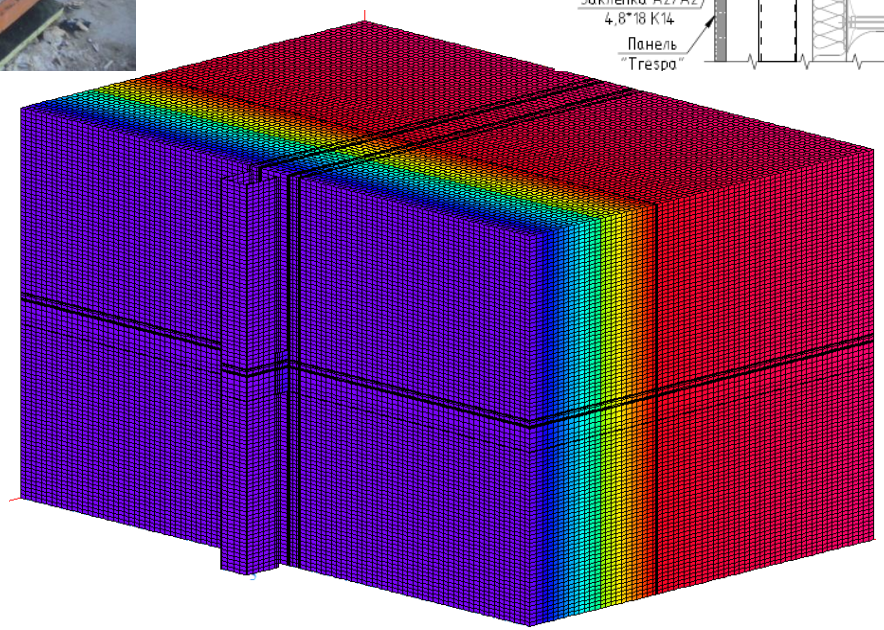
Примеры

ИПД
Институт пассивного дома





Учет влияния кронштейна

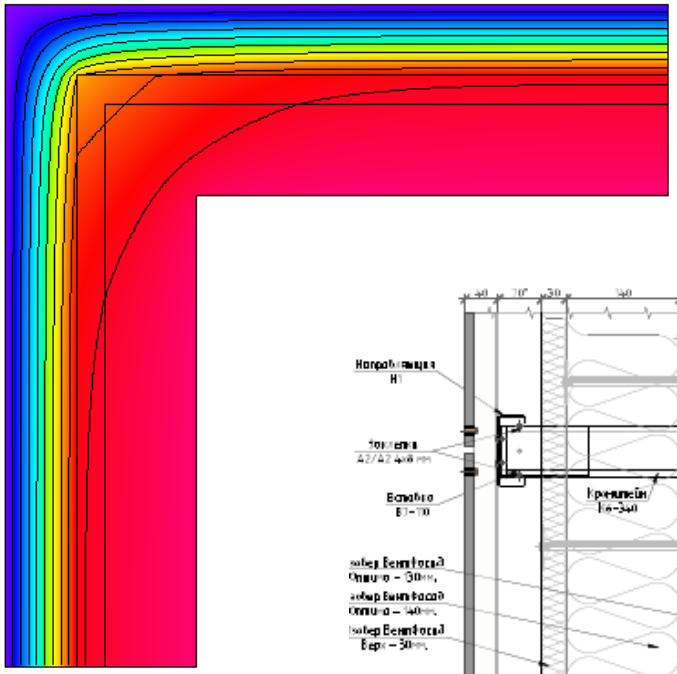


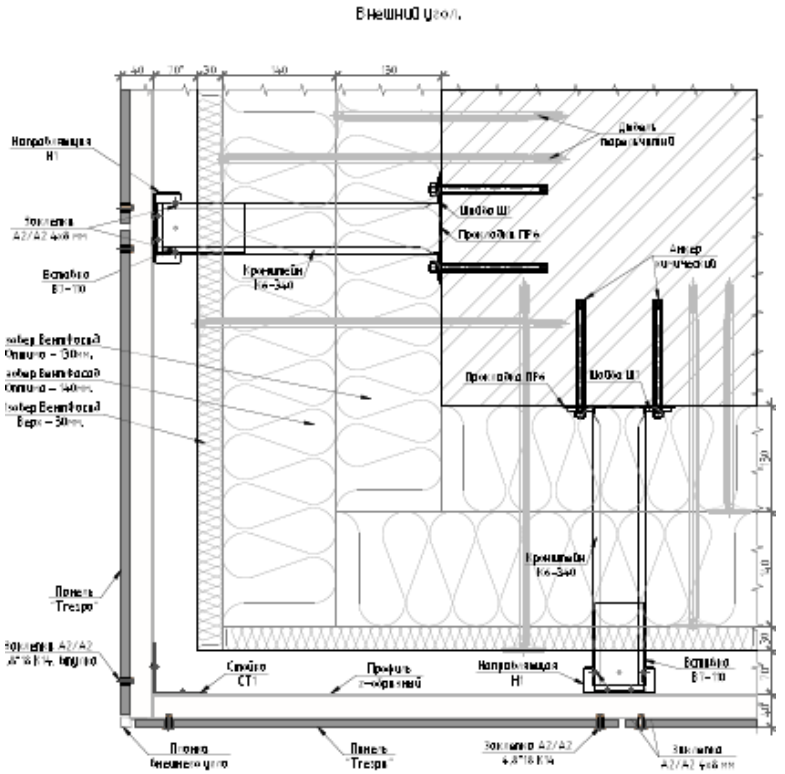
χ= 0,022

Примеры

Институт пассивного дома







Наружный угол

Ψa = -0,088

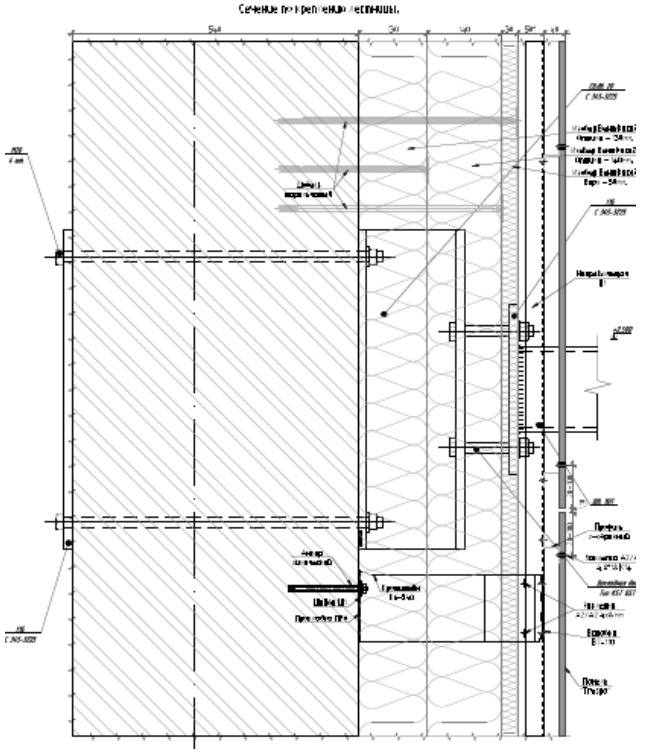
Ψi = 0,130

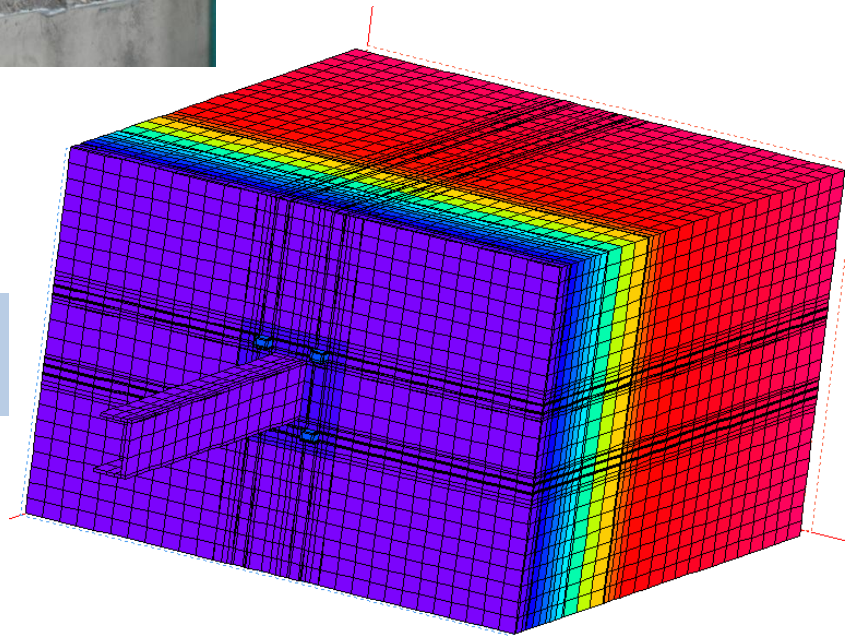
Примеры

Институт пассивного дома



Примыкание консольного элемента с терморазрывом

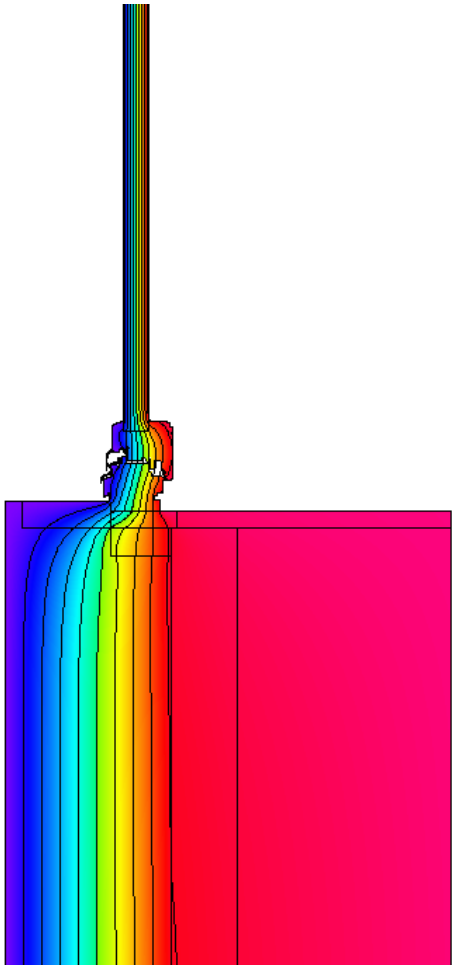


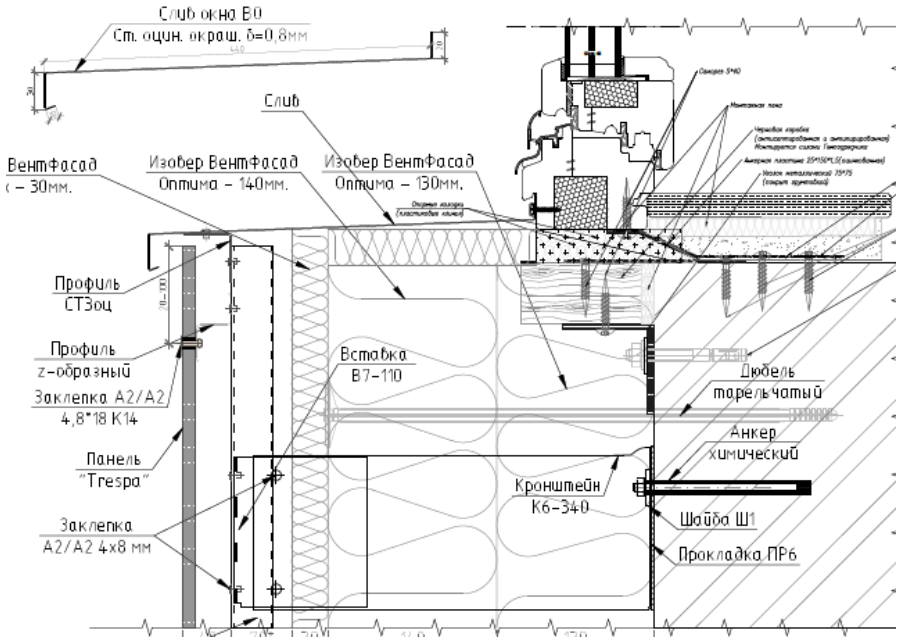


χ= 0,152

ИПД
Институт пассивного дома







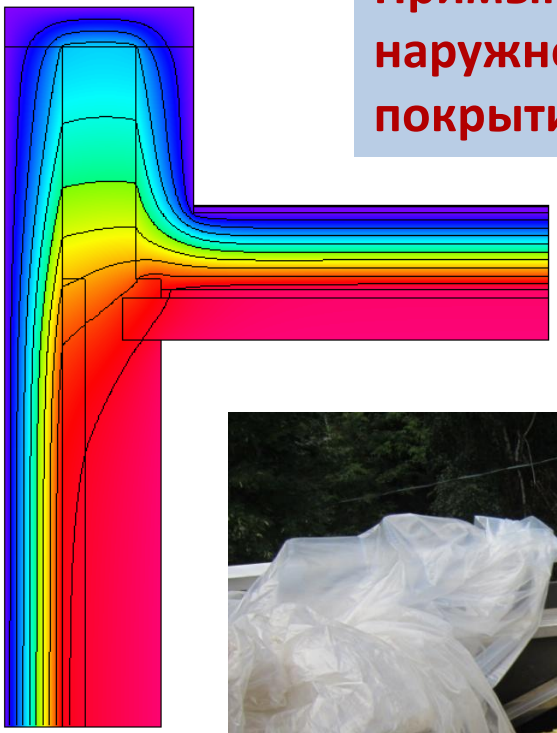
Примыкание оконного блока

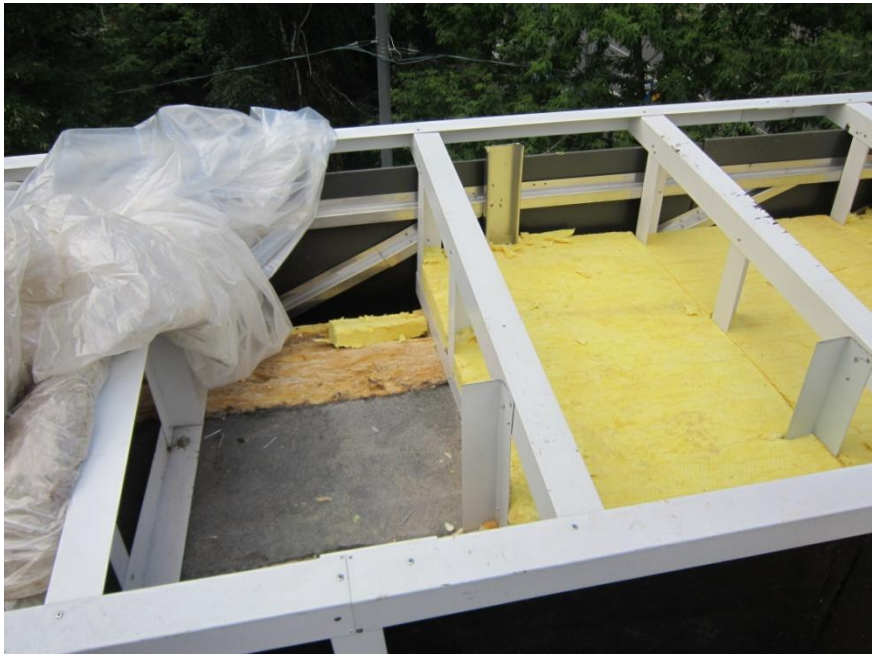
Ψa = 0,040

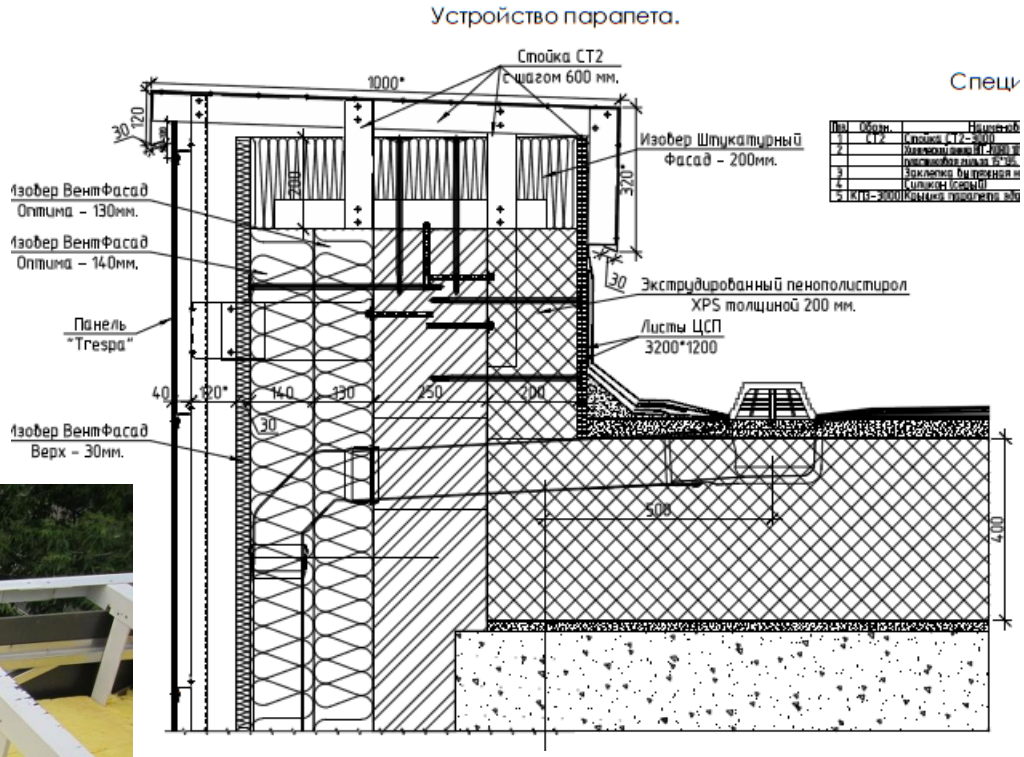
Ψi = 0,040

ИПД
Институт пассивного дома

Примыкание наружной стены и покрытия кровли







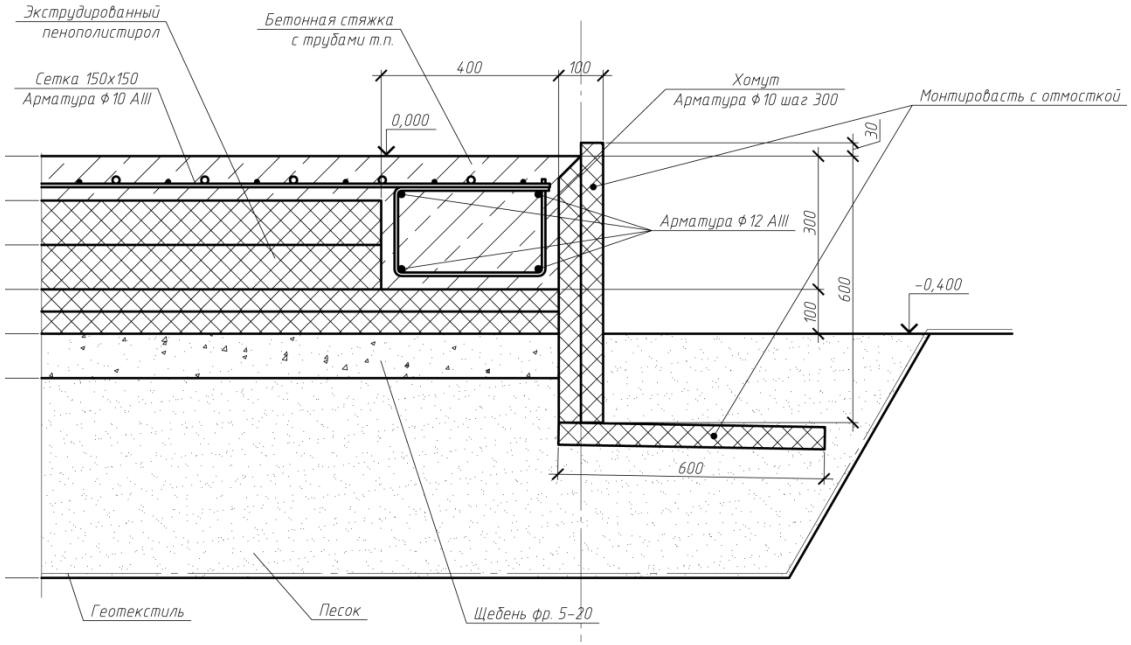
$\Psi a = 0{,}038$

$\Psi i = 0{,}194$

Примеры







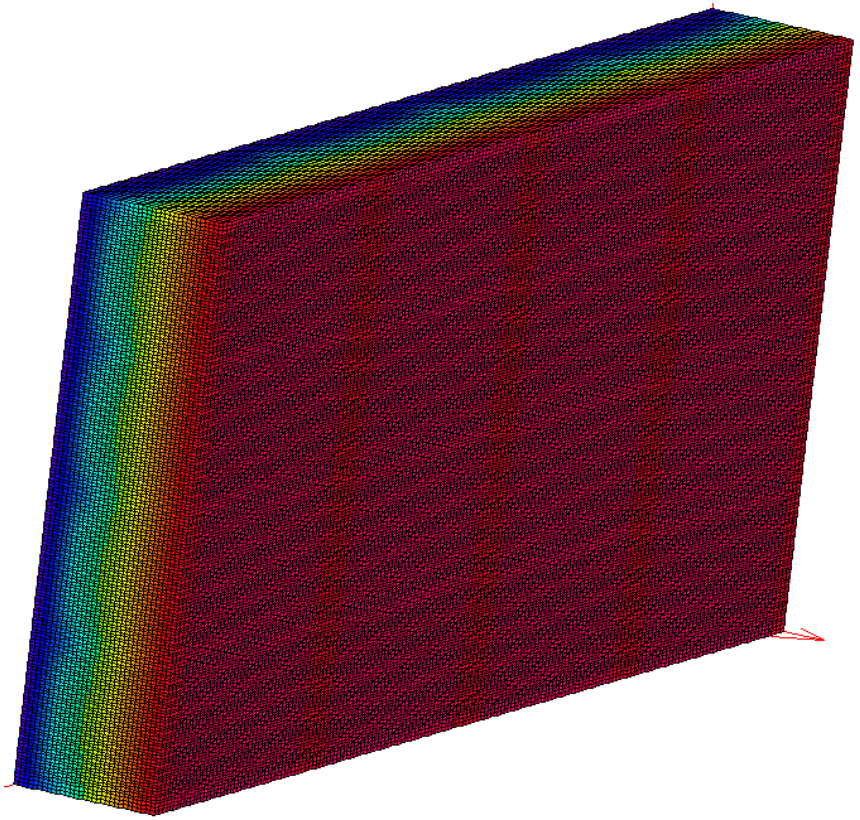
Примыкание стены и УШП

Ψa = 0,051

Ψi = 0,157

ИПД
Институт пассивного дома





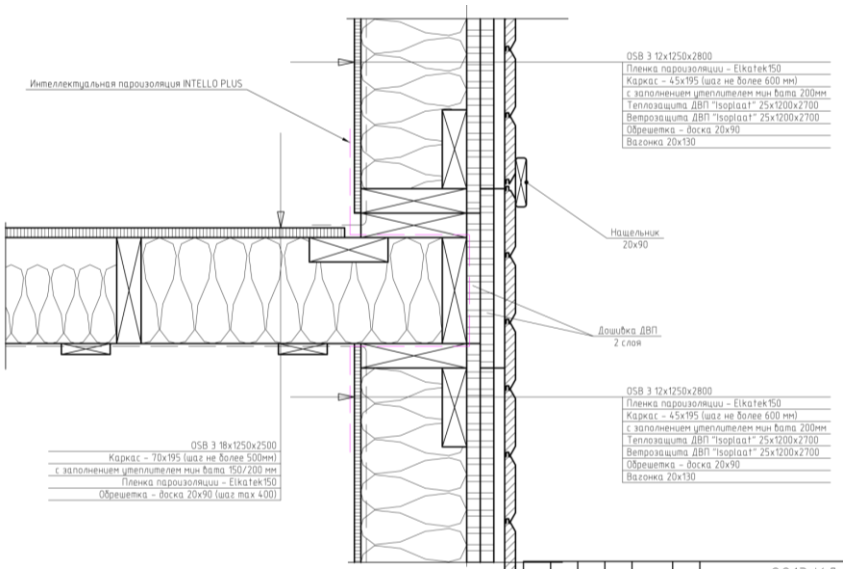
Определение однородности каркасной панели

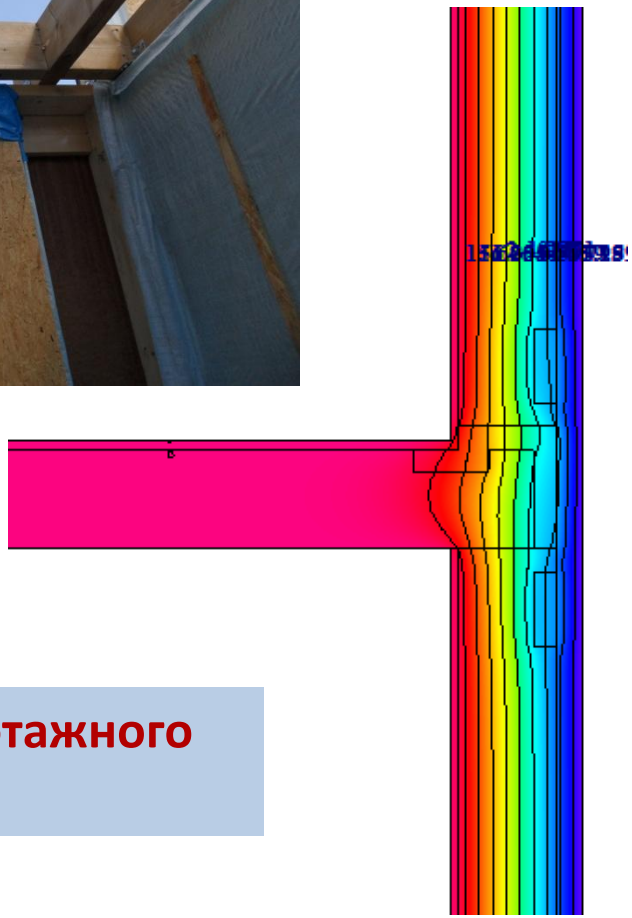
r = 0,891

Примеры

Институт пассивного дома







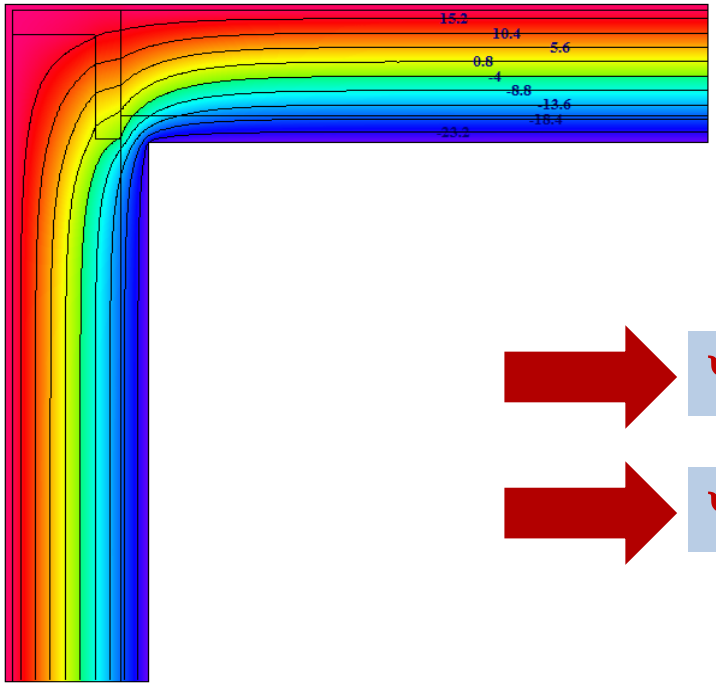
Примыкание межэтажного перекрытия

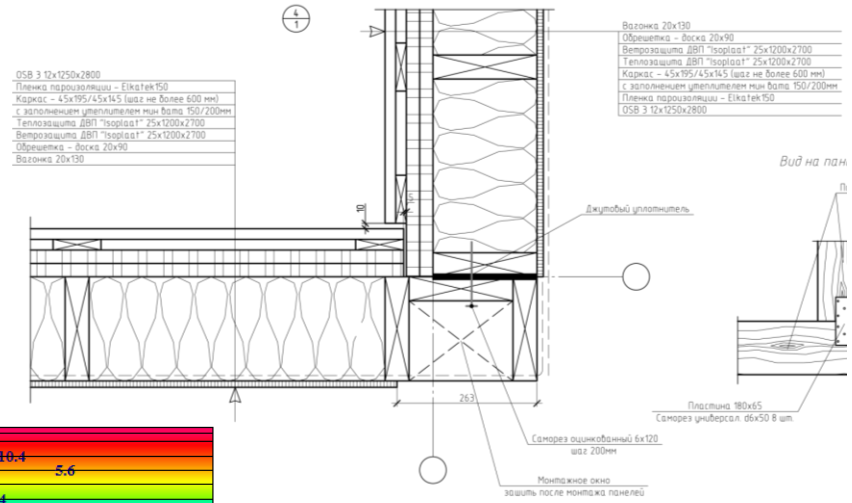
Ψa = 0,032

Ψi = 0,032

Примеры







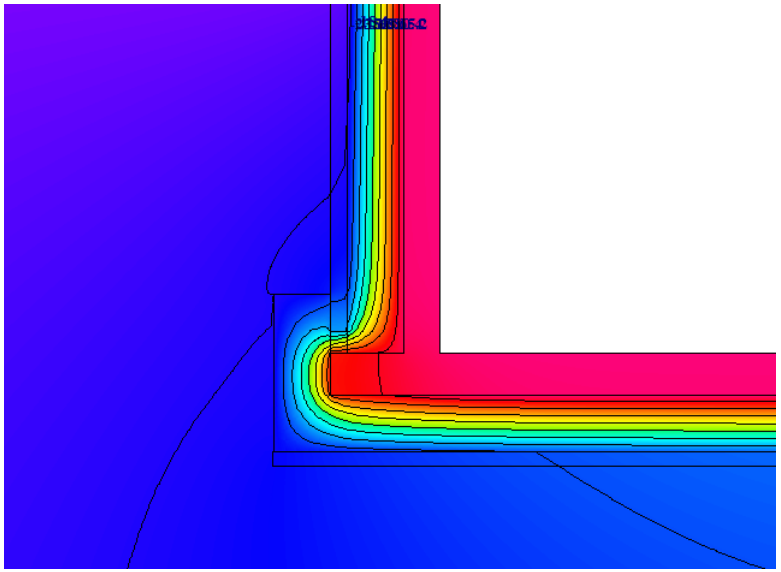
Внутренний угол

Ψa = 0,035

Ψi = -0,071

ИПД
Институт пассивного дома





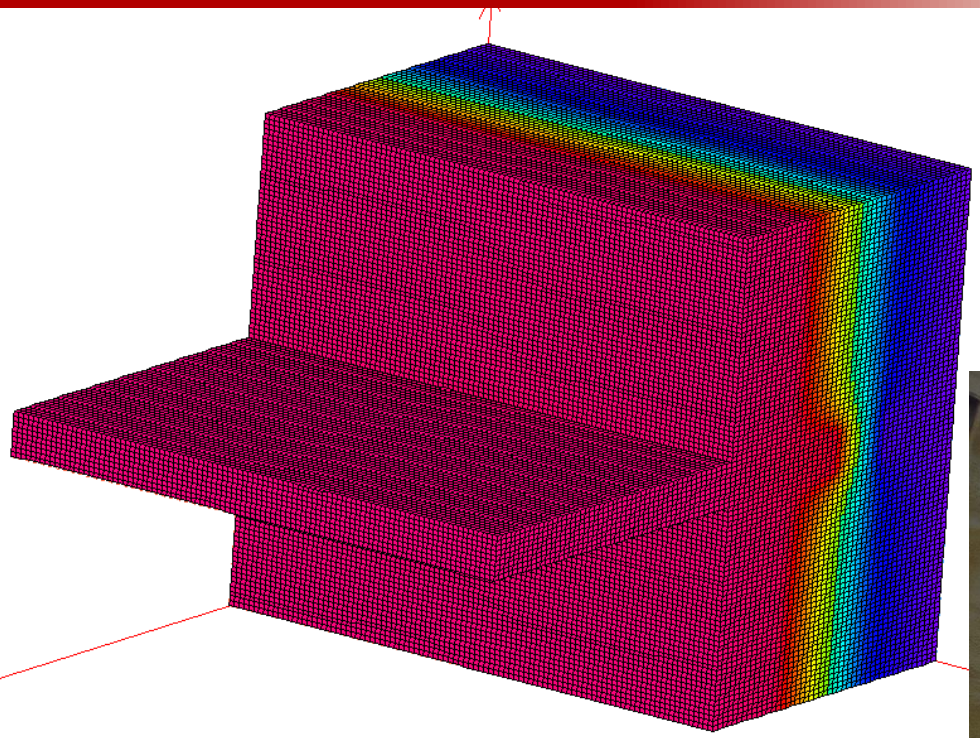
Примыкание наружной стены и пола подвала



$\Psi a = 0{,}002$

$\Psi i = 0{,}104$

ИПД
Институт пассивного дома

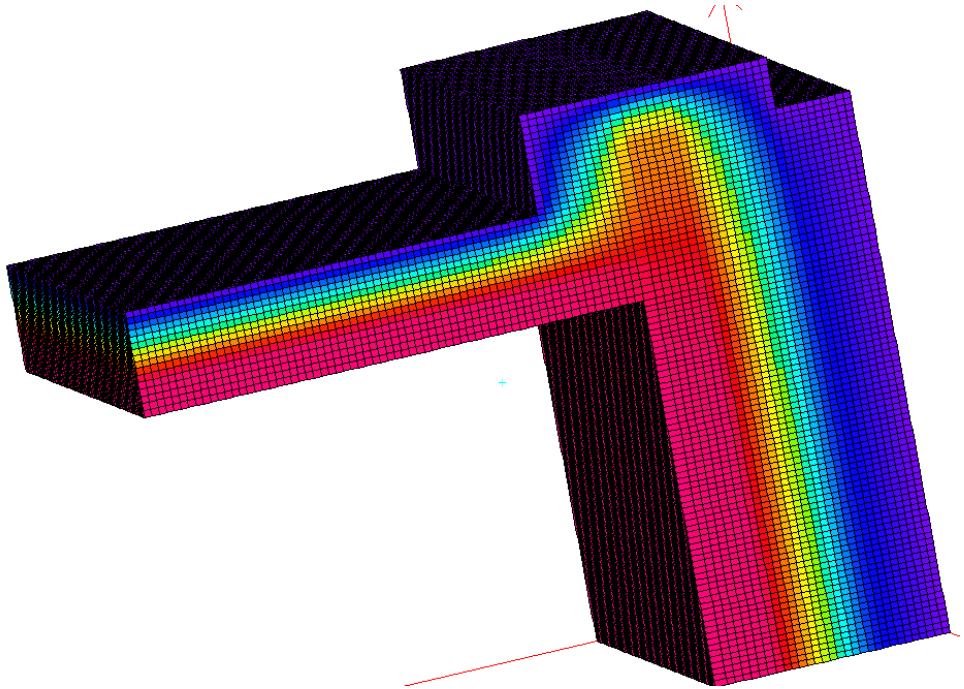


Примыкание ж/б консоли к наружной стене через несущий теплоизоляционный элемент в зоне межэтажного перекрытия



χ= 0,117

ИПД
Институт пассивного дома



Примыкание парапетной стенки через несущий теплоизоляционный элемент



χ= 0,006

ИПД
Институт пассивного дома

Мы предлагаем:

- Расчет тепловых мостов по Российским и Европейским методикам
- Разработка альбомов технических решений с расчетами тепловых мостов
- Распространение программного обеспечения для расчетов тепловых мостов
- Обучающие семинары повышения квалификации

ИПД
Институт пассивного дома

Спасибо за внимание!

info@passiv-rus.ru
www.passiv-rus.ru