

# Расчет пирога мансардной кровли в 4-х вариантах в программном комплексе HEAT3

**20.18-19(1)-2018-05-ТУ**

Технический специалист:



Заброда Р.А.

Руководитель подразделения:



Шелестов А. В.

## Содержание

1. Введение .....	3
2. Расчетные условия.....	3
3. Условия моделирования стационарных расчетов в программе HEAT .....	4
3.1. Характеристики материалов.....	4
3.2 Поверхностные сопротивления .....	4
3.3 Расчетная наружная температура.....	4
3.4 Критерии расчета.....	4
4. Результаты расчета.....	5
5. Графическое представление результатов расчета .....	8
Список используемой литературы.....	18

## 1. Введение

В отчете определены минимальные температуры на внутренних поверхностях и узлах примыканий ограждающих конструкций, с целью выполнения санитарно-гигиенических требований.

Согласно п. 5.7 СП 50.13330.2012 температура внутренней поверхности -  $t_b$ , °С, ограждающей конструкции (за исключением вертикальных светопрозрачных конструкций, т.е. с углом наклона к горизонту 45° и более) в зоне теплопроводных включений, в углах и оконных откосах, а также зенитных фонарей должна быть не ниже точки росы -  $t_{\text{точки росы}}$ , °С, внутреннего воздуха при расчетной температуре наружного воздуха -  $t_n$ , °С, принимаемой в соответствии с пояснениями к формуле (5.4).

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции должна определяться по результатам расчета температурных полей всех зон с теплотехнической неоднородностью или по результатам испытаний в климатической камере в аккредитованной лаборатории.

## 2. Расчетные условия

Расчетные условия для моделирования в программе HEAT, представлены в таблице 1.

Таблица 1.

№ п.п.	Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Ед. изм.	Расчетное значение
1	Расчетная температура наружного воздуха для г. Москва	$t_n$	°С	-25
2	Расчетная температура внутреннего воздуха	$t_b$	°С	+21
3	Температура точки росы при +21 °С и относительной влажности 55 %	$t_{\text{точки росы}}$	°С	<b>+11,62</b>
4	Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции	$\alpha_n$	Вт/(м <sup>2</sup> *°С)	12
5	Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции	$\alpha_b$	Вт/(м <sup>2</sup> *°С)	8,7
6	Условное сопротивление теплопередаче кровельного пирога Вариант №1, №3	$R_{0.1}^{\text{усл}}$ , $R_{0.3}^{\text{усл}}$	Вт/(м <sup>2</sup> *°С)	5,281
	Вариант №2	$R_{0.2}^{\text{усл}}$		3,928
	Вариант №4	$R_{0.4}^{\text{усл}}$		5,148

### 3. Условия моделирования стационарных расчетов в программе HEAT

#### 3.1. Характеристики материалов

Материалы, используемые в расчете представлены в таблице 2.

Таблица 2.

№	Материал слоя	Теплопроводность $\lambda_B$ , Вт/ (м <sup>0</sup> С)
1	Дерево (поперек волокон)	0,18
2	ТЕХНОЛАЙТ ЭКСТРА	0,041
3	XPS ТЕХНИКОЛЬ CARBON	0,032
4	Замкнутая воздушная прослойка 1-2см	0,15
5	Гипсокартон	0,21

#### 3.2 Поверхностные сопротивления

Поверхностные сопротивления к внутренним и к наружным поверхностям ограждающих конструкций, принимаются согласно СП 50.13330.2012.

#### 3.3 Расчетная наружная температура

За расчетную температуру наружного воздуха принималось температура воздуха наиболее холодной пятидневки, с обеспеченностью 0,92.

Значения температур взяты из СП 131.13330.2012 Строительная климатология.

#### 3.4 Критерии расчета

Рассчитываемая конструкция удовлетворяет санитарно- гигиеническим требованиям, если температура внутренней поверхности –  $t_{в}$ , °С, ограждающей конструкции в зоне теплопроводных включений, в углах и оконных откосах, а также зенитных фонарей выше, либо равна температуре точки росы –  $t_{\text{точки росы}}$ , °С.

#### 4. Результаты расчета.

Результаты расчетов сведены в таблицу 3.

Таблица 3

№	Наименование узла	Удельные потери теплоты $\Psi_1$ , Вт/°С	Минимальная температура в узле, °С
1	Вариант 1	0,024	+19,20
2	Вариант 2	0,055	+18,30
3	Вариант 3	0,057	+18,90
4	Вариант 4	0,048	+18,50

**Вывод:** Температура на внутренней поверхности ограждающих конструкций выше температуры точки росы. Рассчитываемые конструкции отвечают санитарно-гигиеническим требованиям.

**Условие расчета выполнено.**

## 5. Расчет удельных потерь теплоты и минимальные температуры на внутренней поверхности ограждающей конструкции

Согласно Е.4 СП 50.13330.2012 удельные потери теплоты  $\Psi_1$ , через линейную теплотехническую неоднородность определяются по результатам расчета двухмерного температурного поля узла конструкций при температуре внутреннего воздуха  $t_B$  и температуре наружного воздуха  $t_H$ . Расчетные участки имеют размеры 1200 x 1200. Площадь покрытия, вошедшая в расчетный участок,  $S_{1.1}=1,44$  м<sup>2</sup>.

Потери теплоты через узлы, по результатам расчета температурных полей равны:

$$Q_1^L = 13,899 \text{ Вт}$$

$$Q_2^L = 19,431 \text{ Вт}$$

$$Q_3^L = 15,179 \text{ Вт}$$

$$Q_4^L = 15,079 \text{ Вт}$$

Потери теплоты через участок однородного покрытия той же площади определяются по формуле (Е.10) СП 50.13330.2012:

$$Q_{1.1} = \frac{t_B - t_H}{R_{0,1} * 1} * S_{1.1} = \frac{21 - (-25)}{5,281 * 1} * 1,44 = 12,543 \text{ Вт.}$$

$$Q_{1.2} = \frac{t_B - t_H}{R_{0,2} * 1} * S_{1.1} = \frac{21 - (-25)}{3,928 * 1} * 1,44 = 16,863 \text{ Вт.}$$

$$Q_{1.3} = \frac{t_B - t_H}{R_{0,3} * 1} * S_{1.1} = \frac{21 - (-25)}{5,281 * 1} * 1,44 = 12,543 \text{ Вт.}$$

$$Q_{1.3} = \frac{t_B - t_H}{R_{0,4} * 1} * S_{1.1} = \frac{21 - (-25)}{5,148 * 1} * 1,44 = 12,867 \text{ Вт.}$$

Дополнительные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность определяются по формуле (Е.9) СП 50.13330.2012:

$$\Delta Q_1^L = Q_1^L - Q_{1.1} = 13,899 - 12,543 = 1,356 \text{ Вт.}$$

$$\Delta Q_2^L = Q_2^L - Q_{1.2} = 19,431 - 16,863 = 2,568 \text{ Вт.}$$

$$\Delta Q_3^L = Q_3^L - Q_{1.3} = 15,179 - 12,543 = 2,636 \text{ Вт.}$$

$$\Delta Q_3^L = Q_3^L - Q_{1.3} = 15,079 - 12,867 = 2,212 \text{ Вт.}$$

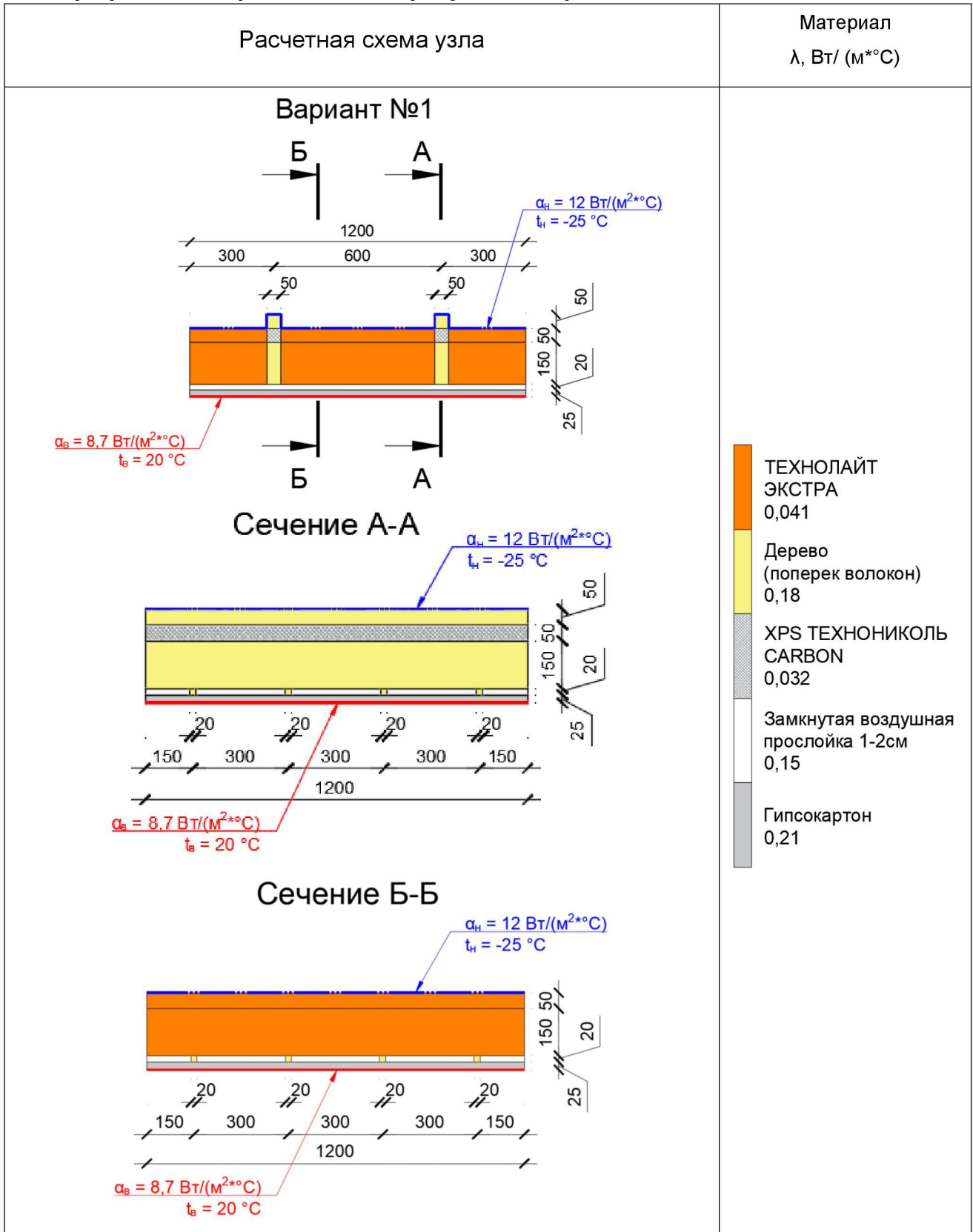
Удельные потери теплоты  $\Psi_1$ , через линейную теплотехническую неоднородность определяются по формуле (Е.8) СП 50.13330.2012:

$$\Psi_1 = \frac{\Delta Q_1^L}{t_B - t_H} = \frac{1,356}{21 - (-25)} = 0,024 \text{ Вт/}^\circ\text{C}$$

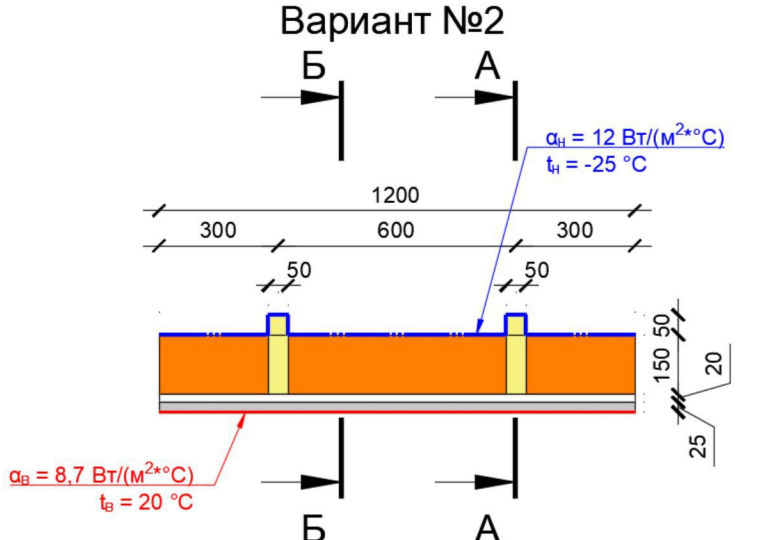
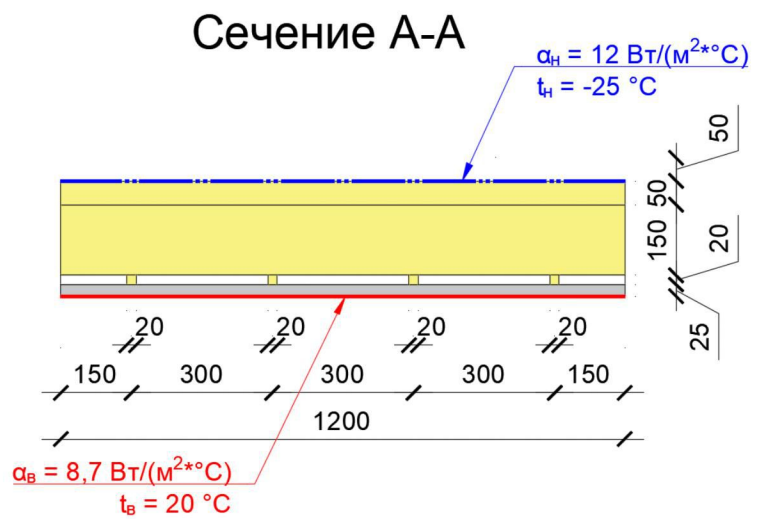
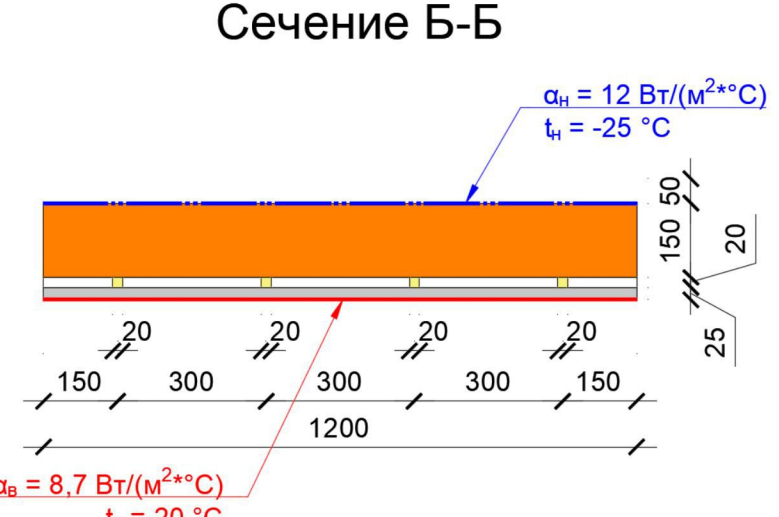





$$\Psi_2 = \frac{\Delta Q_2^L}{t_B - t_H} = \frac{2,568}{21 - (-25)} = 0,055 \text{ Вт/}^\circ\text{C}$$

$$\Psi_3 = \frac{\Delta Q_3^L}{t_B - t_H} = \frac{2,636}{21 - (-25)} = 0,057 \text{ Вт/}^\circ\text{C}$$

$$\Psi_4 = \frac{\Delta Q_3^L}{t_B - t_H} = \frac{2,212}{21 - (-25)} = 0,048 \text{ Вт/}^\circ\text{C}$$

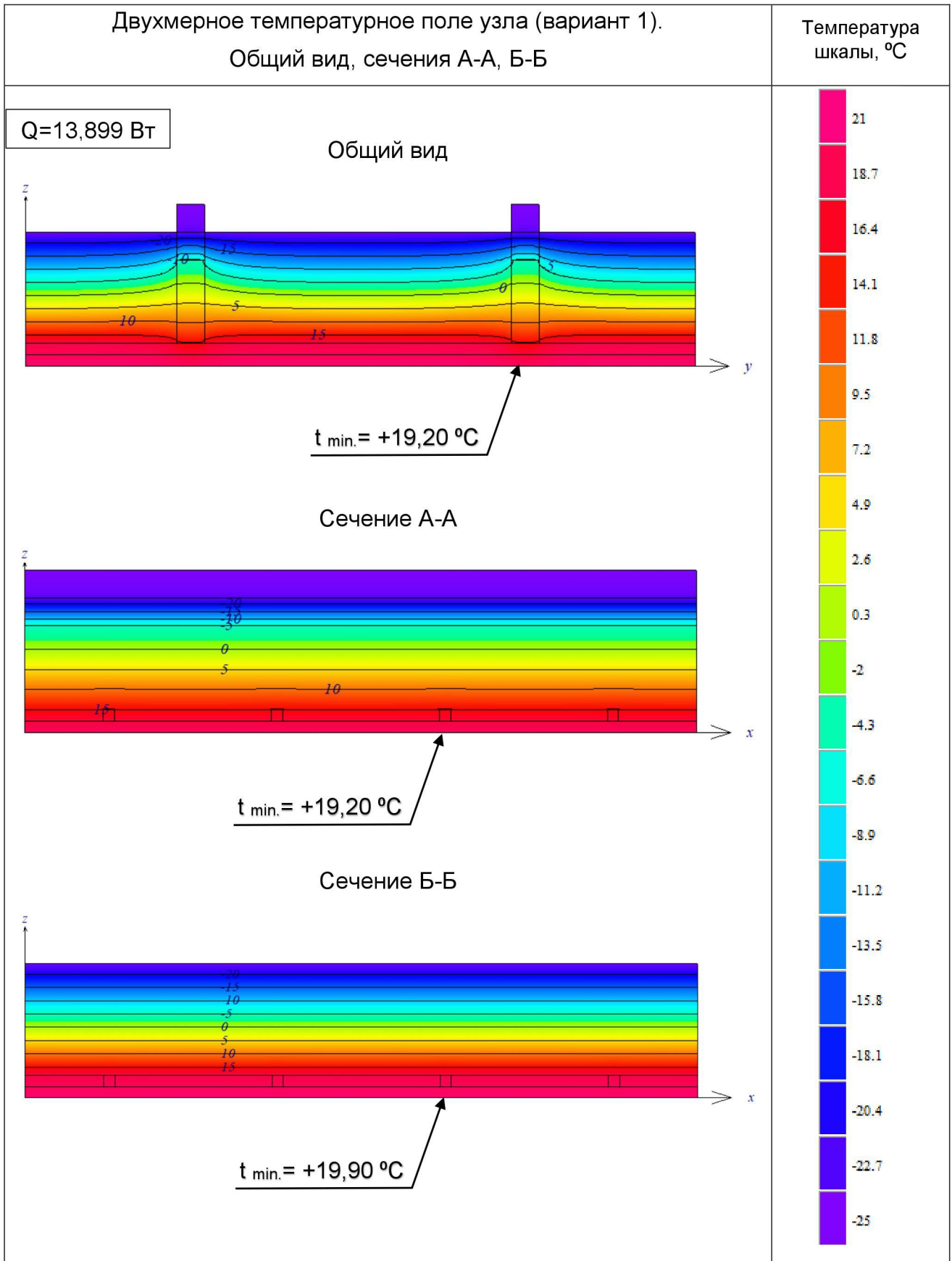
**6. Графическое представление результатов расчета**




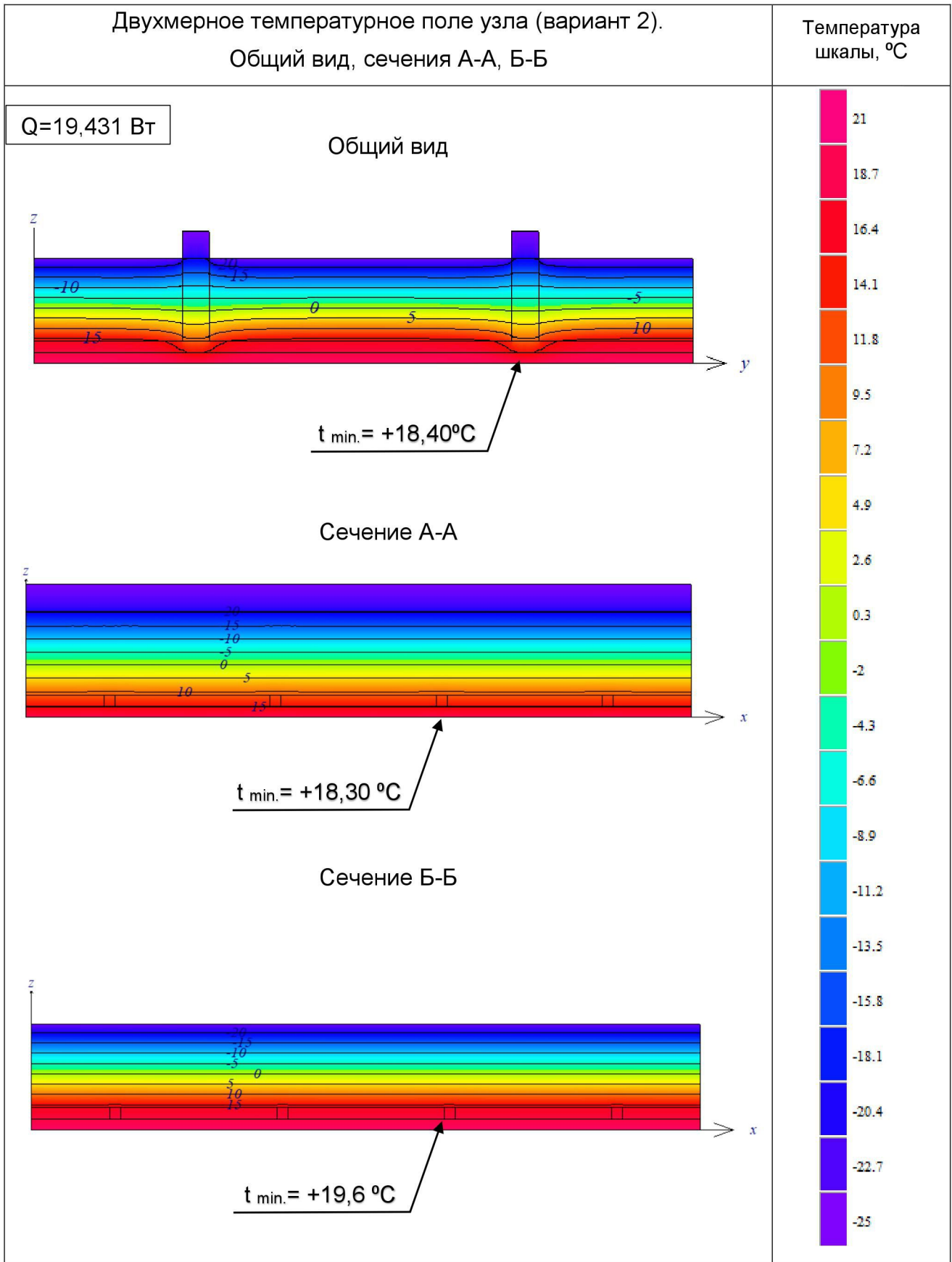
Расчетная схема узла	Материал λ, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)
<p style="text-align: center;"><b>Вариант №2</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Сечение А-А</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Сечение Б-Б</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li> ТЕХНОЛАЙТ ЭКСТРА 0,041</li> <li> Дерево (поперек волокон) 0,18</li> <li> XPS ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON 0,032</li> <li> Замкнутая воздушная прослойка 1-2см 0,15</li> <li> Гипсокартон 0,21</li> </ul>

Расчетная схема узла	Материал λ, Вт/(м*°С)
<p style="text-align: center;"><b>Вариант №3</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Сечение А-А</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Сечение Б-Б</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: orange; margin-right: 5px;"></span> ТЕХНОЛАЙТ ЭКСТРА 0,041</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> Дерево (поперек волокон) 0,18</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #cccccc; margin-right: 5px;"></span> XPS ТЕХНОКОЛЬ CARBON 0,032</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #e0e0e0; margin-right: 5px;"></span> Замкнутая воздушная прослойка 1-2см 0,15</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #a0a0a0; margin-right: 5px;"></span> Гипсокартон 0,21</li> </ul>

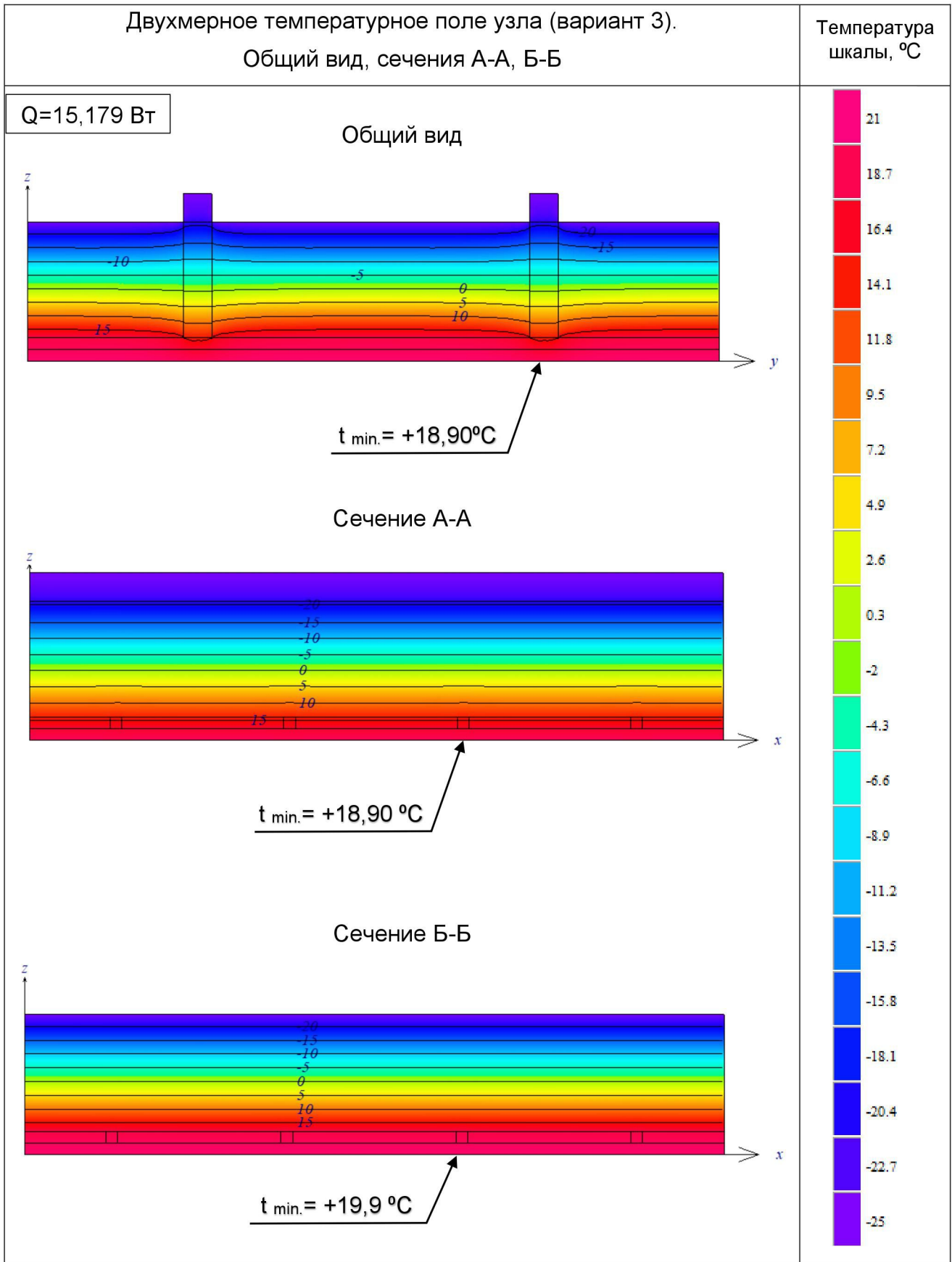
Расчетная схема узла	Материал λ, Вт/(м*°С)
<p style="text-align: center;"><b>Вариант №4</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Сечение А-А</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Сечение Б-Б</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: orange; margin-right: 5px;"></span> ТЕХНОЛАЙТ ЭКСТРА 0,041</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> Дерево (поперек волокон) 0,18</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: lightgrey; margin-right: 5px;"></span> Гипсокартон 0,21</li> </ul>



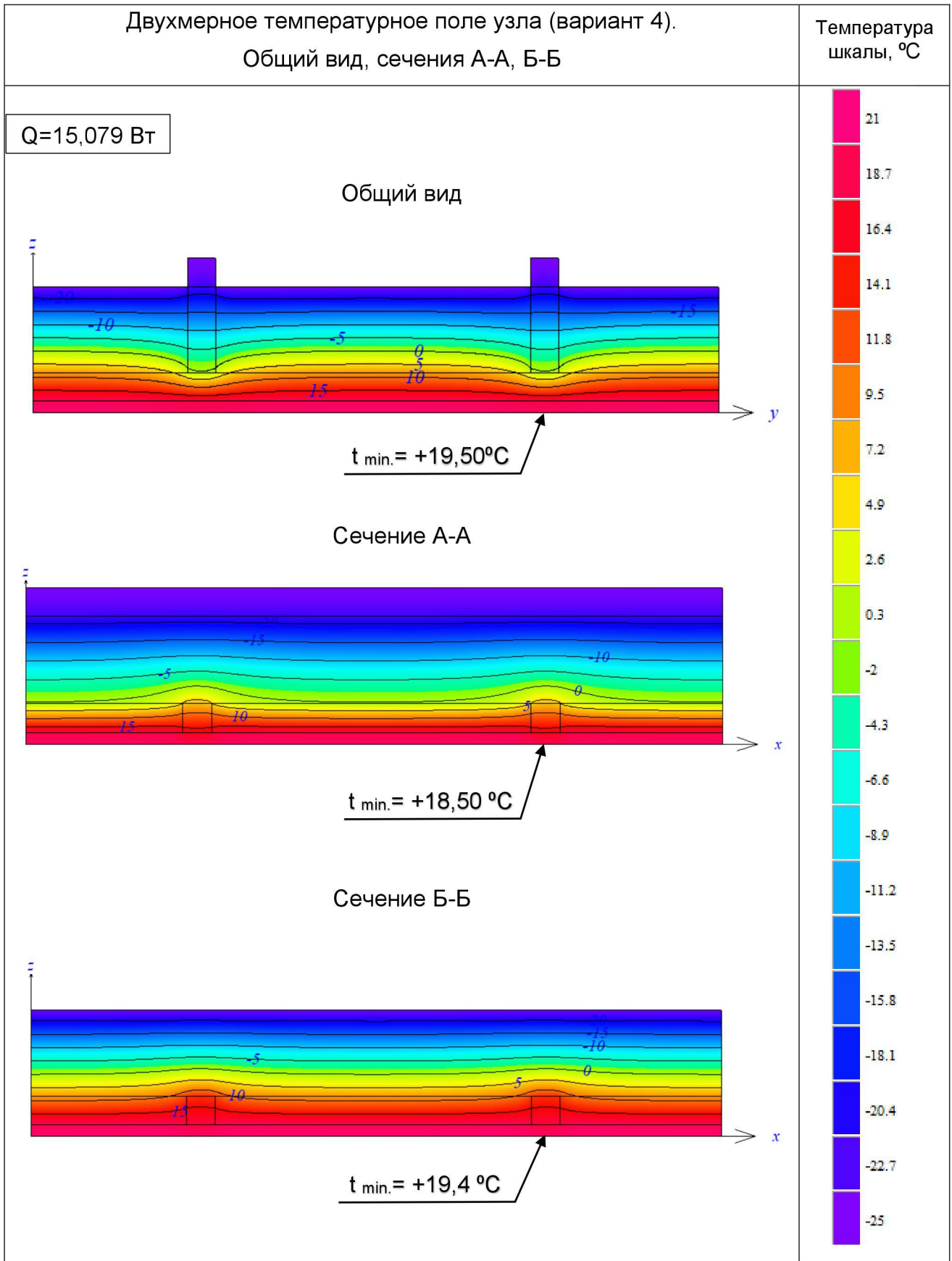
\* изотермы расположены с шагом в 5 °С



\* изотермы расположены с шагом в 5 °С



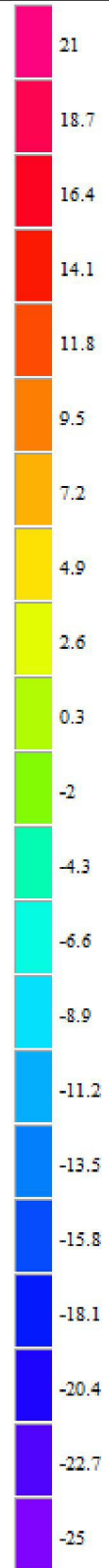
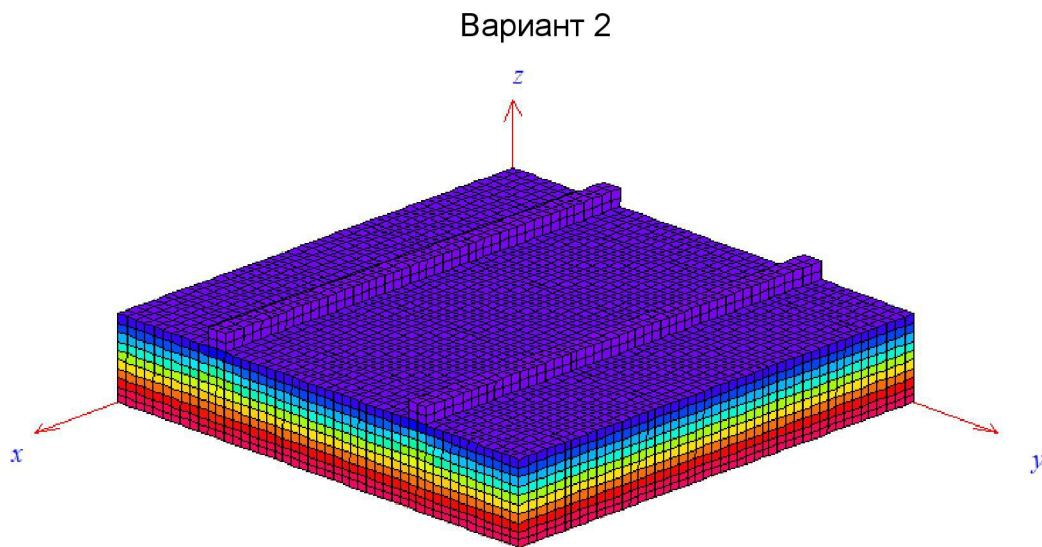
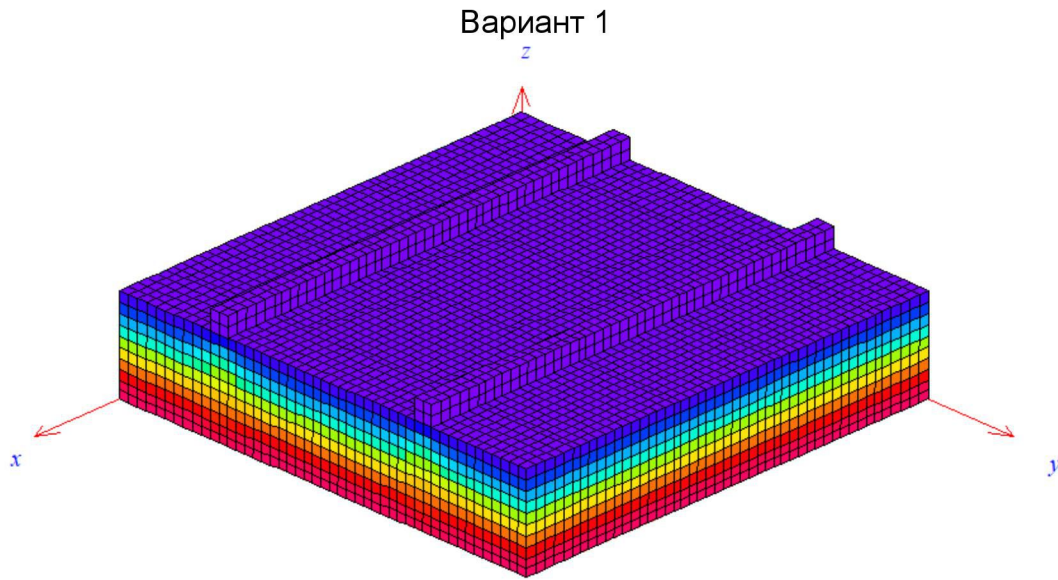
\* изотермы расположены с шагом в 5 °С



\* изотермы расположены с шагом в 5 °С

Трёхмерное температурное поле узла

Температура шкалы, °С

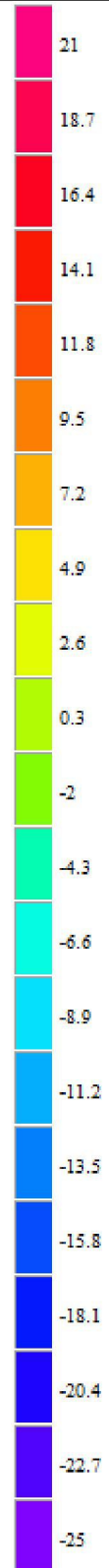
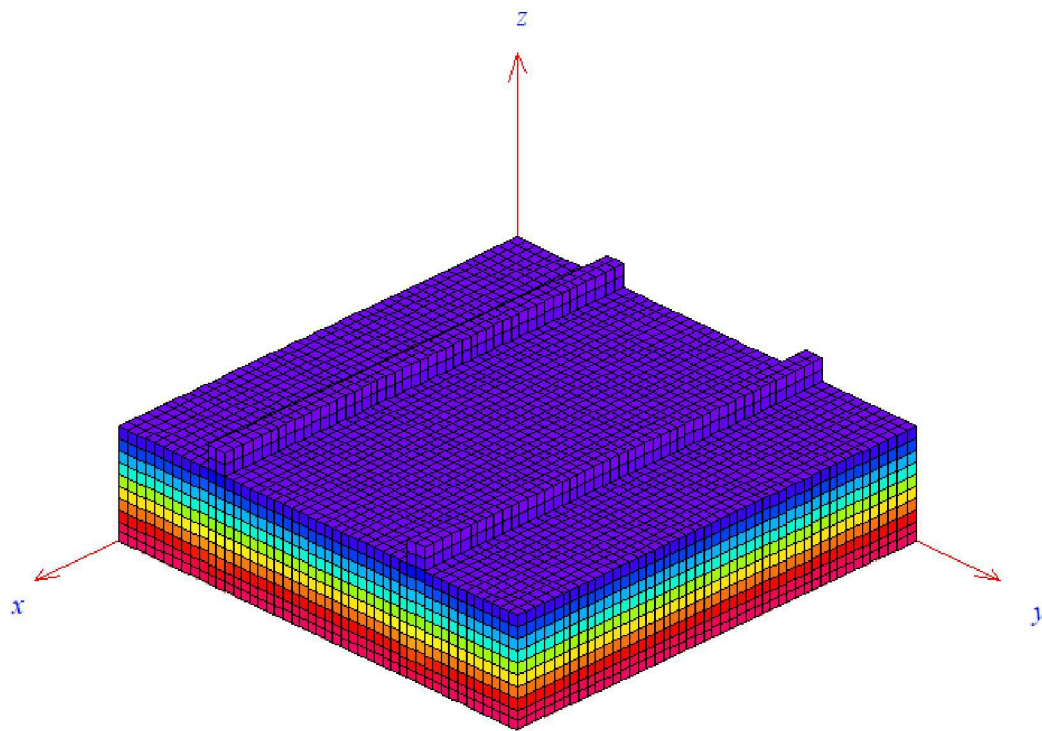




Трёхмерное температурное поле узла

Температура шкалы, °C

Вариант 3



### **Список используемой литературы**

1. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
2. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*.