

**Расчет среднемесячной температуры на  
поверхности балки, расположенной в  
грунте, методом тепловых полей**

**1-17-ТУ-1**

Выполнил:

Потовой С.М.

Проверил:

Шелестов А.В.

2016 г.

## Содержание

1. Введение.....	3
2. Расчетные условия.....	3
3. Условия моделирования нестационарных расчетов в программе HEAT2.....	4
3.1 Размеры грунта.....	4
3.2. Характеристики грунта.....	4
3.3. Характеристики материалов.....	4
3.4 Граничные условия.....	5
3.5 Расчетная наружная температура.....	5
4. Результаты расчета.....	6
Приложение А.....	7
Список используемой литературы.....	12

## 1. Введение

Целью расчета является определение среднемесячной температуры поверхности железобетонных балок, расположенных в грунте, за расчетный период времени (один год).

## 2. Расчетные условия

Расчетные условия представлены в таблице 1.

Таблица 1.

№ п.п.	Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Ед. изм.	Расчетное значение*
1	Расчетная температура наружного воздуха	$t_n$	°С	-38
2	Расчетная температура внутреннего воздуха	$t_e$	°С	+16
3	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{om} (< 8^{\circ}\text{C})$	°С	-11,3
4	Среднегодовая температура наружного воздуха	$t_{cp.год}$	°С	-1,9
5	Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности стен, грунта	$\alpha_n$	Вт/(м <sup>2</sup> *°С)	23
6	Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стен, пола	$\alpha_v$	Вт/(м <sup>2</sup> *°С)	8,7
7	Коэффициент теплоотдачи грунта	$\alpha_r$	Вт/(м <sup>2</sup> *°С)	8,7
8	Местоположение объекта		г.	Чита

\* Условия эксплуатации ограждающих конструкций А.



## 3. Условия моделирования стационарных расчетов в программе HEAT2

### 3.1 Размеры грунта

Минимальные размеры грунта определяют плоскости усечения в геометрической модели:

- в горизонтальном направлении внутри здания:  $0,5 B$ ;
  - в горизонтальном направлении снаружи здания:  $2,5 B$ ;
  - в вертикальном направлении ниже уровня земли:  $2,5 B$ ,
- где  $B$  – это ширина (меньший размер) пола.

### 3.2. Характеристики грунта

В расчетах принят однородный грунт, состоящий из легко промерзающей почвы со следующими характеристиками:

- Теплопроводность (замерзшего грунта)  $\lambda_f = 2,5 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$
- Теплопроводность (незамерзшего грунта)  $\lambda = 1,5 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$
- Объемная теплоемкость (замерзшего грунта)  $C_f = 1,9 \times 10^6 \text{ Дж}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$
- Объемная теплоемкость (незамерзшего грунта)  $C = 3 \times 10^6 \text{ Дж}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$
- Скрытое тепло замерзания на куб. метр  $L = 150 \times 10^6 \text{ Дж}/\text{м}^3$

### 3.3. Характеристики материалов

Материалы, используемые для расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2.

№ п.п.	Материал	Толщина, мм	Теплопроводность в условиях А, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)
1	Железобетон	150	1,92
2	XPS ТехноНИКОЛЬ CARBON PROF 300	50	0,032
3	Кирпичная кладка из силикатного кирпича	120	0,76
4	ТЕХНОБЛОК СТАНДАРТ	150	0,039

### 3.4 Граничные условия

Для двумерных расчетов берется вертикальная симметричная плоскость посередине здания, которая принимается за адиабатическую границу (благодаря чему возможно моделирование половины здания).

За пределами здания вертикальная плоскость усечения принимается за адиабатическую границу. Горизонтальная плоскость усечения в грунте также принимается за адиабатическую границу.

Поверхностные сопротивления, применимые к внутренней поверхности пола и к наружной поверхности грунта приняты согласно СП 50.13330.2012.

### 3.5 Расчетная наружная температура

Для определения наружной температуры воздуха используется синусоидальная вариация наружной температуры, представленная в уравнении:

$$\theta_e = \bar{\theta}_e + \widetilde{\theta}_e \cos(2\pi t/t_p)$$

где:

$\theta_e$  - температура наружного воздуха во время  $t$ , в °С;

$\bar{\theta}_e$  - среднегодовая температура наружного воздуха, в °С;

$\widetilde{\theta}_e$  - амплитуда синусоидальной вариации, 22,05;

$t_p$  - один год выраженный в секундах ( $3,15 \times 10^7$  с).

#### 4. Результаты расчета

Среднемесячные значения температуры поверхности балки, полученные в результате расчета тепловых полей, представлены в таблице 3.

Таблица 3

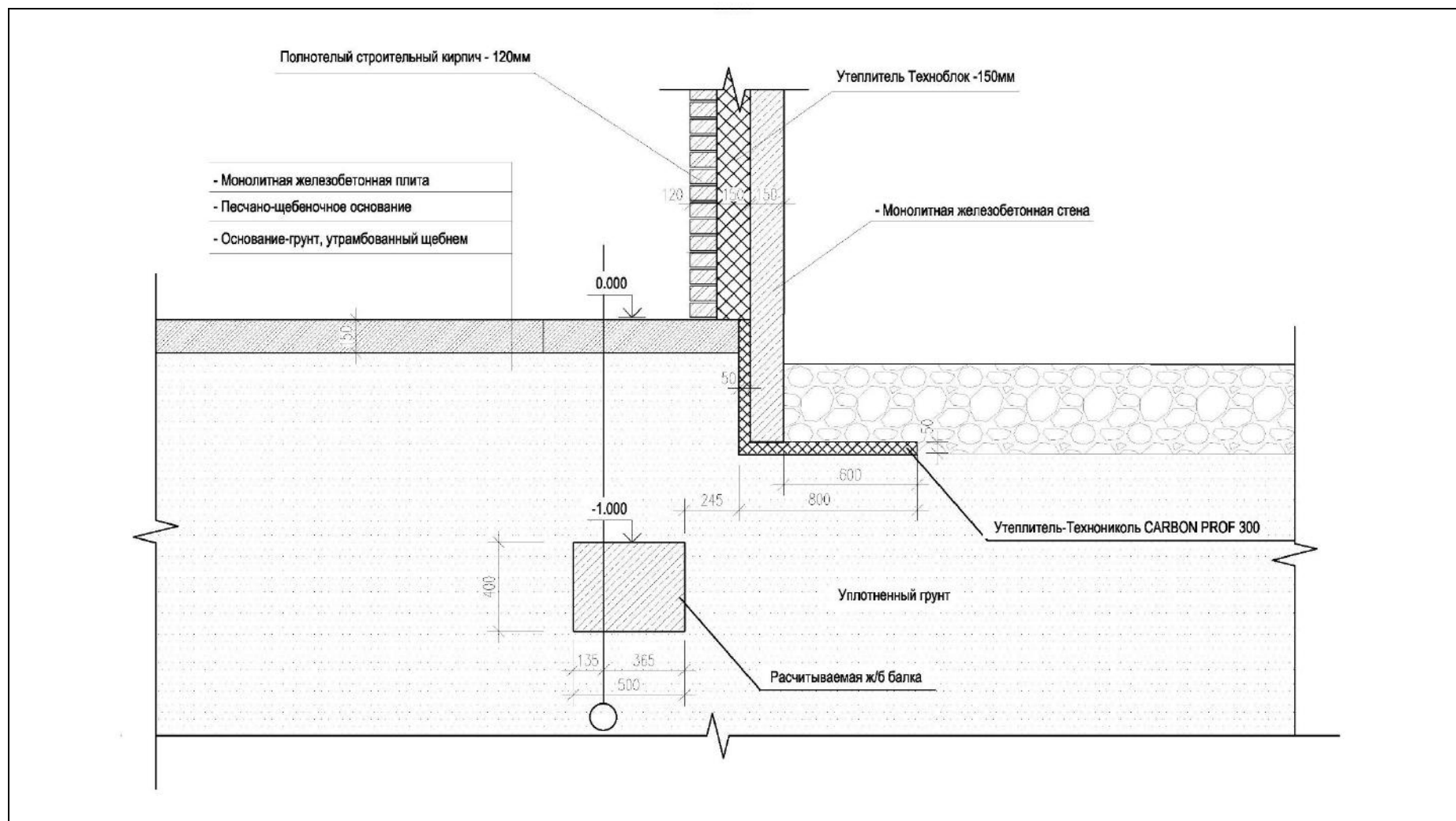
Месяц	Ян.	Фев.	Март	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб.	Дек.
Температура* °C	<b>+4,2</b>	+4,6	+6	+7,5	+9,2	<b>+10,5</b>	+10,2	+9,7	+8,3	+6,9	+5,6

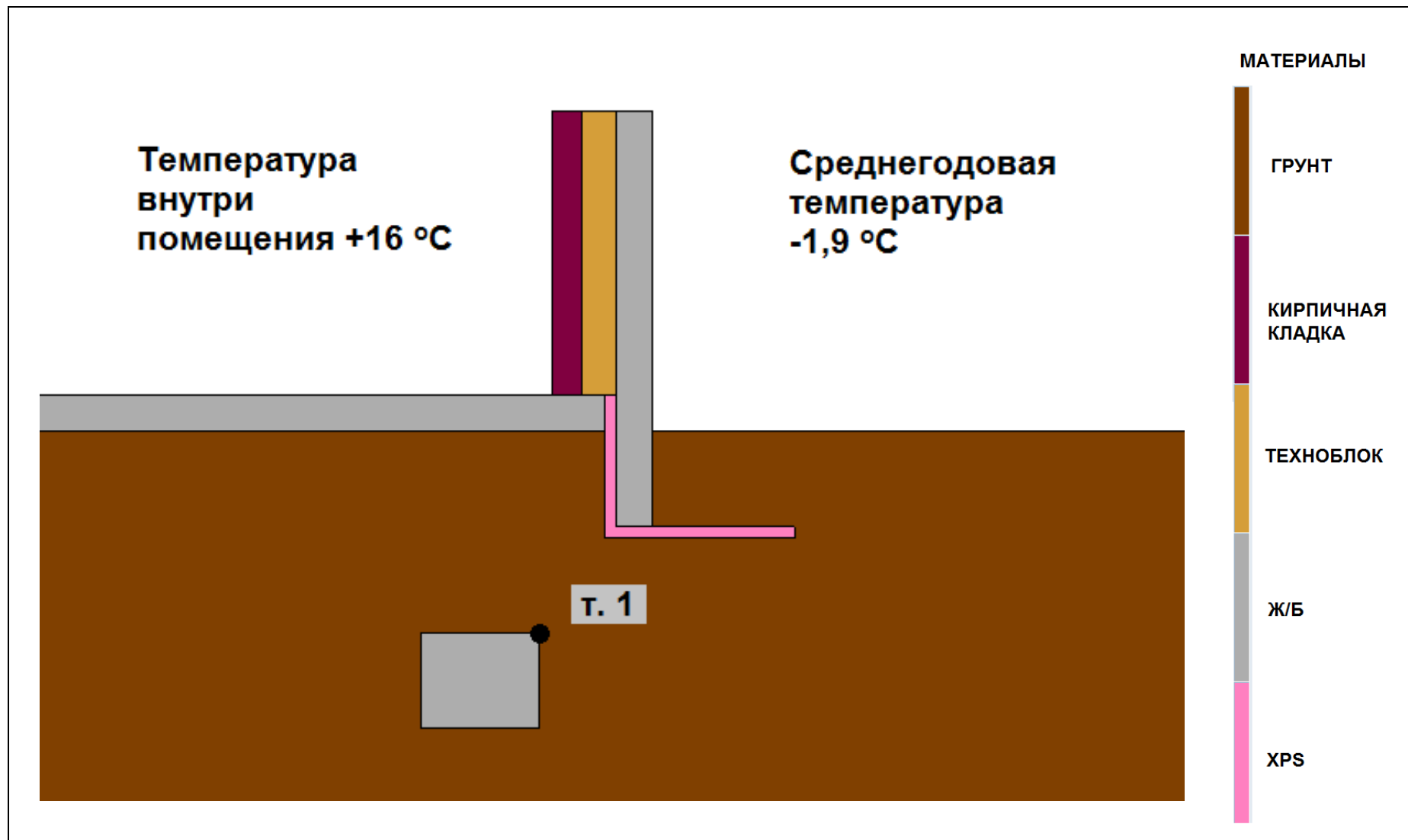
\* Значения температур брались из результатов расчета второго года.

Согласно полученным результатам, перепад температур на поверхности балки в течении одного года составит 6,3 °C.

## Приложение А (графическое представление результатов расчета)

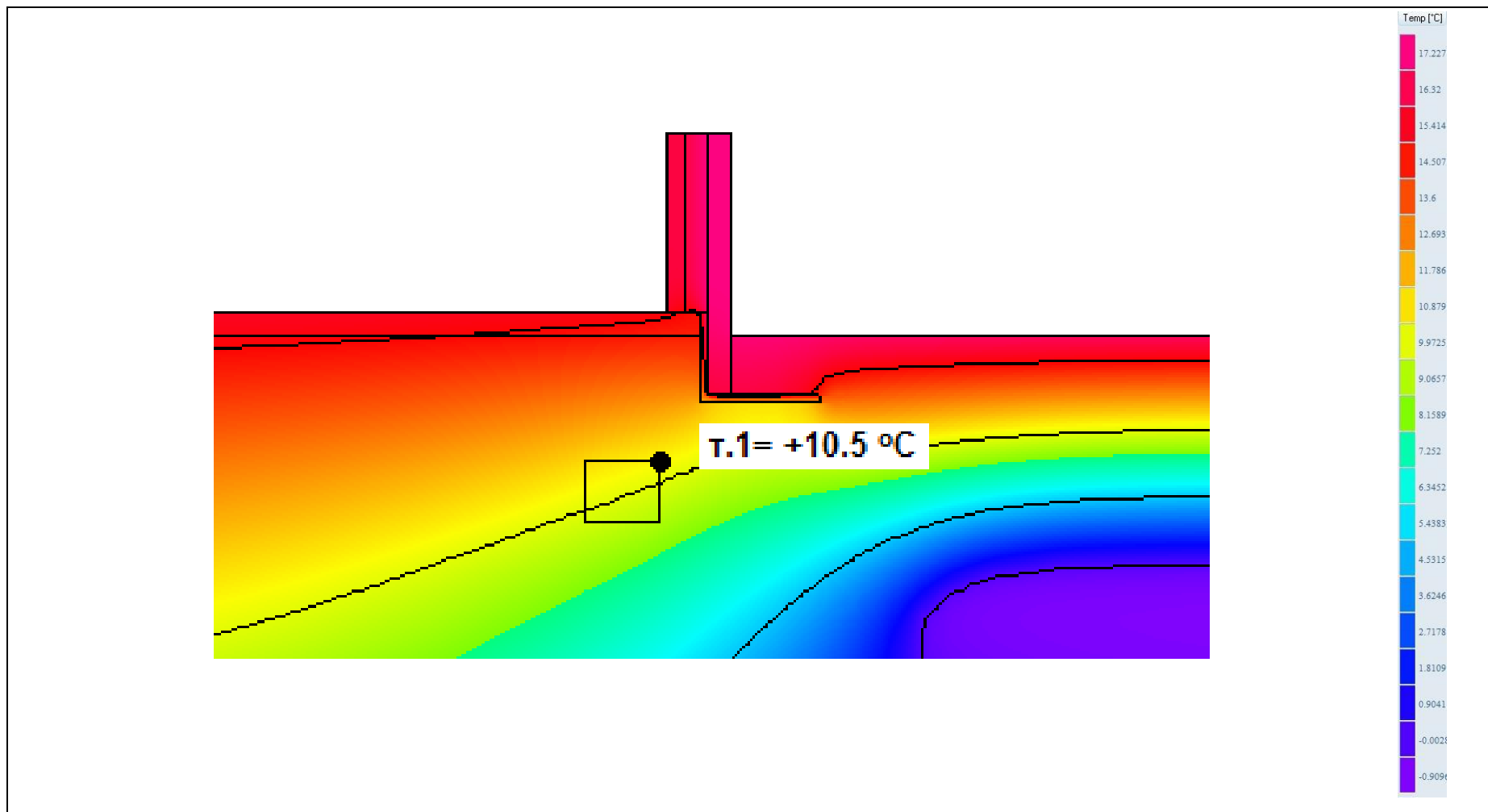
### А) Геометрическая схема



**Б) Расчетная схема**

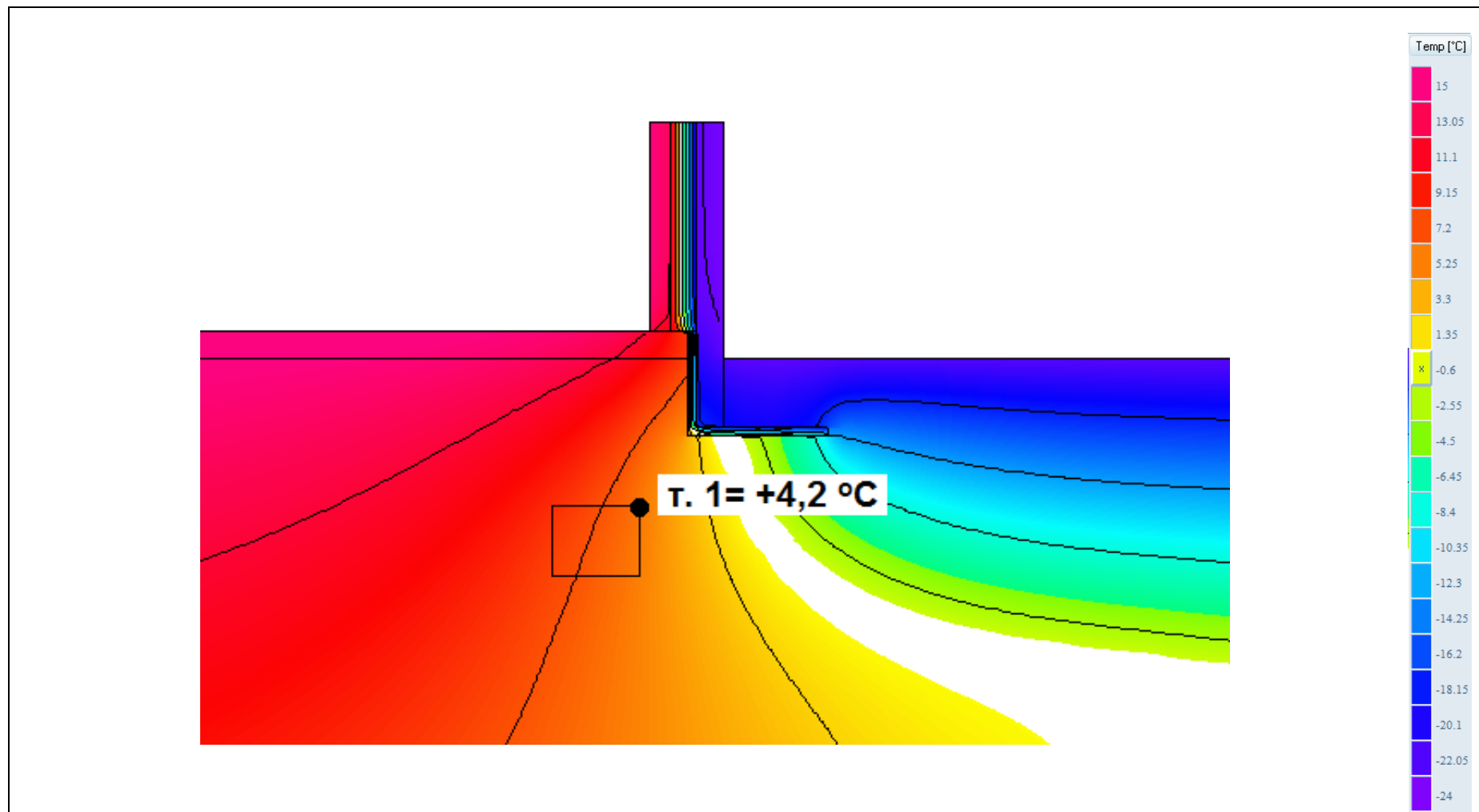


В) Двухмерное температурное поле узла, рассчитываемое в программе HEAT2. Расчетное время – ИЮЛЬ



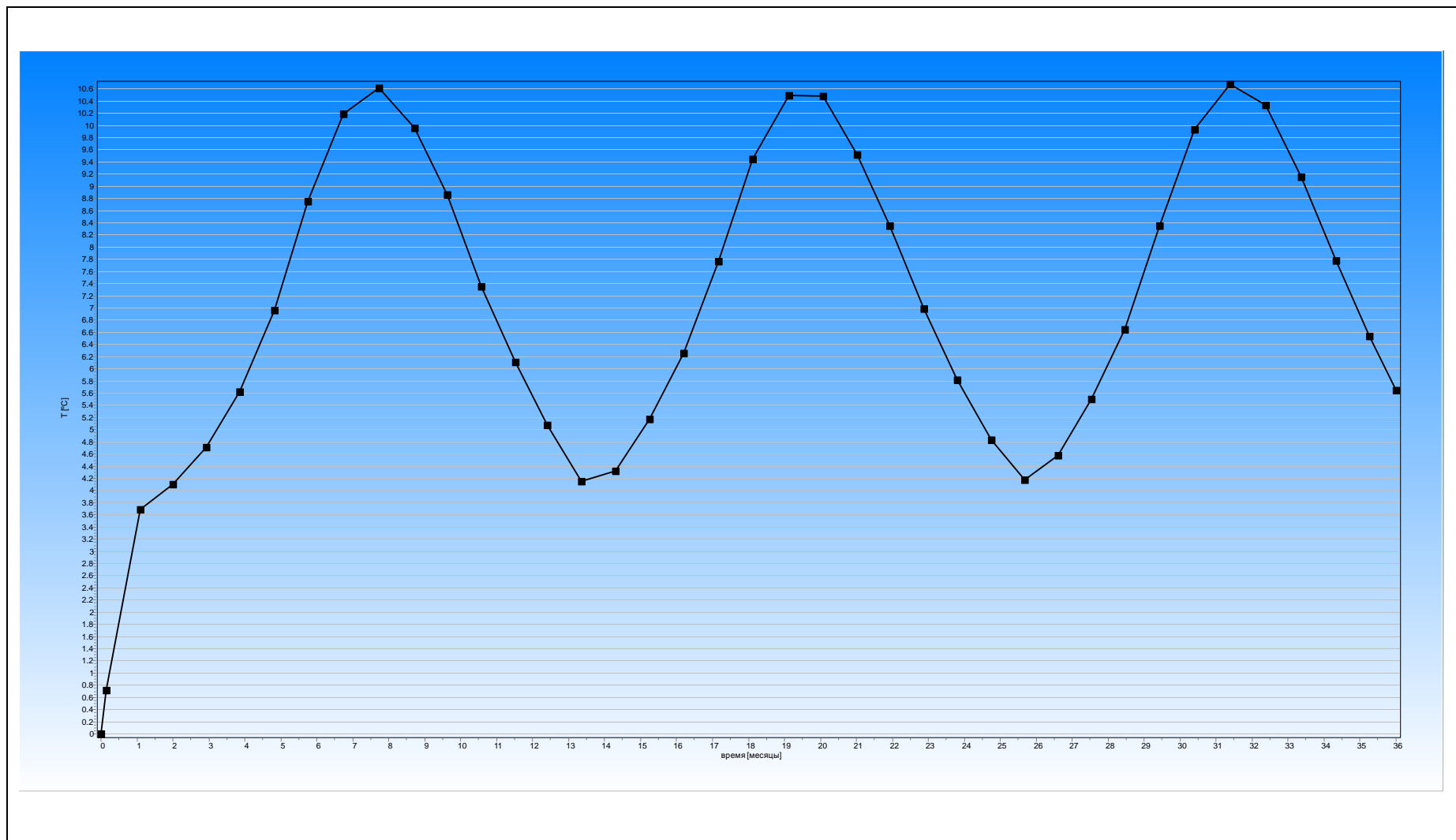
\* изотермы расположены с шагом 5 °C

Г) Двухмерное температурное поле узла, рассчитываемое в программе HEAT2. Расчетное время – Январь



\* изотермы расположены с шагом 5 °С

Д) График распределения температур на поверхности балки (в точке т.1) за период 3 года



### 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\*.
3. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий
4. ISO 13793 Тепловая характеристика зданий. Расчет фундаментов для предотвращения морозного пучения.