

**Санкт-Петербургский государственный университет  
информационных технологий, механики и оптики**

**Кафедра компьютерной теплофизики и энергофизического мониторинга**

---

**Выпускная квалификационная работа  
«Тепловой режим блока питания»**

**Специальность - теплофизика  
Квалификация – бакалавр**

**Автор работы – Истомин А.Н.  
Руководитель – Егоров В.И.**

- Санкт-Петербург
- 2016

# Цель работы

---

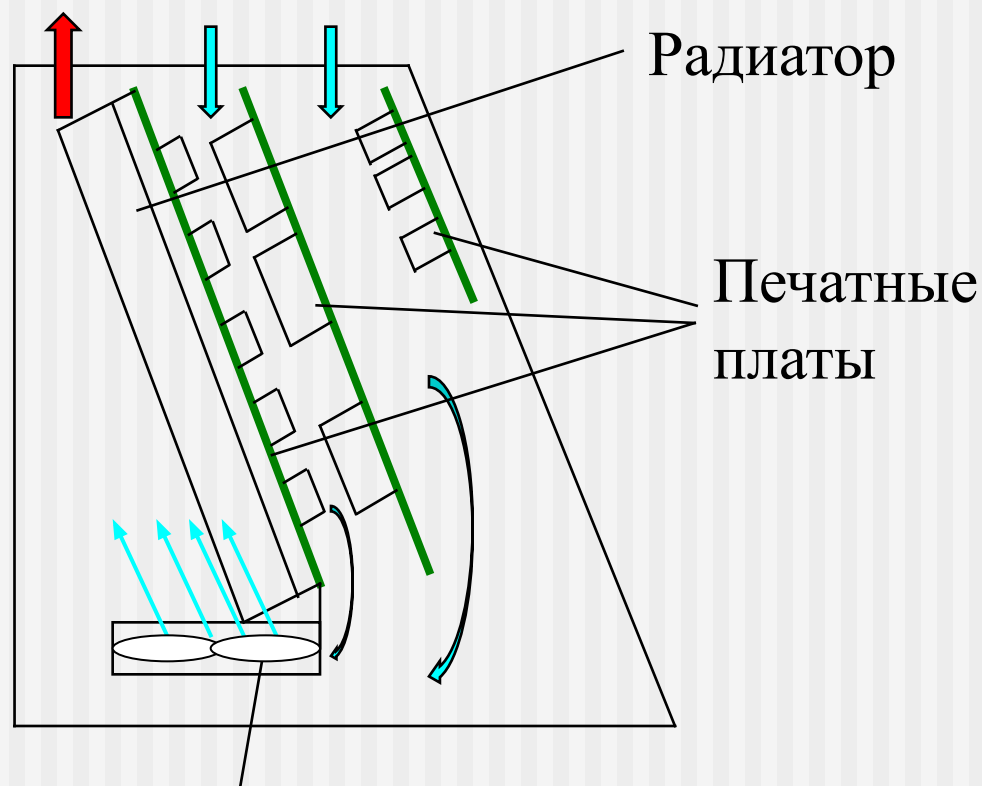
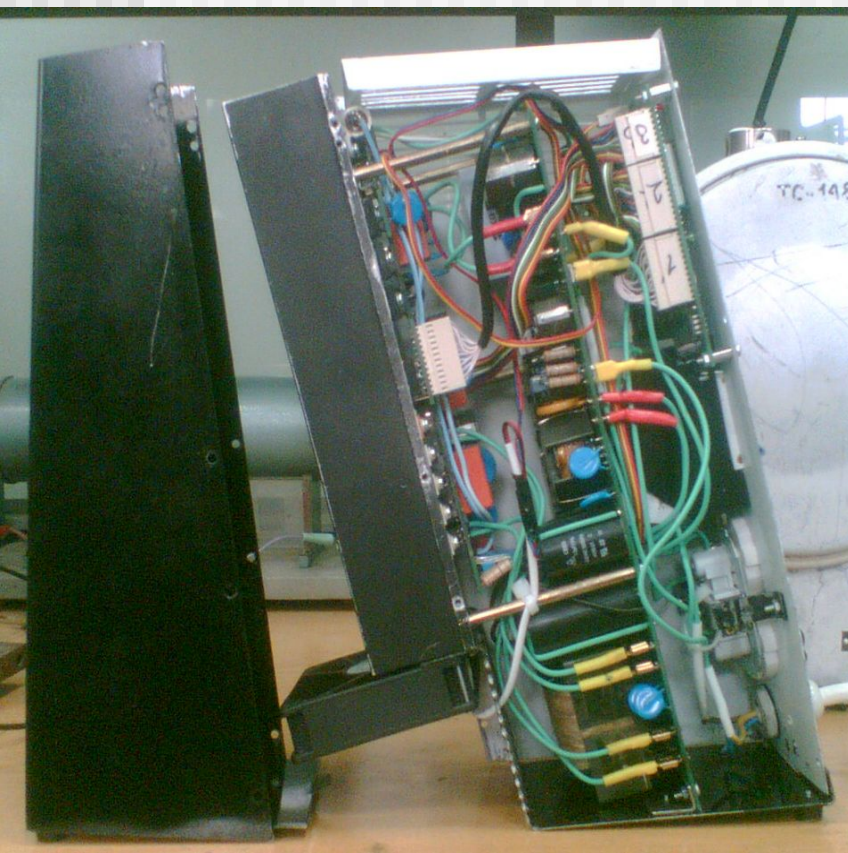
- Рассмотреть тепловой режим блока питания на примере стабилизатора напряжения TLVS-15
- Разработать методику оптимизации теплового режима блока питания

# Стабилизатор напряжения TLVS-15



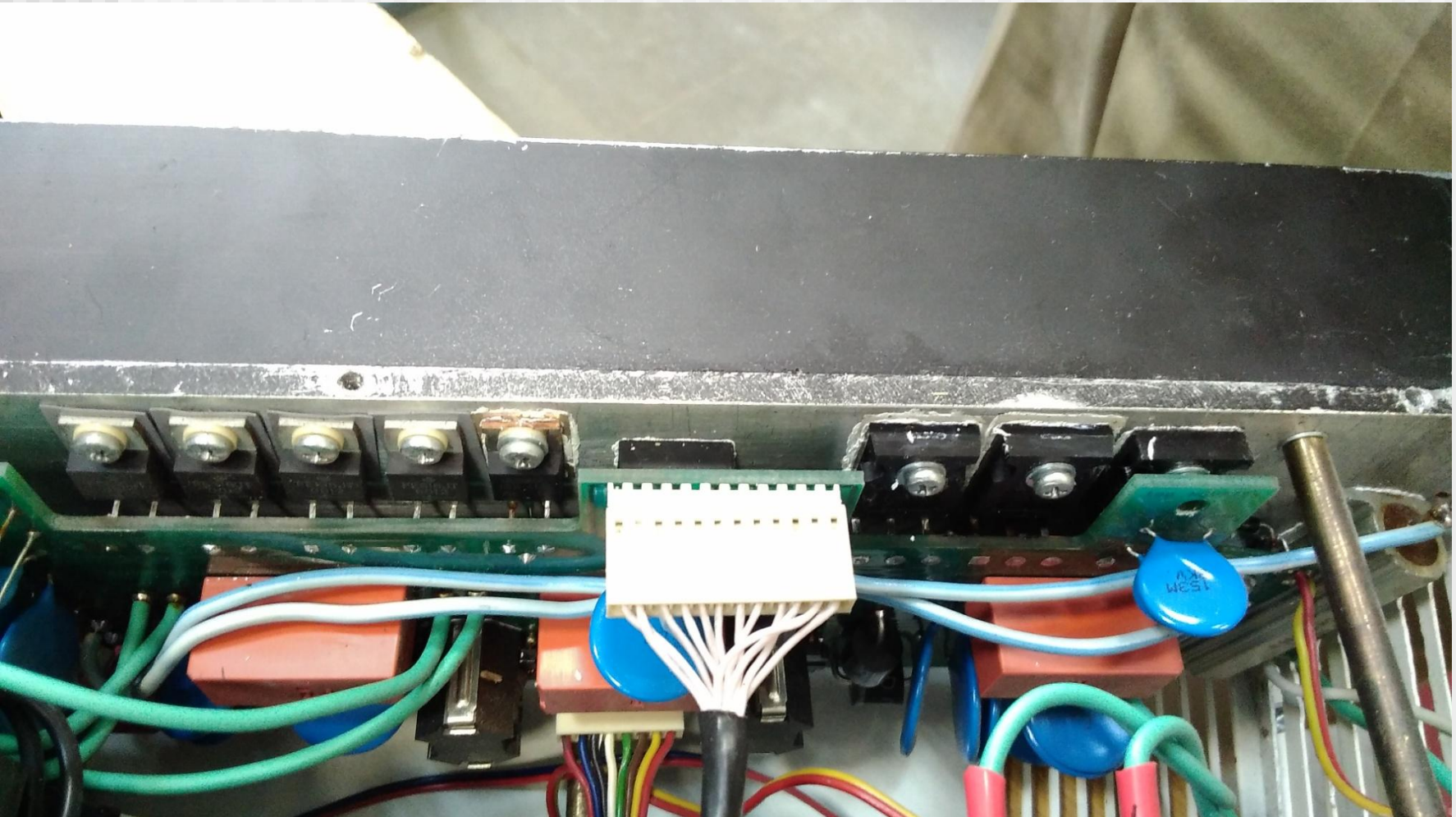
Прибор должен стабилизировать выходное напряжение от 170В до 240В с погрешностью 1 В, при входном напряжении от 150 В до 250 В. Стабилизируемая мощность 1500 Вт. Температура среды (помещение) от  $+5^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$

# Вид прибора без кожуха



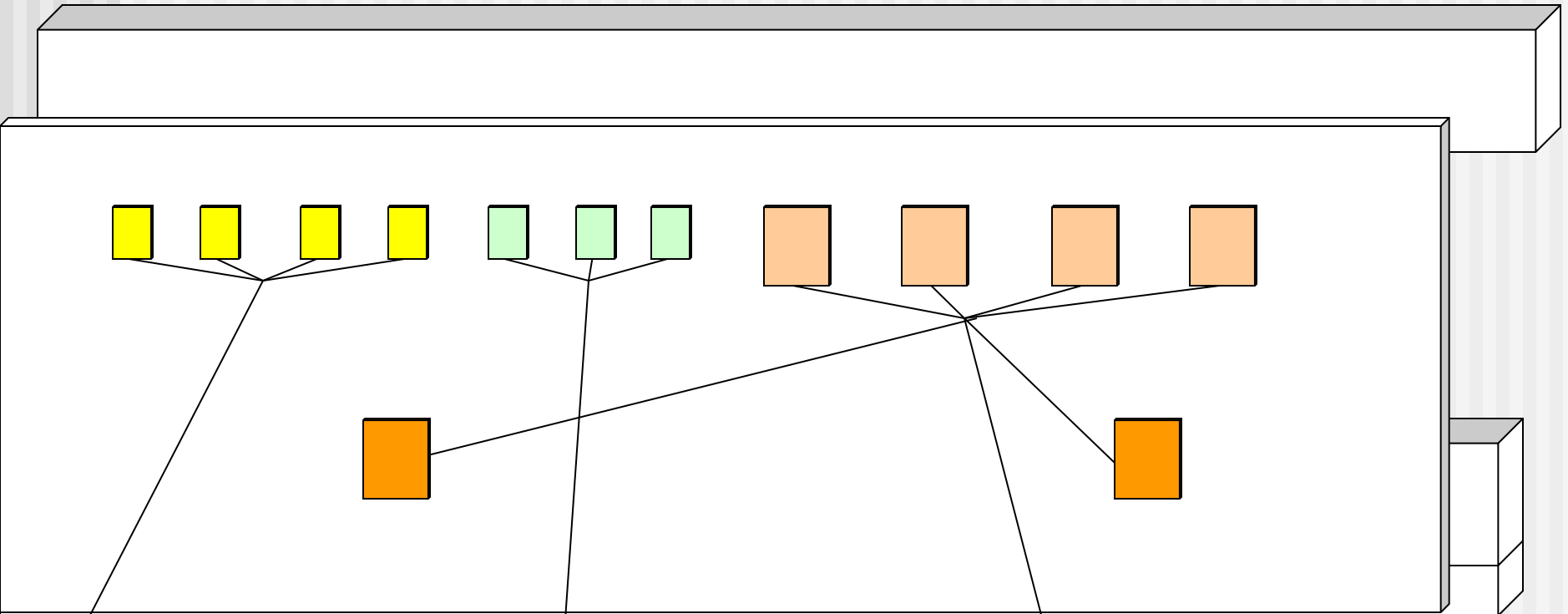
Вентилятор типа JF0925S1H,  
обеспечивающим  
производительность 1,47 м<sup>3</sup>/мин

# Расположение тепловыделяющих элементов на радиаторе



# Схема расположения

## тепловыделяющих элементов на радиаторе

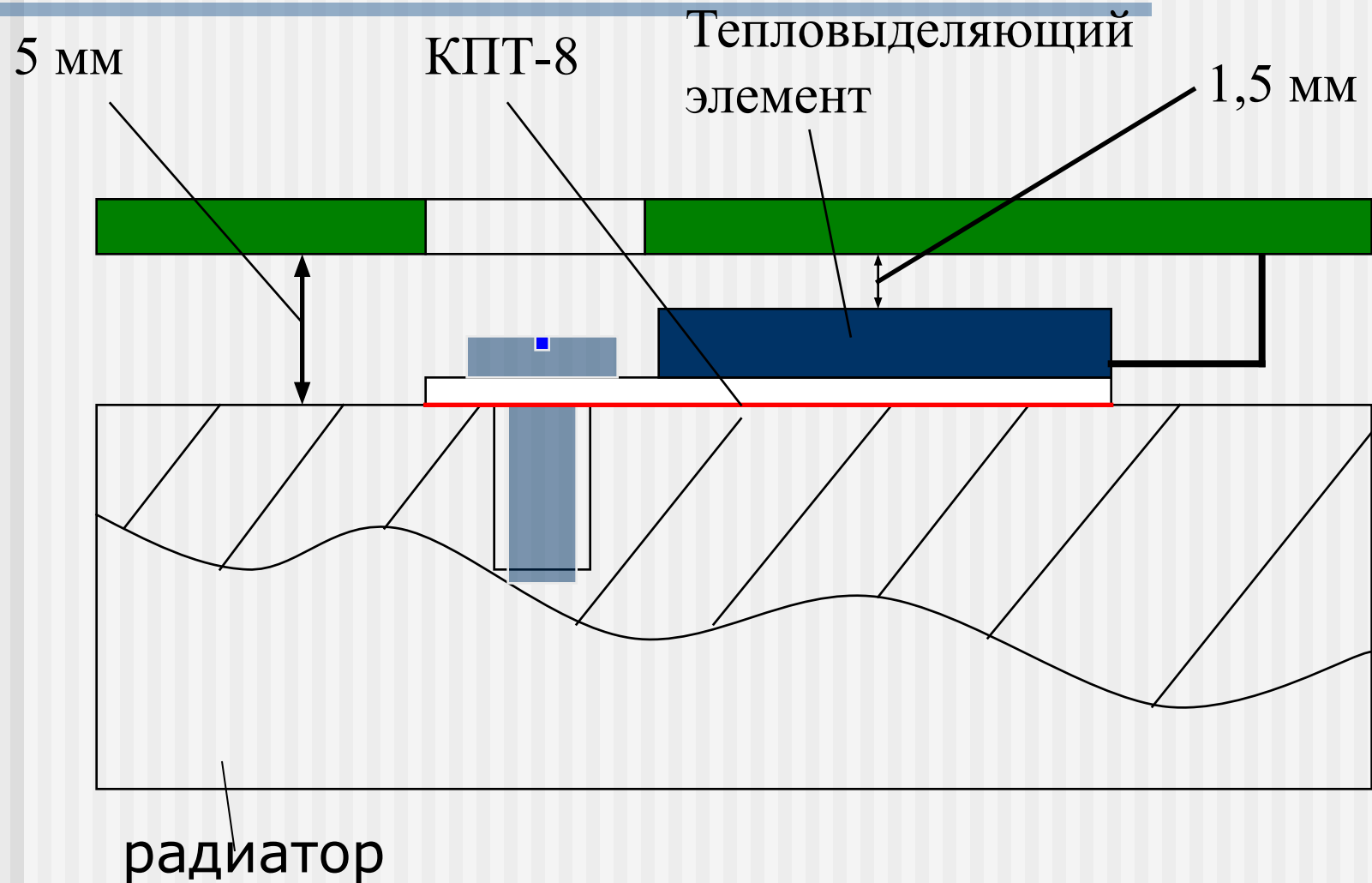


Диоды  
FES16AT-JT

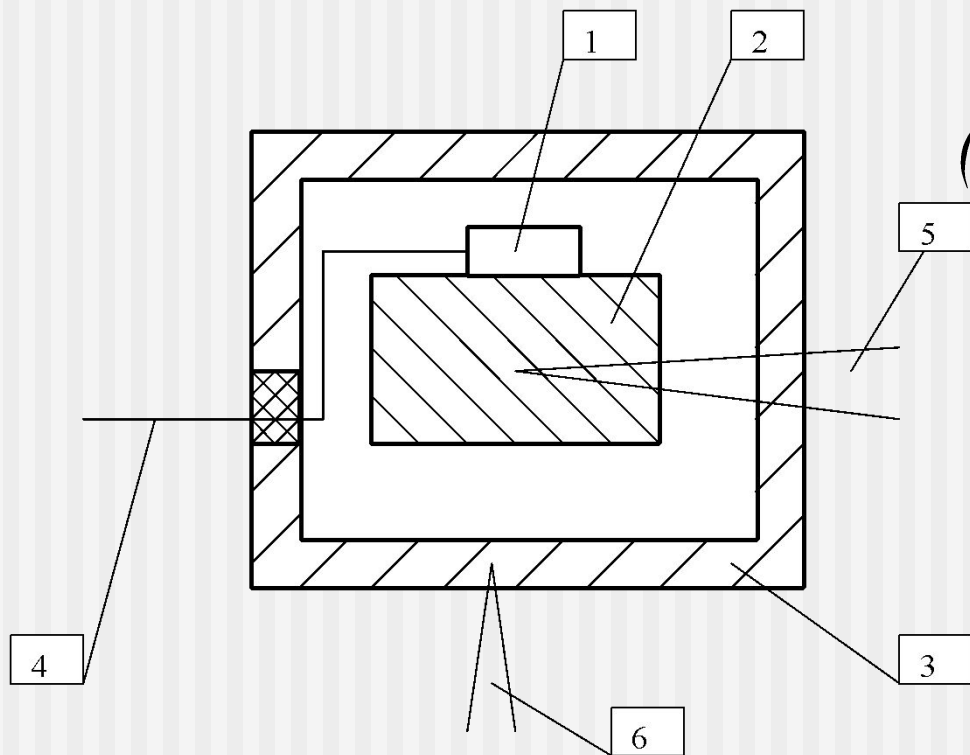
Выпрямительные  
диодные сборки  
КД638АС

Транзисторы  
IRGS30B120K

# Крепление элементов на радиаторе



# Методика измерения мощности тепловыделения в элементах



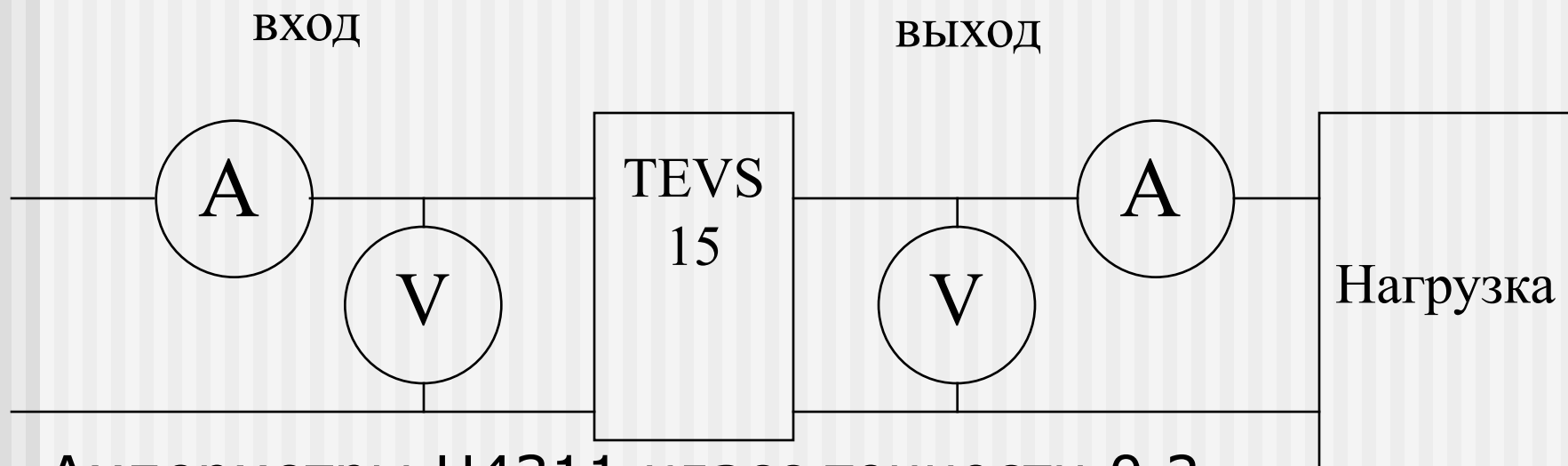
$$(c_1 + c_2) \frac{dT_2}{dt} + \sigma_{23}(T_2 - T_3) = \Phi_1,$$

Зная величины  $c_1$ ,  $c_2$  и  $\sigma_{23}$  из предварительных калибровочных опытов можно по формуле получить значение мощности  $\Phi_1$

1 – Тепловыделяющий элемент, 2 – калориметрическое ядро, 3 – оболочка, 4 – кабель электропитания, 5, 6 – датчики температуры.



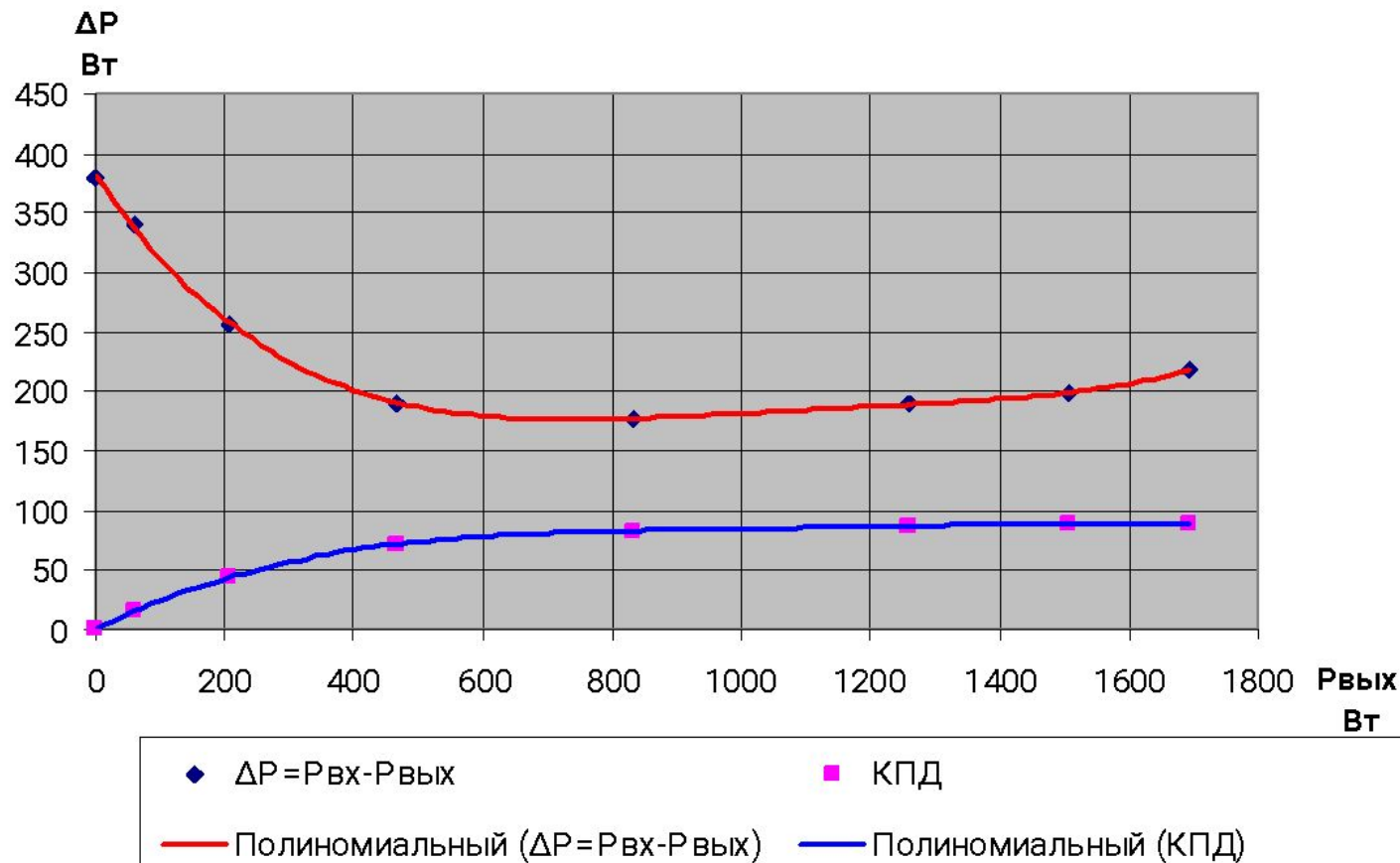
# Определение мощности тепловыделений во всем приборе



Амперметры Ц4311 класс точности 0,2  
Вольтметры Ц4311 класс точности 0,2  
Резистивная нагрузка на выходе 30 Ом

# Зависимость мощности теплопотерь и КПД от выходной МОЩНОСТИ

Зависимость мощности теплопотерь и КПД  
от выходной мощности



# Расчет коэффициентов теплообмена и тепловых сопротивлений

1.1. Коэффициентов теплообмена корпусов элементов с платой

$$\alpha_{\text{КС}} = \varepsilon_{\text{пр}} \cdot \varphi \cdot f(T_{\text{к}}, T_{\text{ср}}) + \lambda_{\text{воз}} / \delta_{\text{заз}}$$

1.2. Тепловых сопротивлений корпусов элементов с основанием радиатора

$$R_{\text{КОНТ}} = r/S$$

1.3. Расчет эффективного коэффициента теплообмена ребренной поверхности

$$Re = V_p \cdot L / \nu$$

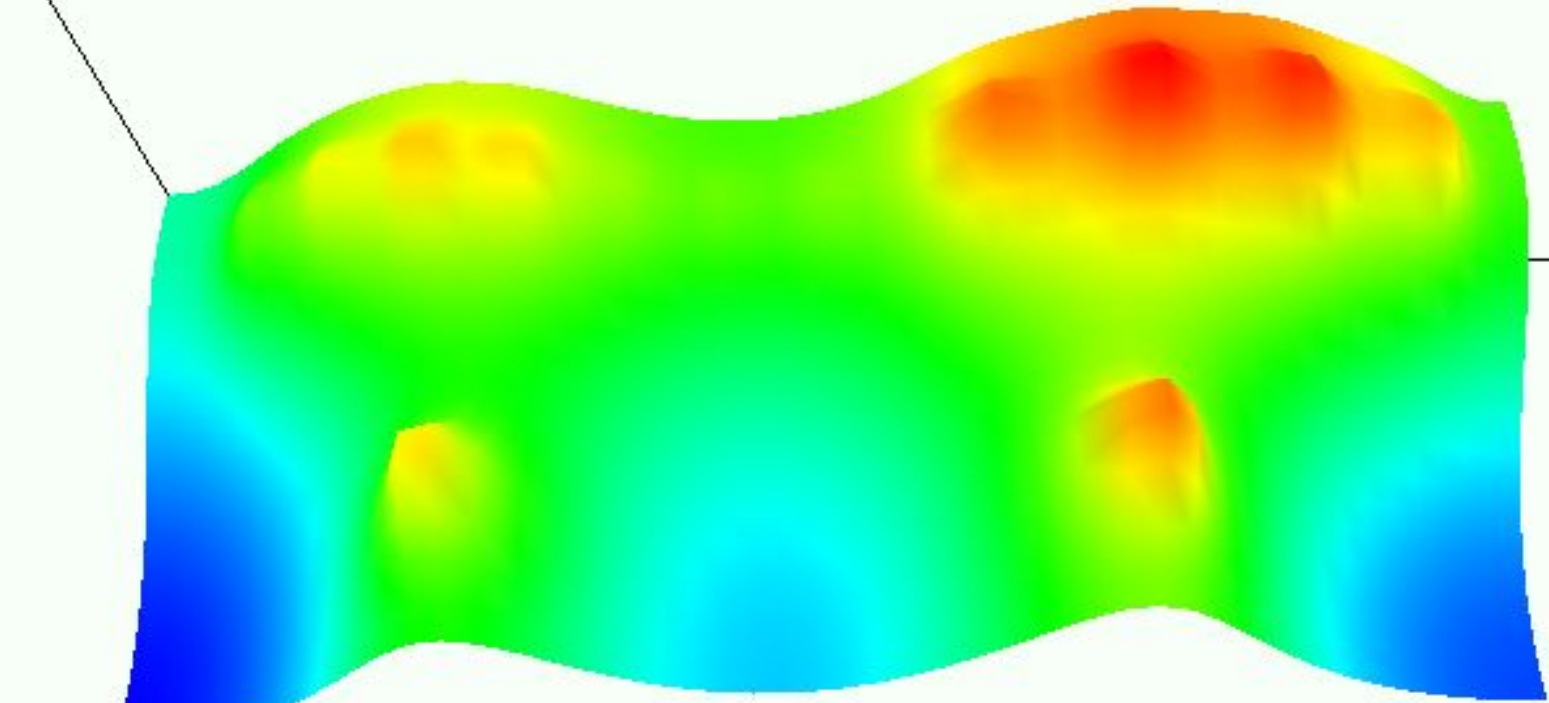
$$Nu = 0,49 \cdot Re^{0,5} \text{ при } Re < 1000 ;$$

$$Nu = 0,194 \cdot Re^{0,65} \text{ при } Re \geq 1000$$

$$\alpha = Nu \cdot \lambda / L$$

# Температурное поле основания радиатора

Максимальная температура  $114^{\circ}\text{C}$



Минимальная температура  $101^{\circ}\text{C}$

# Результаты расчета основания радиатора

Элемент	Мощность Вт	Допустимая температура, <sup>0</sup> С	Температура радиатора под элементом, <sup>0</sup> С	Температура корпуса элемента, <sup>0</sup> С
FES16AT-JT	10	150	108	114,7
FES16AT-JT	10	150	110	116,7
FES16AT-JT	10	150	111	117,7
FES16AT-JT	10	150	111	117,7
КД638АС	5	100	109	112,3
КД638АС	5	100	108,5	111,8
КД638АС	5	100	109	112,3
IRGS30B120K	15	170	112	118,7
IRGS30B120K	15	170	113,5	120,2
IRGS30B120K	15	170	113	119,7
IRGS30B120K	15	170	111	117,7
IRGS30B120K	25	170	112	123,1
IRGS30B120K	25	170	111	122,1

# Методика оптимизации конструкции стабилизатора напряжения

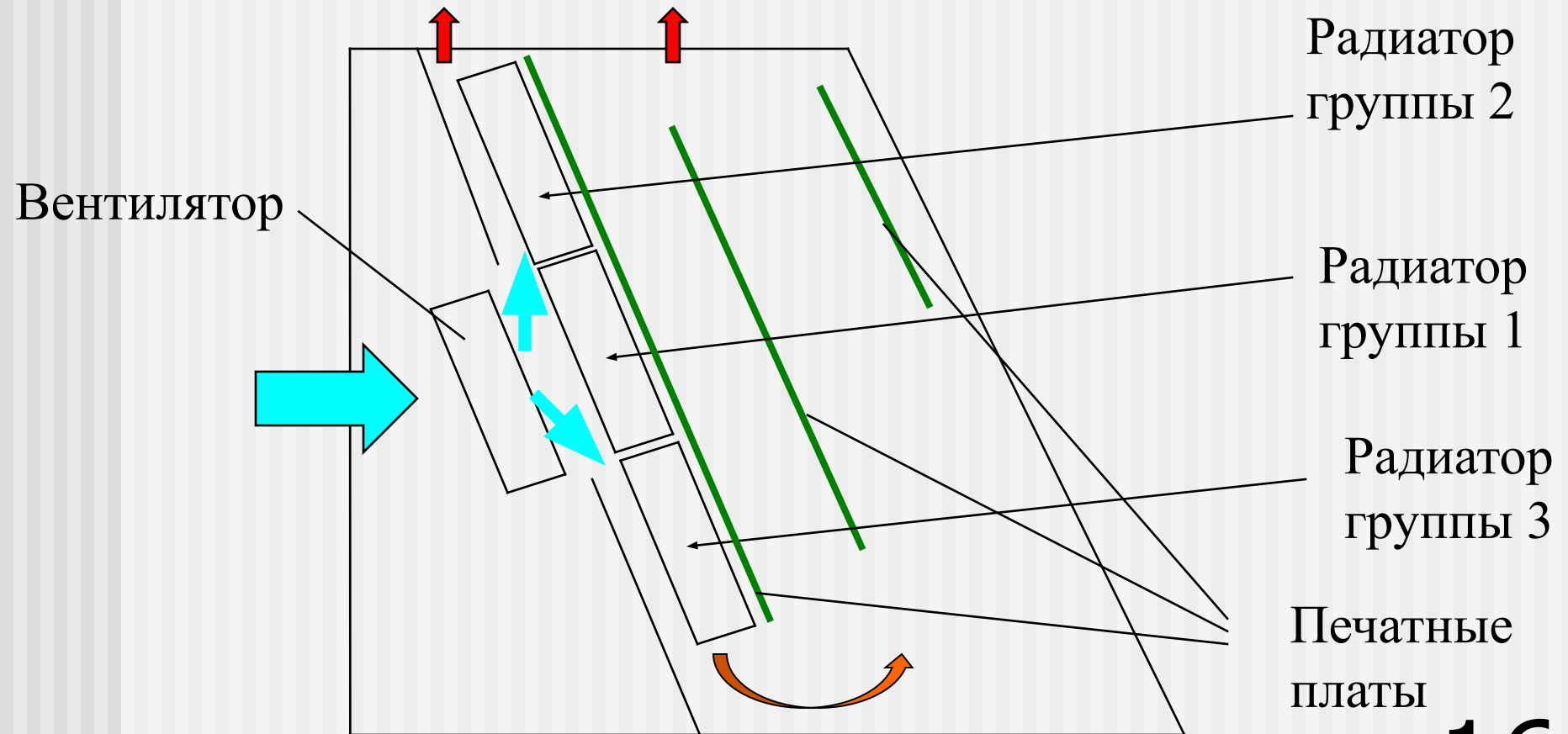
---

- Классификация элементов по требованиям к тепловому режиму и формирование групп элементов
- Определение выделяемой тепловой мощности в элементах
- Оптимизация конструкции и схемы движения воздуха
- Выбор параметров систем охлаждения для групп элементов (радиаторов и вентиляторов)

# Классификация элементов по требованиям к тепловому режиму, формирование групп элементов по допустимой температуре

Название	Тдоп °С	Кол. Шт.	Рсум Вт	$\sigma$ Вт/К
<b>группа 1</b> Диодные сборки <b>КД638АС</b>	100	3	15	0,25
<b>группа 2</b> Диоды <b>FES16AT-JT</b>	150	4	40	0,36
<b>группа 3</b> Транзисторы <b>IRGS30B120К</b>	170	6	110	0,84

# Оптимизация конструкции и схемы движения воздуха





# Выбор длины радиаторов

Название	Тдоп °С	Рсум Вт	$\sigma$ Вт/К	К1	К2	К	L м
группа 1 Диодные сборки КД638АС	100	15	0,25	0,172	0,091	0,12	0,036
группа 2 Диоды FES16AT-JT	150	40	0,36	0,248	0,242	0,24	0,072
группа 3 Транзисторы IRGS30B120К	170	110	0,84	0,579	0,667	0,64	0,192

К1-доля от общей проводимости

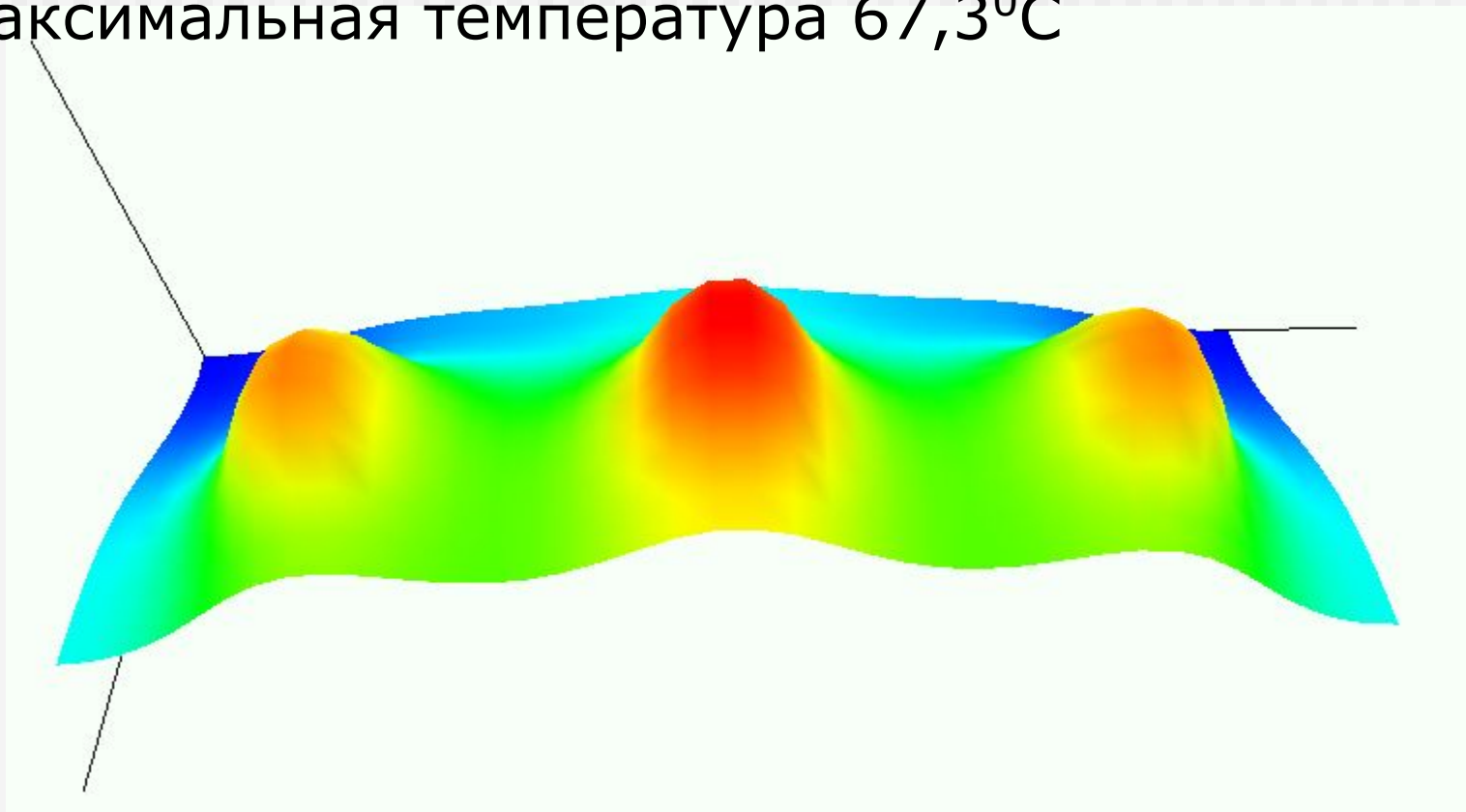
К2-доля от общей мощности

К-принятая доля длины радиатора

L-длина радиатора группы

# Температурное поле основания радиатора для группы 1

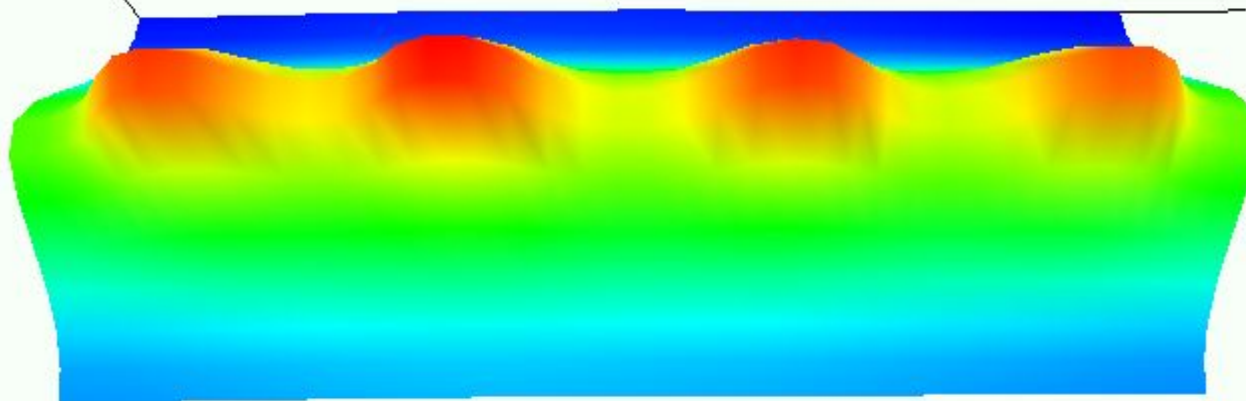
Максимальная температура  $67,3^{\circ}\text{C}$



Минимальная температура  $65,9^{\circ}\text{C}$

# Температурное поле основания радиатора для группы 2

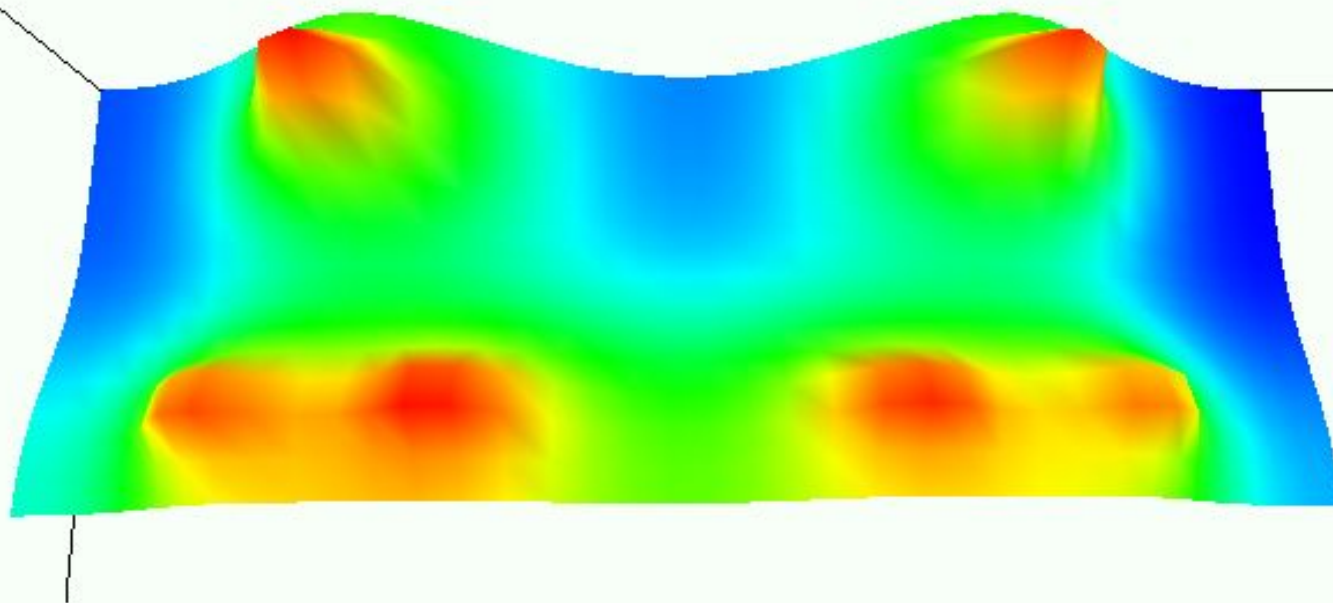
Максимальная температура  $74,7^{\circ}\text{C}$



Минимальная температура  $70,6^{\circ}\text{C}$

# Температурное поле основания радиатора для группы 3

Максимальная температура  $80,5^{\circ}\text{C}$



Минимальная температура  $73,4^{\circ}\text{C}$

# Результаты расчета

Элемент	Температура корпуса элемента <sup>0</sup> С	Допустимая температура <sup>0</sup> С	Температура корпуса элемента после оптимизации <sup>0</sup> С
FES16AT-JT	114,7	150	81,7
FES16AT-JT	116,7	150	81,7
FES16AT-JT	117,7	150	80,7
FES16AT-JT	117,7	150	79,7
КД638АС	112,3	100	70,3
КД638АС	111,8	100	70,3
КД638АС	112,3	100	70,3
IRGS30B120K	118,7	160	86,7
IRGS30B120K	120,2	160	86,7
IRGS30B120K	119,7	160	86,7
IRGS30B120K	117,7	160	85,7
IRGS30B120K	123,1	160	91,1
IRGS30B120K	122,1	160	91,1

# Заключение

---

1. В процессе выполнения дипломной работы рассмотрены особенности тепловых характеристик элементной базы блока питания.
2. Проведены эксперименты, результаты которых использованы в дальнейших расчетах.
3. Проведен расчет температур корпусов силовых элементов, размещенных на радиаторе.
4. Предложена методика оптимизации конструкции блока питания .
5. На базе данной методики сформулированы рекомендации по усовершенствованию конструкции стабилизатора напряжения.