

# 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕПЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ



Евсиков Игорь Александрович

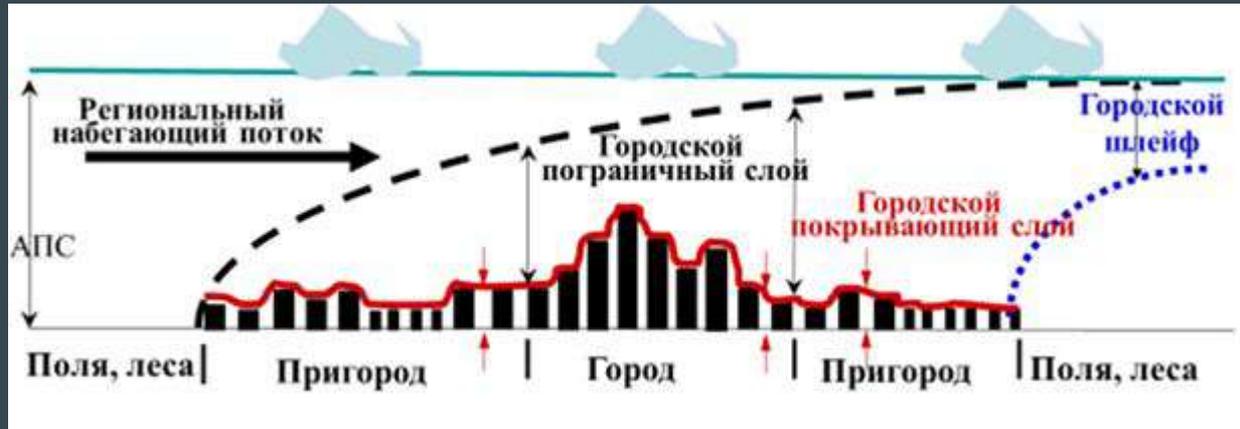
*ФГБОУ ВО «СПбГАСУ»*

Фролькис Виктор Абрамович

*ФГБОУ ВО «СПбГАСУ»  
ФГБОУ ВО «СПбГЭУ»  
ФГБУ «ГТО» им. А. И. Воейкова*

# Проблемы

- Негативное влияние на окружающую среду антропогенного потока тепла (АПТ)
- Несбалансированное энергопотребление городского хозяйства

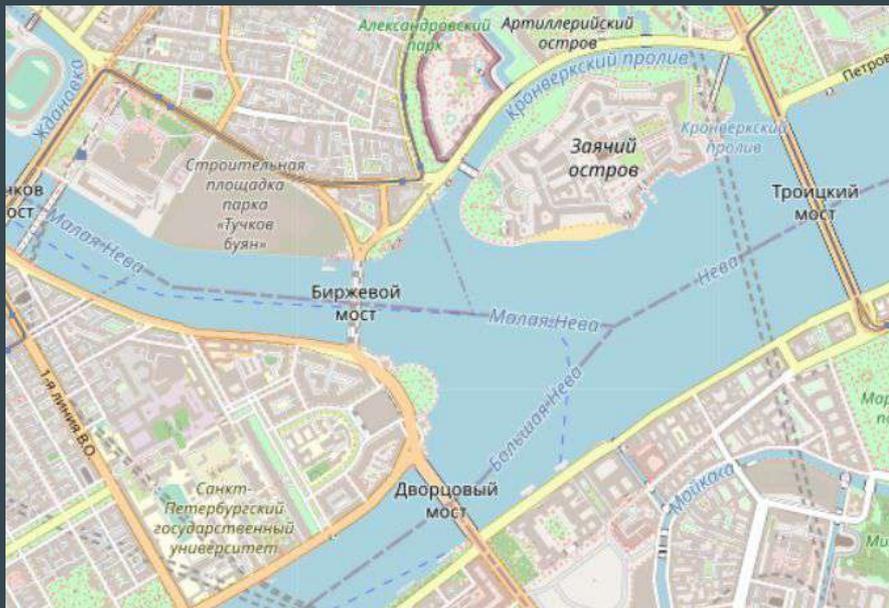


# Задачи

- Получить 3D модель города на основе данных из открытых ГИС
- Оценить АПТ, связанный с расходом энергии на отопление зданий
- Построить карту-схему распределения удельного по площади АПТ



# OpenStreetMap (OSM)



```
<node id="223639" visible="true" version="7" changeset="32936222"
"2015-07-28T16:25:08Z" user="EIjas" uid="700550" lat="59.9475840"
<node id="223641" visible="true" version="6" changeset="38244341"
"2016-04-02T08:46:58Z" user="Dinamik" uid="39040" lat="59.9440931"
<tag k="bus" v="yes"/>
<tag k="name" v="Биржевая площадь"/>
<tag k="name:ru" v="Биржевая площадь"/>
<tag k="public_transport" v="stop_position"/>
<tag k="trolleybus" v="yes"/>
</node>
<node id="223642" visible="true" version="5" changeset="44652565"
"2016-12-24T21:54:29Z" user="yuryleb" uid="446083" lat="59.943448"
<node id="223707" visible="true" version="28" changeset="89263470"
"2020-08-11T17:18:53Z" user="mini-me" uid="3846961" lat="59.94217"
<node id="223749" visible="true" version="7" changeset="82677547"
"2020-03-26T18:30:57Z" user="aleksiy68" uid="3664566" lat="59.984"
<tag k="amenity" v="ferry_terminal"/>
<tag k="ferry" v="yes"/>
<tag k="public_transport" v="station"/>
</node>
```



# Rhinoseros

Коммерческое программное обеспечение для трехмерного NURBS-моделирования.

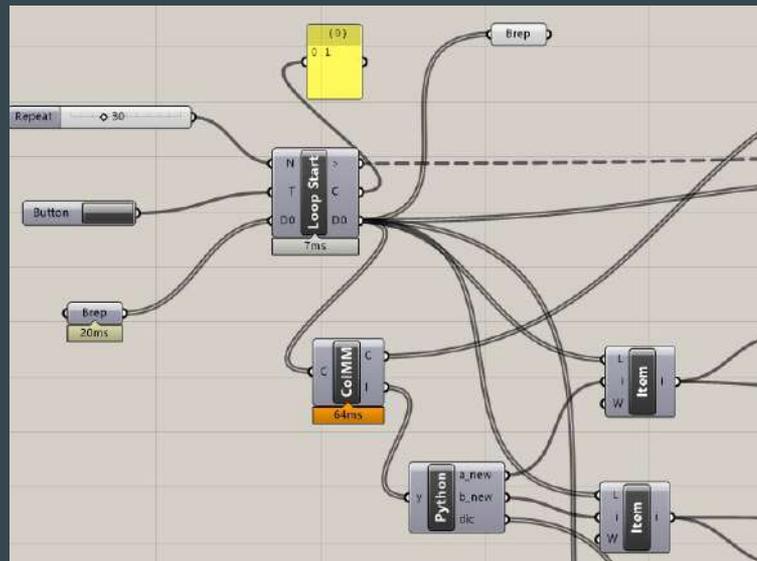


+



# Grasshopper

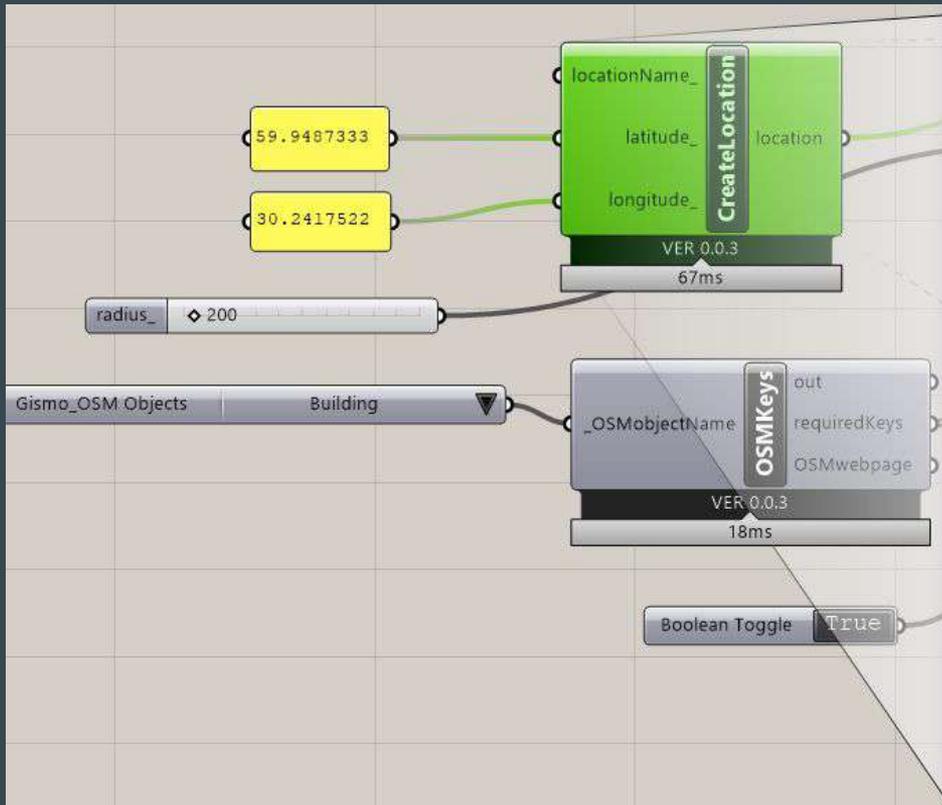
Среда визуального программирования.





```
<node id="223639" visible="true" version="7" changeset="32936222"
"2015-07-28T16:25:08Z" user="EIJas" uid="700550" lat="59.9475840"
<node id="223641" visible="true" version="6" changeset="38244341"
"2016-04-02T08:46:58Z" user="Dinamik" uid="39040" lat="59.9440931"
  <tag k="bus" v="yes"/>
  <tag k="name" v="Биржевая площадь"/>
  <tag k="name:ru" v="Биржевая площадь"/>
  <tag k="public_transport" v="stop_position"/>
  <tag k="trolleybus" v="yes"/>
</node>
<node id="223642" visible="true" version="5" changeset="44652565"
"2016-12-24T21:54:29Z" user="yuryleb" uid="446083" lat="59.943448"
<node id="223707" visible="true" version="28" changeset="89263470"
"2020-08-11T17:18:53Z" user="mini-me" uid="3846961" lat="59.94217"
<node id="223749" visible="true" version="7" changeset="82677547"
"2020-03-26T18:30:57Z" user="aleksiy68" uid="3664566" lat="59.984"
  <tag k="amenity" v="ferry_terminal"/>
  <tag k="ferry" v="yes"/>
  <tag k="public_transport" v="station"/>
</node>
```





Grasshopper Python Script Editor

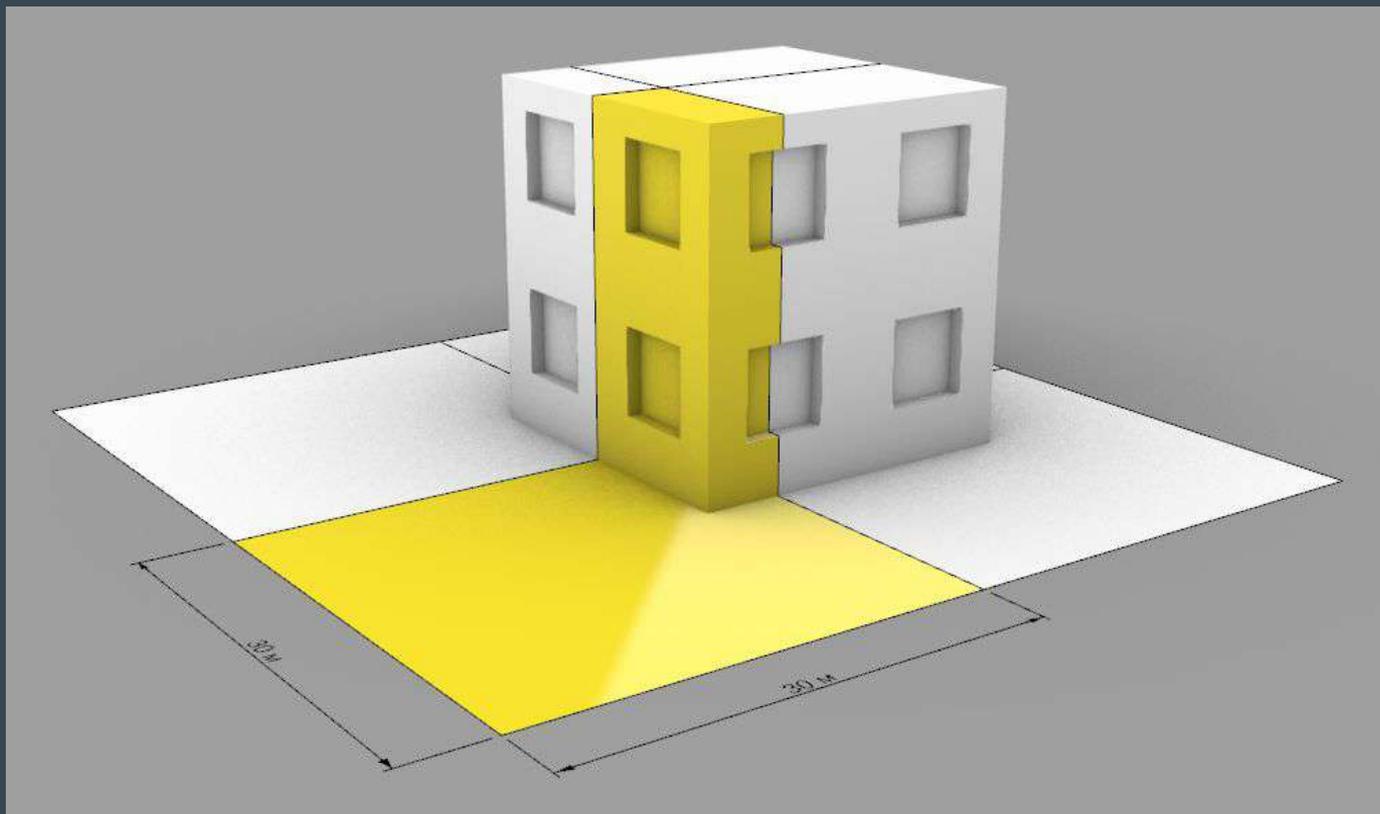
File Edit Tools Mode Help Test OK

```
50
51 import scriptcontext as sc
52 import Grasshopper
53
54
55 def checkInputs(locationName, latitude, longitude):
56     ....
57     ....# check inputs
58     ....if (locationName == None):
59         ....locationString = None
60         ....validInputData = False
61         ....printMsg = "Please define the \"locationName_\"
62         ....return location, validInputData, printMsg
63     ....
64     ....if (latitude == None):
65         ....locationString = None
66         ....validInputData = False
67         ....printMsg = "Please define the \"latitude_\" inpu
```

Output Help Compile

Cycle

# Расчет АПТ



# Расчет АПТ

Из СП 50.13330.2012 при ГСОП = 4000 °С·сут/год (в Санкт-Петербурге 4537)

$i$	Тип ограждающей конструкции	Нормативные значения приведенного сопротивления теплопередаче, $\text{м}^2\text{°С/Вт}$
1	Стены	2.8
2	Чердачные покрытия и перекрытий над неотапливаемыми подпольями и подвалами	3.7
3	Светопрозрачные ограждающие конструкции	0.63

## Расчет АПТ

$$Q_F^i = K_i (t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}) S_i,$$

где

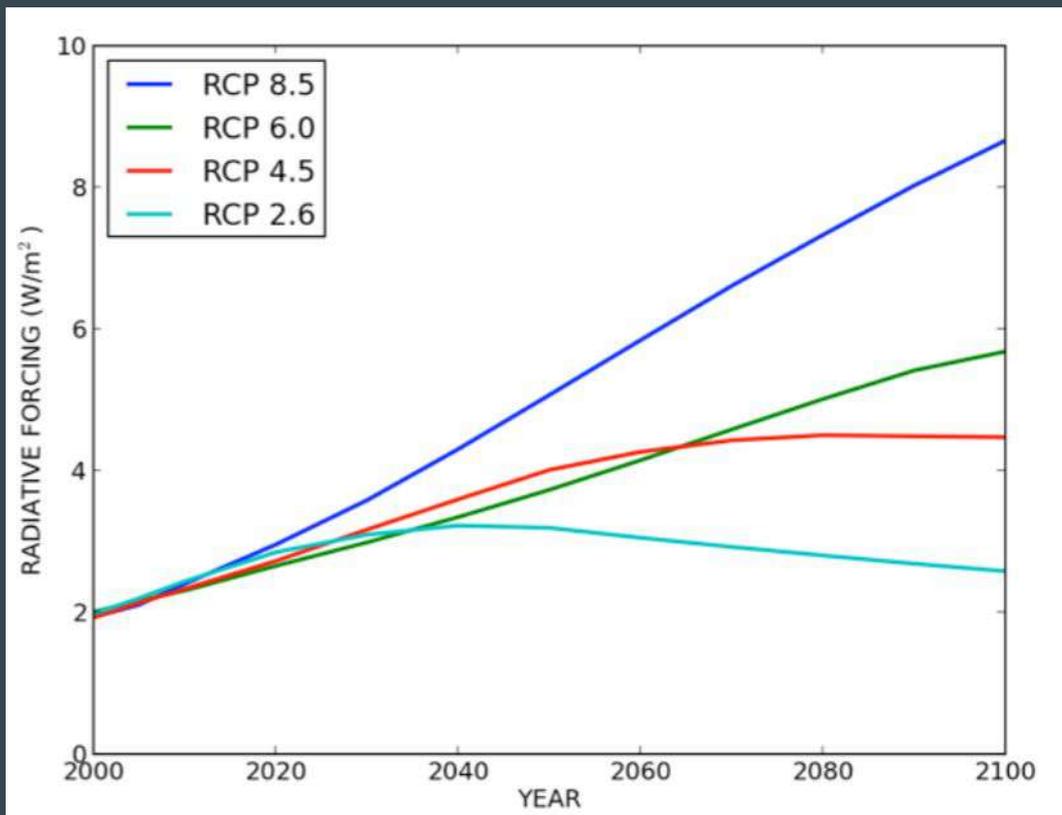
$K_i = 1/R_i^{\text{тр}}$  — коэффициент теплопередачи,

$t_{\text{нар}}$  — температура наружного воздуха,

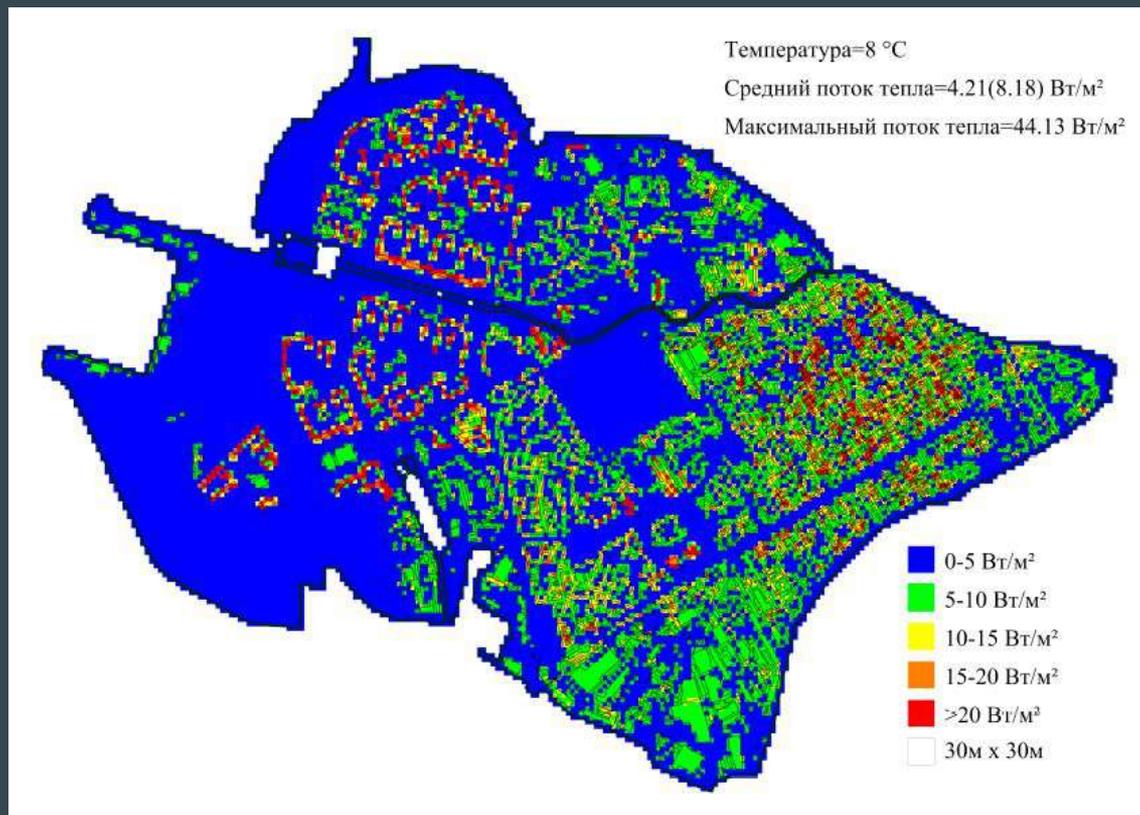
$S_i$  — суммарная площадь элементов

ограждающей конструкции  $i$ -й категории.

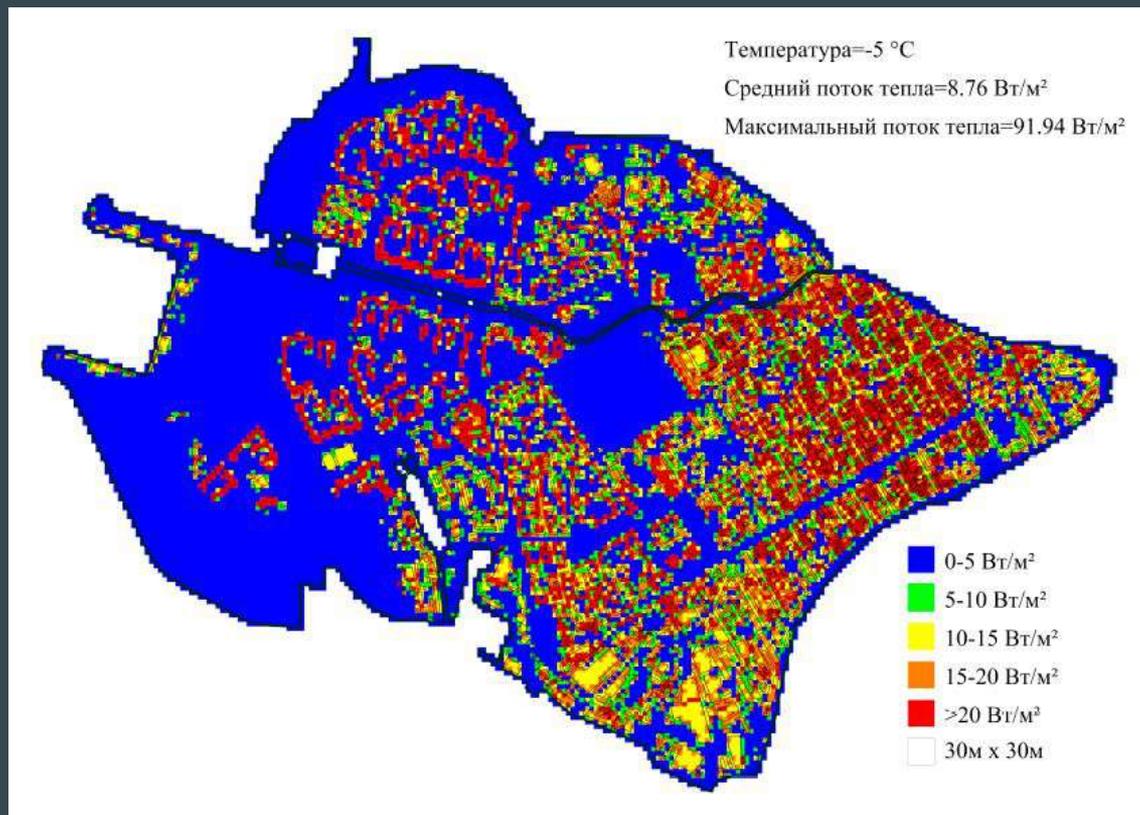
# Оценка воздействия солнечной радиации



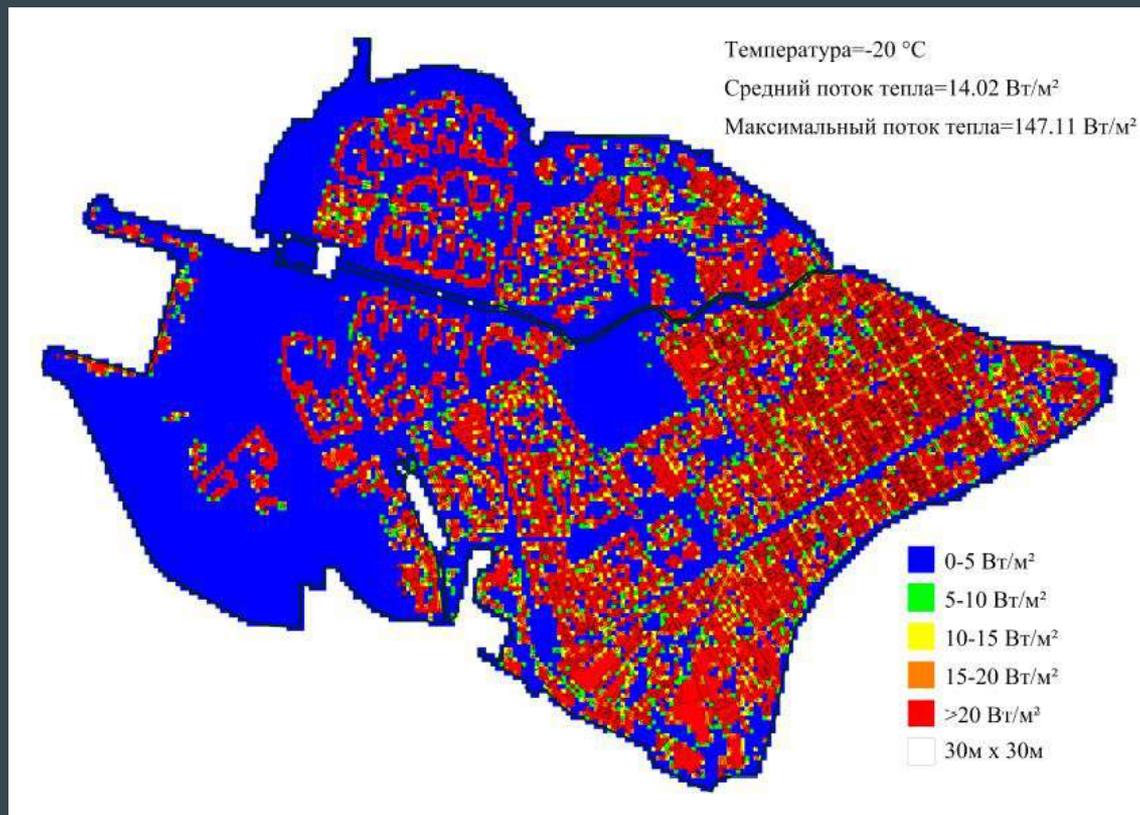
# Распределения АПТ, Санкт-Петербург В.О.



# Распределения АПТ, Санкт-Петербург В.О.



# Распределения АПТ, Санкт-Петербург В.О.



# Распределения АПТ, Кудрово (пригород Санкт-Петербурга)

Температура=8 °С

Средний поток тепла=4.85(11.28) Вт/м<sup>2</sup>

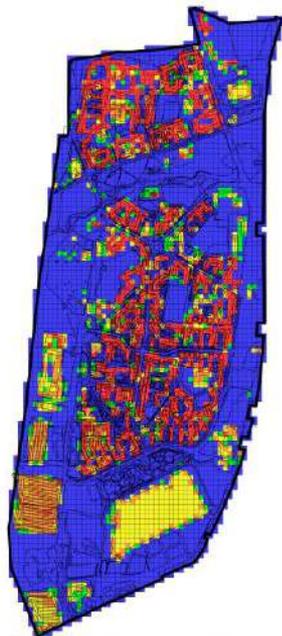
Максимальный поток тепла=62.59 Вт/м<sup>2</sup>



Температура=-5 °С

Средний поток тепла=10.11(23.49) Вт/м<sup>2</sup>

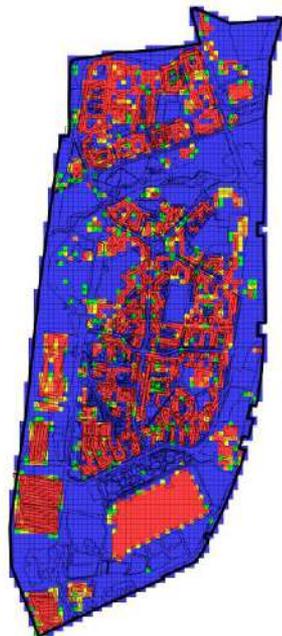
Максимальный поток тепла=130.39 Вт/м<sup>2</sup>



Температура=-20 °С

Средний поток тепла=16.17(37.59) Вт/м<sup>2</sup>

Максимальный поток тепла=208.62 Вт/м<sup>2</sup>



■ 0-5 ■ 5-10 ■ 10-15 ■ 15-20 ■ >20

# Дальнейшая работа

