

КУРС ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«КИБЕРФИЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

ЗАДАНИЕ №2

«ПОСТРОЕНИЕ МАРШРУТА БПЛА И РАКУРСОВ СЪЕМКИ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ»

Выполнил:

Щербаков Дмитрий Игоревич

Студент НГТУ

12.07.2022г.

Поставленные задачи:

1. Загрузить 3D-модель ЛЭП в QGIS.
2. Создать 4-6 маршрутных точек для полета БПЛА типа Коптер.
3. Создать траектории камеры (ракурсы).
4. Занести данные о полете и съемке в .csv-файл.
5. Прикрепить скриншоты из рабочего пространства модуля Qgis2threejs для подтверждения каждого ракурса.

1. ВХОДНЫЕ УСЛОВИЯ

По конструктивным особенностям 3D- модели и наличию на каждой фазе 3 провода (по 3 провода на каждой фазе) можно сделать вывод, что это ЛЭП на 500кВ. А ранее выбранные платформа и полезная нагрузка (Задание (23.07.2022-06.08.2022)) были рассчитаны для работы с ЛЭП на 330кВ. Для проверки в целесообразности смены ранее указанных платформы и полезной нагрузки стоит рассмотреть один из проводов, который может использоваться для данной ЛЭП. Например, провод АС 300/39, который имеет внешний диаметр 24 мм. Если сравнивать с проводом АС 240/32 с наружным диаметром 21,6 мм, то для провода АС 300/39 не нужно менять платформу или/и полезную нагрузку.

Ссылаясь на СТО 56947007- 29.200.10.235-2016, а именно пункт 4.3. подпункт б, можно установить, что расстояние до исследуемого объекта (линий электропередачи ЛЭП) составляет 20-50 метров. Следовательно, минимальное допустимое расстояние будет 20 метров.

Стоит напомнить, что у используемой полезной нагрузки используется тепловизионная экшен-камера FLIR Duo Pro R 640, у которой:

- Разрешение тепловизионной матрицы составляет 640×512.
- Разрешение видеокамеры составляет 4000×3000.

Стоит отметить, что даже на расстоянии около 30 метров объекты будут различимы, так как на этом расстоянии минимальный размер распознаваемого объекта 20,78мм (рис 1.).

Расчет:

Введите размер детектора (матрицы) тепловизора(кол-во элементов в приемнике излучения), в пикселях (по горизонтали x по вертикали):

640 x 512

Введите оптическое поле зрения (FOV-Field of View), в градусах (по горизонтали x по вертикали):

25 20

Введите расстояние до объекта в метрах (разделяя точкой целую и дробную часть):

30

Рассчитать

Результаты расчета:

Ширина обзора по горизонтали (в поле зрения попадает по горизонтали) X = 13.302 метра.

Ширина обзора по вертикали (в поле зрения попадает по вертикали) Y = 10.580 метра.

Минимальный размер объекта (сторона квадрата) - S(приходящийся на один пиксель детектора) = 2.078 см. *

Рис. 1. Расчёт минимального размера для распознаваемого объекта

Для данной работы была изменена система координат на СК71, которая имеет следующие параметры:

+proj=tmerc +lat_0=0 +lon_0=37.427222222222 +k=1 +x_0=250000 +y_0=-5263444.764 +ellps=krass +towgs84=24.83,-130.97,-81.74,0,0,-0.13,-0.22 +units=m +no_defs

2. ТОЧКИ МАРШРУТА И РАКУРСЫ

Стоит отметить, что одна из формул лектора имела маленький недочёт – в формуле была лишняя переменная, которая никак не влияла на расчёт. Вот это выражение:

```
distance(make_point($x_at(0),$y_at(0),z_max($geometry)),make_point($x_at(1),  
$y_at(1), z_min( $geometry)))
```

Для проверки занулим все значения, кроме Z, а Z заменим на 0 и 1:

```
distance( make_point(0,0,0),make_point(0,0,1))
```

Получаем 0.

Делаем вывод, что нет необходимости использовать в данном случае `z_max($geometry)/ z_min($geometry)`, так как **distance** применяется для нахождения длины отрезка на плоскости.

Все поправки и дополнения приложены к работе в JSON-файле.

3. ВРЕМЯ НА ДВИЖЕНИЕ БПЛА

Помимо точек маршрута были вычислены расстояния к каждой точке маршрута и время полёта БПЛА типа Коптер. При расчёте расстояния маршрута будет использоваться формула:

$$\sqrt{(\$x_at(0)-\$x_at(1))^2+(\$y_at(0)-\$y_at(1))^2+(z_max(\$geometry)-z_min(\$geometry))^2}$$

Данное выражение есть в приложенном JSON-файле.

Далее имея данные максимальной скорости БПЛА типа Коптер, который был выбран в Задание (23.07.2022-06.08.2022), была рассчитана средняя скорость для подъёма, спуска, движения по горизонтали. Дальнейшие расчёты представлены в EXCEL-файле.

4. ВИД КАЖДОГО РАКУРСА

Одной из задач было задано разрешение съемки тепловизора: 32х24. Оно разнится с разрешением тепловизора, выбранного мной (640х512). Потому в работе представлены ракурсы с двумя разрешениями.

5.СОДЕРЖАНИЕ JSON-ФАЙЛА

```
{
  "author": "Dmitry Shcherbakov",
  "exported_at": "2022-08-11T22:25:22",
  "expressions": [
    {
      "description": "<!DOCTYPE HTML PUBLIC \"/>
      \"http://www.w3.org/TR/REC-html40/strict.dtd\">
      \n<html><head><style
      type=\"text/css\">\n<li { white-space: pre-wrap; }</style></head><body style=\"
      font-family:'MS Shell Dlg 2'; font-size:8.25pt; font-weight:400; font-
      style:normal;\">\n<p style=\"-qt-paragraph-type:empty; margin-top:0px; margin-
      bottom:0px; margin-left:0px; margin-right:0px; -qt-block-indent:0; text-indent:0px;
      font-size:8pt;\"><br /></p></body></html>",
      "expression": "degrees(azimuth(make_point($x_at(0),$y_at(0)),
      make_point($x_at(1),$y_at(1))))",
      "group": "user",
      "name": "Азимут ракурса by Shcherbakov",
      "type": "expression"
    },
    {
      "description": "<!DOCTYPE HTML PUBLIC \"/>
      \"http://www.w3.org/TR/REC-html40/strict.dtd\">
      \n<html><head><style
      type=\"text/css\">\n<li { white-space: pre-wrap; }</style></head><body style=\"
      font-family:'MS Shell Dlg 2'; font-size:8.25pt; font-weight:400; font-
      style:normal;\">\n<p style=\"-qt-paragraph-type:empty; margin-top:0px; margin-
      bottom:0px; margin-left:0px; margin-right:0px; -qt-block-indent:0; text-indent:0px;
      font-size:8pt;\"><br /></p></body></html>",
      "expression": "90-
      degrees(atan2(distance(make_point($x_at(0),$y_at(0)),make_point($x_at(1),$y_at(1))),
      (z_max( $geometry)-z_min( $geometry))))",
      "group": "user",
      "name": "Наклон камеры вниз относительно линии горизонта by
      Shcherbakov",
```



```

"type": "expression"
},
{
  "description": "<!DOCTYPE HTML PUBLIC \"/>
  \"http://www.w3.org/TR/REC-html40/strict.dtd\">\n<html><head><style
  type=\"text/css\">\n<li { white-space: pre-wrap; }\n</style></head><body style=\"
  font-family:'MS Shell Dlg 2'; font-size:8.25pt; font-weight:400; font-
  style:normal;\">\n<p style=\"-qt-paragraph-type:empty; margin-top:0px; margin-
  bottom:0px; margin-left:0px; margin-right:0px; -qt-block-indent:0; text-indent:0px;
  font-size:8pt;\"><br /></p></body></html>\"",
  "expression":
  "distance(make_point($x_at(0),$y_at(0)),make_point($x_at(1),$y_at(1)))",
  "group": "user",
  "name": "Расстояние в двумерном пространстве по координатам XY by
  Shcherbakov",
  "type": "expression"
},
{
  "description": "<!DOCTYPE HTML PUBLIC \"/>
  \"http://www.w3.org/TR/REC-html40/strict.dtd\">\n<html><head><style
  type=\"text/css\">\n<li { white-space: pre-wrap; }\n</style></head><body style=\"
  font-family:'MS Shell Dlg 2'; font-size:8.25pt; font-weight:400; font-
  style:normal;\">\n<p style=\"-qt-paragraph-type:empty; margin-top:0px; margin-
  bottom:0px; margin-left:0px; margin-right:0px; -qt-block-indent:0; text-
  indent:0px;\"><br /></p></body></html>\"",
  "expression":
  "sqrt(($x_at(0)-$x_at(1))^2)+($y_at(0)-
  $y_at(1))^2)+(z_max($geometry)-z_min($geometry))^2))",
  "group": "user",
  "name": "Расстояние в трехмерном пространстве по координатам XYZ by
  Shcherbakov",
  "type": "expression"
}
],
"qgis_version": "3.26.1-Buenos Aires"

```

}