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**.

Стоить 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.).

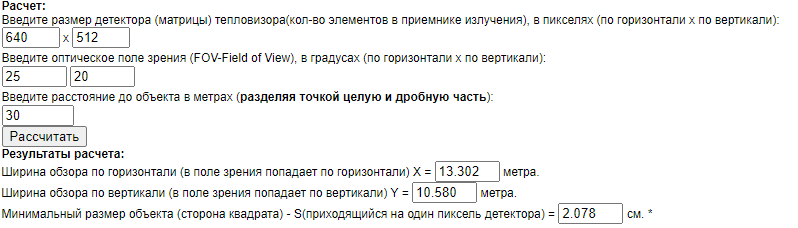


Рис. 1. Расчёт минимального размера для распознаваемого объекта

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 \"-//W3C//DTD HTML 4.0//EN\" \"http://www.w3.org/TR/REC-html40/strict.dtd\">\n<html><head><style type=\"text/css\">\np, 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": "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 \"-//W3C//DTD HTML 4.0//EN\" \"http://www.w3.org/TR/REC-html40/strict.dtd\">\n<html><head><style type=\"text/css\">\np, 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": "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 \"-//W3C//DTD HTML 4.0//EN\" \"http://www.w3.org/TR/REC-html40/strict.dtd\">\n<html><head><style type=\"text/css\">\np, 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 \"-//W3C//DTD HTML 4.0//EN\" \"http://www.w3.org/TR/REC-html40/strict.dtd\">\n<html><head><style type=\"text/css\">\np, 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"

}