

*Создание топографических планов  
масштаба 1:500, 1:2000, 1:5000 при  
помощи беспилотного летательного  
аппарата (БПЛА)*



*Топографические планы* используются во многих сферах человеческой деятельности. На основе топографических планов выполняется проектирование и строительство любых объектов. В связи с этим оперативное и качественное их построение представляется важной задачей. Для этого существует большое количество современных методов, но в последнее время становится весьма эффективным альтернативный вид съемки с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Это связано с ее главными достоинствами: высокой автоматизацией и производительностью полевых работ, которые достигаются в том числе за счет того, что с помощью полученных аэрофотоснимков выполняется создание текстурированной 3D-модели местности (ЦММ), ортофотоплана (является растровым аналогом топографической карты) и цифровой модели высот.

Скрин ТОПОГРАФИЧЕСКИЙ ПЛАН  
1:500

Аэрофотосъемка с применением беспилотного воздушного судна, или БПЛА – воздушное судно, управляемое, контролируемое в полете пилотом, находящимся вне борта такого воздушного судна (внешний пилот). Также под БПЛА часто понимают аппарат, управляемый с помощью автопилота, координаты для которого задаются пользователем перед полетом.



БПЛА DJI Matrice 210 RTK V2  
(слева – в полете, справа – БПЛА и его комплектующие)

В настоящее время аэрофотосъемка с применением БПЛА набирает все большую популярность. Перед выполнением полевых работ выполняется расчет параметров полета, определяется местоположение точек съемочного обоснования (опознаков). По заданному маршруту БПЛА в ручном или автоматизированном режиме выполняет полет. Более того, важной является информация о погоде в полетный день. Полевые работы начинаются с определения пространственных координат по крайней мере 10–15 точек съемочного обоснования – GPS, большая часть которых выступает в качестве опорных, а оставшиеся играют роль контрольных. Для этой цели определения координат выполняют при помощи линейно-угловых и спутниковых измерений в режиме «статика» или «быстрая статика». При этом используются и спутниковые измерения в режиме RTK, которые достаточно высокоэффективны. Далее производится полет и съемка с помощью бортовой фотокамеры. Процедура запуска БПЛА зависит от его типа и модели. Для мультироторных аппаратов необходима небольшая ровная площадка, а для самолетного типа либо используется пусковое устройство, либо выполняется запуск с руки. Аэрофотосъемка осуществляется по заранее составленному маршруту, фотографирование местности происходит через заданный интервал времени. Если сравнивать два этих разных вида БПЛА, то мультироторные более стабильны в полете. У них меньше механических узлов, а следовательно, меньше вероятность механических повреждений. Далее получают данные – аэрофотоснимки, координаты точек съемочного обоснования и/или положения центров проекций снимков, а также их углы наклона от горизонтального положения. Оценивается качество фотографий, отбраковываются «технические кадры». Их обработка производится в специализированном программном обеспечении, в ходе которого производится оценка точности и построение ЦМР на основе автоматизированной фильтрации созданной цифровой модели местности (ЦММ). Также строится ортофотоплан.

По полученным данным выполняется построение топографического плана. По ЦМР производится создание горизонталей, а по ортофотоплану – векторизация объектов местности. При этом дешифрирование выполняется на порядок легче, так как картограф видит ортофотоплан и ЦММ высокого разрешения.

**БПЛА** зарекомендовало себя как действенный инструмент для эффективного проведения различных картографических и геодезических работ. При этом точность получаемых материалов соответствует требованиям нормативной документации.

После обработки материалов аэрофотосъемки могут быть получены:

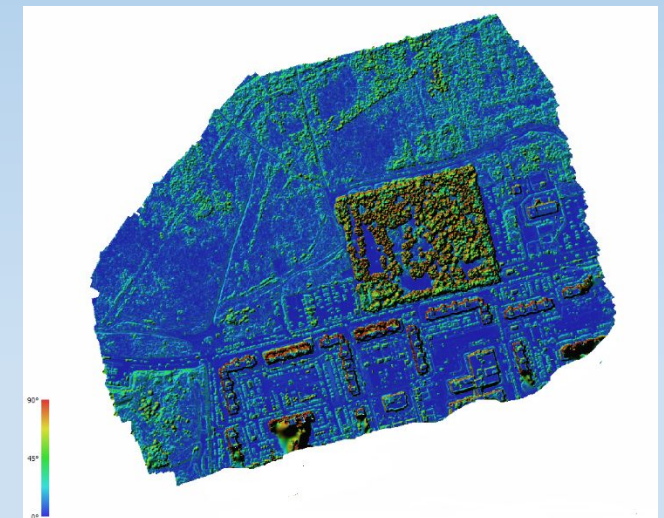
*Текстурированная 3D-модель местности (ЦММ) с разрешением до 0.3м*



*Ортофотоплан масштаба 1:500 – 1:5000*



*Цифровая модель высот*



Давайте разберёмся, как это работает, немного подробнее.

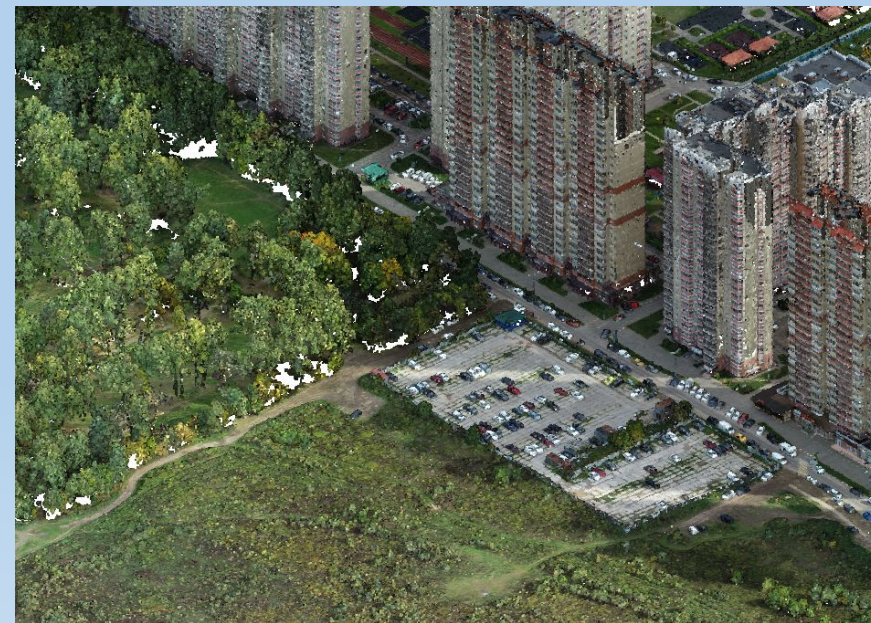
*Аэрофотосъемка* – вид работы, при помощи которой получают множество изображений, снятых с разных точек. В дальнейшем эти изображения используются для получения трехмерных данных. Именно такой способ построения мы применяем в нашей работе.



*Вот такие материалы мы получаем после обработки данных с БПЛА:*



*Текстурированная 3D-модель местности (ЦММ) Участвует в*



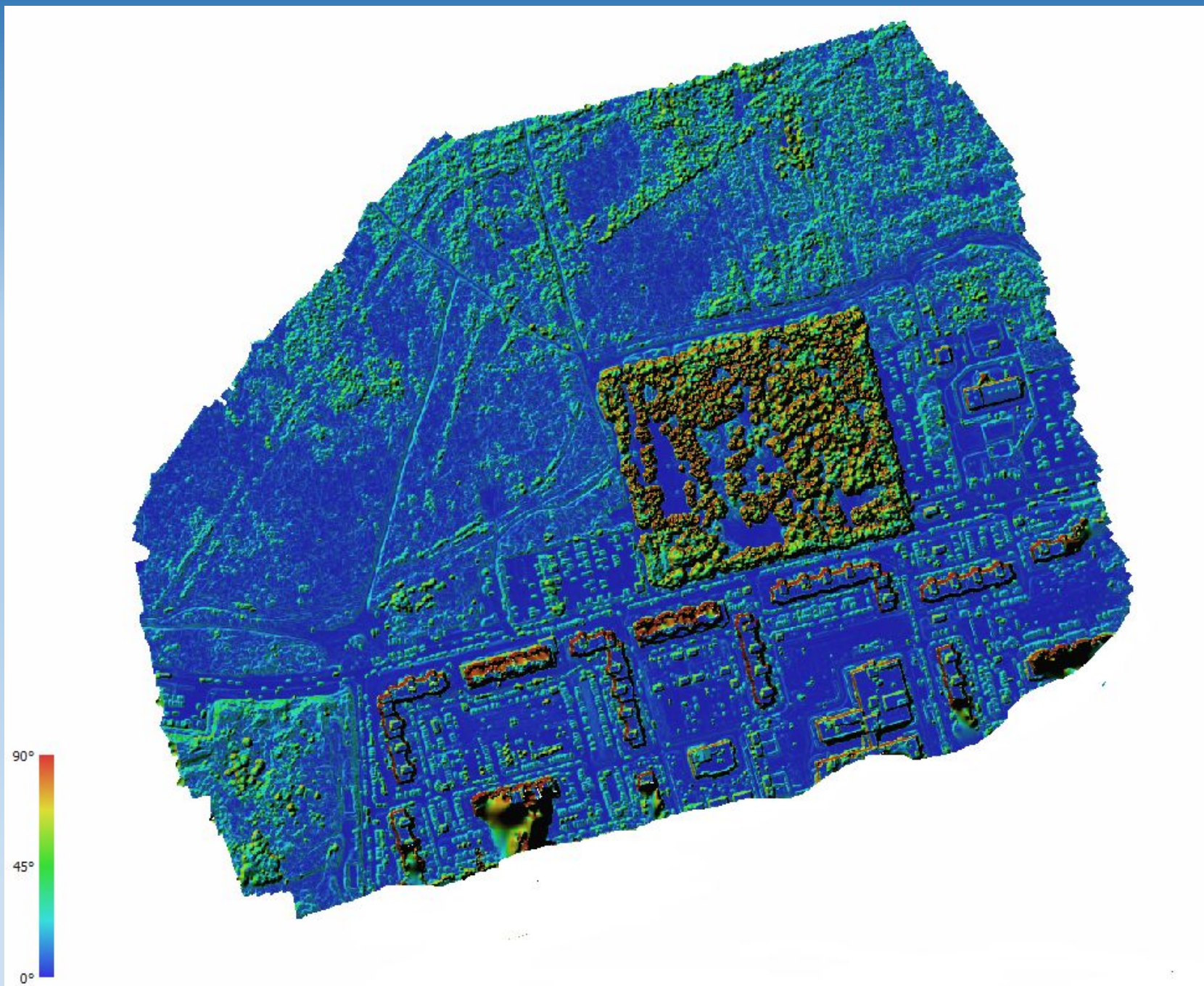


## *Ортофотоплан*

В формате GeoTIFF.

Формат представляет собой графический TIFF файл с дополнительными тегами, включающими в себя координаты. По сути, это TIFF-файл, привязанный к географическим или измеримым координатам. Большинство ГИС и САД систем умеют использовать геотеги и сразу отображают GeoTIFF файл как слой с координатами. По ортофотоплану производится векторизация объектов местности.





***Цифровая модель высот (ЦМВ)***  
Формат представляет собой GeoTIFF файл, в котором различной яркостью пикселя обозначена высота в данной точке. По ЦМВ производится создание горизонталей.

Обычно этих данных достаточно для последующего использования (читайте – оцифровки) в сфере топографии, картографии, геодезии, землеустройства, городского планирования и т.д., ради чего, собственно съемка при помощи *беспилотного летательного аппарата (БПЛА)* и была проведена.