

Система нивелирования 3D. Как лучше её использовать

Не так давно, помимо кинотеатров и обоев, новоявленная аббревиатура «3D» угнездилась и среди строительной техники в дорожно-строительных организациях и компаниях, занимающихся разного рода земляными работами и многих других фирмах, использующих различную технику в своей работе. С чем связано такое активное внедрение? Какие машины лучше оснащать 3D оборудованием и что получит руководитель-инноватор от использования такой системы? На эти вопросы мы постараемся ответить в серии наших статей, посвященных системам нивелирования на примере оборудования известной компании TOPCON.

В первую очередь, хочется дать более или менее точное определение тому, о чём мы будем говорить. Система нивелирования - это система контроля положения рабочего оборудования машины по высоте и уклону. 3D – это значит, что рабочий орган позиционируется в трехмерных координатах. Соответственно,

зная плоские координаты и отметку на кромке рабочего органа, можно судить о правильности формирования поверхности машиной и в целом выполнения работы. Иногда ещё поставщики подобного оборудования упоминают слово «автоматический». Это говорит о том, что система нивелирования, имея информацию о текущем положении рабочего органа, может автоматически компенсировать разницу в отметках между текущим положением рабочего органа и предусмотренным проектом. Как правило, практически все системы нивелирования поставляются с такой возможностью, так как отказываться от этого удобного инструмента не целесообразно.

Уже из определения, которое мы представили, можно понять, что использование систем нивелирования 3D удобно: для оперативного контроля выполнения работы, для облегчения выполнения работ машинистами, для формирования поверхности с необходимой точностью.

Вроде не так много преимуществ, на первый взгляд, для активного распространения и применения систем среди строительных организаций. Откуда же такая популярность?

Ответ лежит на поверхности, полученной после выполнения работы машиной и это не только ровность, а и точность, скорость выполненной работы за счёт отсутствия промежуточного контроля и необходимости постоянных разбивок со стороны геодезистов. Практика показывает, что при использовании системы нивелирования 3D, производительность земляных работ возрастает от 2 до 3 раз! Соответственно, снижаются эксплуатационные расходы, расход материала из-за минимизации потерь и переработок, минимизируются возникновения переделок. И это не весь перечень достоинств. Применяя системы нивелирования 3D, любой руководитель выводит свою компанию на новый уровень производства работ.

3D в применении к бульдозерам

Несмотря на то, что основной машиной при земляных работах является грейдер, начинать внедрение систем 3D лучше всего с бульдозера. Ответим, почему. Предваряя автогрейдер, бульдозер выполняет огромное количество земляных работ связанных с перемещением грунта, послойным формированием насыпи или выемки. И соответственно, работает достаточно много времени. Установив систему 3D, например, компании TOPCON, на бульдозер, машинист

будет достигать лучшей точности промежуточных слоёв насыпи, тем самым снижая объём работы для грейдера при подрезании поверхности после такого же промежуточного уплотнения. Да и насыпь или выемка будут формироваться в два раза быстрее, чем без системы 3D. В итоге на старте этапа окончательного выравнивания, поверхность имеет уже приличную ровность, тем самым, снижая нагрузку на автогрейдер. Не стоит забывать так же, что при послойном формировании насыпи, например, под

дорогу, материал для каждого нового слоя стоит дороже и дороже, и чем лучше предыдущая поверхность, тем меньше материала тратится на каждый новый слой при соблюдении допуска на саму собственно толщину слоя.

И так, мы подошли к вопросу о том, какие системы 3D предлагаются на бульдозеры, чем они отличаются, и что рекомендуется использовать для разных работ и машин.

Наверное, самой простой и доступной системой можно считать одномачто-

вую спутниковую систему TOPCON 3D ГНСС (рис.1). Как и все системы спутниковой формации, она работает по методу RTK-позиционирования, то есть координаты определяются в реальном времени несколько раз в секунду благодаря постоянному приёму корректирующих поправок от спутниковой базовой станции. На отвале машины располагается мачта с антенной, определяющей трехмерные координаты рабочего органа. Зная отметку отвала, системе остаётся определить его рабочий поперечный уклон, за что успешно отвечает датчик поперечного уклона, определяющий наклон с той же частотой, что и спутниковый приёмник определяет координаты. И так, рабочий орган ориентирован и может быть приведён автоматикой в необходимое положение. Из плюсов системы можно отметить, что она является самой бюджетной спутниковой системой среди всего спектра конфигураций. Система имеет всего один бортовой приёмник и получает ориентацию машины после начала движения, около 2-х метров, аналогично бытовому навигатору. Используется, как правило, на поверхностях, не имеющих крутых уклонов, где машина может скользить. Из машин наиболее оптимальны средние и тяжёлые бульдозеры с прямым отвалом с перекосом или без такого. Как правило, на тяжёлых машинах используют умеренный темп работы и поэтому этой конфигурации вполне хватает.

Следующим типом систем 3D является двухмачтовая система TOPCON 3D Dual ГНСС. Это решение, как и предыдущее, имеет все преимущества спутникового позиционирования в системах нивелирования 3D. От одной базовой станции может работать неограниченное количество машин в любое время суток и при любых погодных условиях. В отличие от первой конфигурации, система TOPCON Dual ГНСС вместо датчика поперечного уклона использует вторую антенну на краю отвала (рис.2). А это значит, что на борту машины находится дополнительный спутниковый приёмник, отвечающий за определение координат, используемых для определения уклона отвала. Из преимуществ системы Dual ГНСС можно отметить получение системой постоянной ори-



рис.1



рис.2



рис.3



рис.4

ентации машины, учёт скольжения и движения лагом на крутых склонах и возможность учёта поворота отвала при наличии на машине такой функции. Система несколько лучше держит хорошую поперечную точность при прохождении виражей. Недостатком конфигурации является только относительно высокая цена, связанная с наличием на машине второго спутникового ГНСС приёмника. Система рекомендуется к использованию на средних бульдозерах имеющих поворотный отвал или на других машинах, на объектах с большим перепадом высот, где возможно скольжение.

Альтернативным вариантом системы TOPCON 3D Dual ГНСС является система TOPCON 3D Twin ГНСС. Так же как и предыдущий вариант, Twin система имеет второй бортовой спутниковый приёмник (для ясности конфигурации стоит уточнить, что оба приёмника в обеих системах находятся в одном корпусе контроллера MC-R3). Разница лишь в том, что обе антенны в конфигурации Twin находятся на одной мачте посередине отвала (рис.3), а на отвале дополнительно присутствует датчик поперечного уклона. По сути, весь функционал системы и рекомендации к применению можно продублировать из предыдущего абзаца, за разницей того, что система Twin выглядит несколько аккуратнее из-за отсутствия второй мачты.

Наиболее распространённой сегодня системой нивелирования для бульдозеров является система TOPCON 3D-MC² (рис.4). По конфигурации данная система очень похожа на одно-мачтовую систему 3D ГНСС, однако

имеет одно невидимое глазом, но существенное отличие. Вместо стандартного датчика уклона на отвале устанавливается инерциальный сенсор MC². Такой же компактный как датчик уклона, MC² сенсор позволяет измерять не только поперечный уклон, а так же фиксировать движения отвала в шести направлениях: вперед-назад, вверх-вниз, вправо-влево. Вместе с горизонтальными смещениями, сенсор определяет наклоны корпуса по трем осям, что позволяет получить намного больше дополнительной информации о поведении отвала. Ну и наконец, частота получаемых данных на много превышает частоту показаний стандартного датчика уклона. Комплексная обработка системой всех этих измерений в сочетании со спутниковыми данными даёт прогноз о положении отвала в следующий момент времени, за счёт чего достигается отличная ровность и возможность работы машины на скоростях в два раза больших, чем с обычной системой! Отсюда и «квадрат» в названии. Мы рекомендуем использовать систему TOPCON 3D-MC² на легких и средних бульдозерах со всеми типами отвалов и на объектах любой сложности, так как данная система, так же как и двухмачтовая, берёт в расчёт скольжение и движение трактора лагом. Система получает ориентацию практически сразу после начала движения. Сегодня, система 3D-MC², несмотря на приличную стоимость, является бестселлером среди систем нивелирования 3D в России.

Последнее, о чём хотелось бы вам рассказать, это система TOPCON 3D LPS для бульдозеров. Это единственная

система из представленных сегодня конфигураций, не относящаяся к спутниковым решениям. Позиционирование отвала происходит с помощью роботизированного электронного тахеометра, постоянно следящего за призмой, находящейся на единственной мачте. Для учёта поперечного положения отвала используется всё тот же стандартный датчик уклона. Из положительных сторон отметим невысокую стоимость и высокую точность, хотя на бульдозере выводить миллиметры никто никогда не будет, конечно. А вот факт, что данная система полезна там, где нет видимости неба и спутников или вовсе нет возможности использовать спутниковые методы, может сослужить хорошую службу. Из минусов использования отмечу обязательное наличие прямой видимости от тахеометра до призмы, ограничение дальности работы, и не возможность учёта не прямолинейных движений машины и поворотного отвала. Ставить систему стоит только тогда, когда нет возможности или средств по приобретению спутниковой системы. При этом нужно учитывать, что с каждой новой системой вам понадобится новый роботизированный тахеометр. Размер машины не принципиален.

В дополнение ко всем описаниям хотелось бы добавить, что любая из конфигураций систем TOPCON позволяет работать с лазерными приёмниками на мачтах, и собственно функционировать в 2D режиме относительно лазерного построителя плоскости. Такая гибкость обеспечивается управляющим операторским программным обеспечением 3DMC, которое понимает и легко начинает использовать даже самый консервативный машинист.

На этом, с вашего позволения, мы закончим обзор по системам TOPCON для бульдозеров и желаем всем выбора правильной конфигурации системы нивелирования для своих задач. В следующем номере журнала мы постараемся приподнять завесу над системами 3D для автогрейдеров. Не пропустите. **ДЛ**

Илья БУКРЕЕВ,
руководитель направления
систем управления
строительной техникой
ЗАО «Геостройлизыскания»