

УДК 62-523.3

*Кулешов И.Д.,*

*студент магистратуры*

*2 курс, факультет «Дорожных и технологических машин»*

*Московский автомобильно-дорожный государственный технический*

*университет (МАДИ)*

*Россия, г. Москва*

*Научный руководитель: Мандровский К.П., кандидат технических наук,*

*доцент, доцент кафедры «дорожно-строительные машины»*

*Московский автомобильно-дорожный государственный технический*

*университет (МАДИ)*

*Россия, г. Москва*

**АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ  
АВТОГРЕЙДЕРА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СИСТЕМЫ  
ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ 3D ГНСС.**

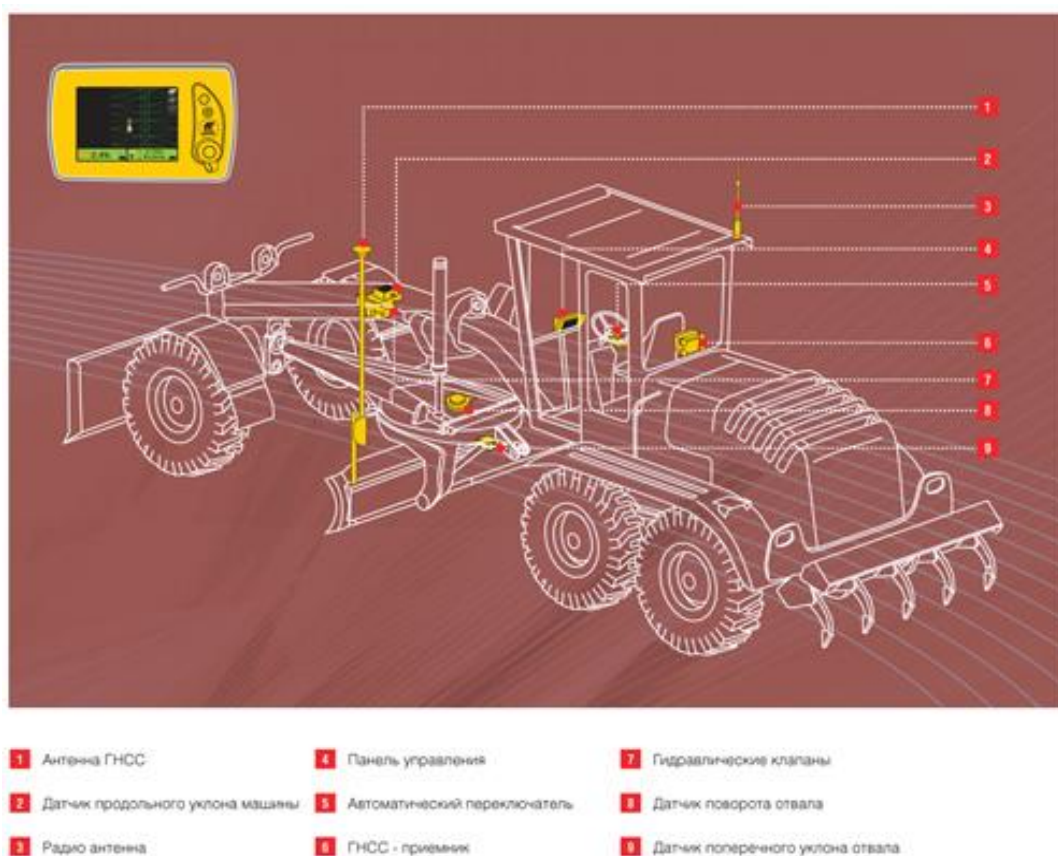
*Аннотация:* В данной статье рассматривается технология 3D позиционирования для автогрейдера, ее влияние на производительность и сравнение с традиционным способом планировки дорожной одежды с помощью автогрейдера.

*Ключевые слова:* Автогрейдер, система позиционирования, 3D моделирование, ГНСС, ГЛОНАСС, нивелирование.

*Annotation:* This article discusses the 3D positioning technology for an auto grader, its impact on performance and comparison with the traditional way of planning the pavement using an auto grader.

*Key words:* Grader, positioning system, 3D modeling, GNSS, GLONASS, leveling.

На сегодняшний день применение 3D ГНСС систем позиционирования является одним из наиболее эффективным решением при подготовке полотна дороги автогрейдером. Данная система позволяет достичь точности проводимых работ до 10 мм. Также с данной спутниковой системой не нужно иметь прямую видимость до базовой станции, она не требует передвижений опорных элементов вдоль траектории движения машины. На систему не влияют погодные факторы. Все что нужно для исправной работы системы позиционирования – это открытое небо. Комплекс датчиков, таких как датчики поворота, датчик наклона отвала, датчик наклона машины, а также информация, поступающая непосредственно со спутника и других датчиков, позволяет добиться высокой точности обработки грунта (рис.1). [1, с. 166, 2, с. 104]



*Рис.1 Система 3D ГНСС на автогрейdere*

Производительность труда сегодня играет очень важную роль во всех сферах производства. Сфера дорожного строительства заинтересована не только в производительности труда, но и в производительности техники. Для дорожных строителей, помимо повышения качества и объема выполняемых работ, основной задачей является повышение производительности, что снижает время строительства и экономит средства. Эта цель может быть достигнута с помощью устройств и программного обеспечения для 3D-позиционирования рабочих органов автогрейдера.

Основное назначение системы нивелирования – определение положения и ориентации рабочего органа грейдера относительно проектной поверхности, а затем автоматическое перемещение рабочего органа в соответствии с данными, загруженными в систему позиционирования. Использование систем позволяет повысить производительность машины (увеличить скорость проходов, работать в условиях плохой видимости, избежать простоев из-за ручного нивелирования площадки, уменьшить количество проходов), сэкономить топливо, а также снизить расход строительных материалов за счет уменьшения допуска по толщине. [3]

Производительность автогрейдера при выравнивании дорожного основания определяется в километрах профилированной дороги в единицу времени. Это зависит от основных параметров автогрейдера и условий эксплуатации. [4, с. 215]

Когда известна схема прохождения грейдера по участку и определено количество проходов, необходимых для выполнения работ при устройстве земляного полотна, производительность грейдера можно определить по формуле:

$$\Pi = \frac{60L_{\text{пр}}K_v t_{\text{см}}}{T}; \quad (1)$$

где  $L_{\text{пр}}$  – длина профилируемого участка,  $L_{\text{пр}} = 150\text{м}$ ;

$K_v$  - коэффициент использования машины во времени,  $K_v = 0,87$ ;

$t_{\text{см}}$  – количество отработанных часов в смену,  $t_{\text{см}} = 8\text{ч}$ ;

$T$  – время профилирования;

$$T = 2L_{\text{пр}} \left( \frac{n_1}{v_1} + \frac{n_2}{v_2} + \frac{n_3}{v_3} + \dots \right) + 2nt_1 = 2 * 150 * \frac{6}{83,3} + 2 * 6 * 0,53 = 28 \text{ мин} \quad (2)$$

где  $n_1, n_2, n_3$  - количество проходов на первой, второй и третьей передаче автогрейдера,  $n_1 = 8, n_2 = 0, n_3 = 0$ ;

$v_1, v_2, v_3$  - скорости на первой, второй и третьей передаче соответственно,  $v_1 = 5 \text{ км/ч} = 83,3 \text{ м/мин}$ , скорости  $v_2$  и  $v_3$  не учитываются, так как грейдер не выполняет никакой работы на второй и третьей передаче;

$n$  - общее количество проходов,  $n = 6$ ; [5, с. 43, 6, с. 27]

$t_1$  - время поворота грейдера или поворота его отвала на  $90^\circ$  на концах рабочего участка с целью движения в обратном направлении,  $t_1 = 0,53 \text{ мин}$ .

Рассчитаем производительность автогрейдера:

$$\Pi = \frac{60L_{\text{пр}}K_B t_{\text{см}}}{T} = \frac{60 * 150 * 0,87 * 6}{28} = 1678 \frac{\text{м}}{\text{смена}}; \quad (3)$$

Рассчитаем производительность для автогрейдера, оснащенного системой 3D ГНСС:

$$T = 2L_{\text{пр}} \left( \frac{n_1}{v_1} \right) + 2nt_1 = 2 * 150 * \frac{3}{83,3} + 2 * 3 * 0,53 = 14 \text{ мин} \quad (4)$$

где  $n_1$  - количество проходов при использовании системы 3D позиционирования,  $n_1=3$ ;  $n$  - общее количество проходов,  $n=3$ ; [7, с. 115]

Рассчитаем производительность:

$$\Pi = \frac{60L_{\text{пр}}K_B t_{\text{см}}}{T} = \frac{60 * 150 * 0,87 * 8}{14} = 4474 \frac{\text{м}}{\text{смена}}; \quad (5)$$

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что использование системы 3D позиционирования повышает производительность автогрейдера более чем в 2,5 раза. Увеличение производительности в 2,5 раза является доказательством эффективности системы 3D-позиционирования.

### **Использованные источники:**

1. Шишмарев В.Ю. Типовые элементы систем автоматического управления.— Москва «Академия» 2004 г.— 378 с.
2. Баловнев В.И., Данилов Р.Г., Кустарев Г.В., Селиверстов Н.Д. Автогрейдеры. Устройство, основы расчета: учеб. пособие – Москва МАДИ, 2014 г.— 144 с.
3. Сайт о лучших технологических решениях Topcon [Электронный ресурс] // <http://topcon.pro/>
4. Тихонов А.Ф. Автоматизация и роботизация технологических процессов и машин в строительстве [Электронный ресурс]. М.: Изд-во АСВ, 2005.— 464 с.
5. Белоногов Л.Б, Репецкий Д. С. Устройство автогрейдера и расчет рабочего оборудования: методич. Указания. Перм. гос. техн. ун-т. Пермь, 2003.— 83с.
6. Букреев И.А., Жданов А.В. Взгляд изнутри. Современные системы автоматического нивелирования для строительных машин // Строительная техника и технологии. 2011.— 81с.
7. Скловский А.А. Автоматизация дорожных машин.— Рига: «АВОТС», 1984.— 289с.