

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің Ғылым жаршысы(пәнаралық)
= Вестник науки Казахского агротехнического университета им.С.Сейфуллина (междис-
циплинарный). - 2022. –№ 4 (115). –Ч.2. – . С.48-55

[doi.org/ 10.51452/kazatu.2022.4.1270](https://doi.org/10.51452/kazatu.2022.4.1270)

УДК528;004;63

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ГЛОНАСС/GPS
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ
ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОЛЕВЫХ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ**

Алтыбаев Алишын Нарикович

Доктор технических наук, профессор

ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии»

г. Алматы, Казахстан

E-mail: naricovich@list.ru

Рахимжанов Алимжан Нурсултанович

Кандидат сельскохозяйственных наук РФ (PhD)

ТОО «Казахский НИИЛХА им. А.Н. Бокейхана»

г. Щучинск, Казахстан

E-mail: alimgan.rakhimganov@mail.ru

Коньсбаев Еркегали Калыбекович

Инженер-механик

ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии»

г. Алматы, Казахстан

E-mail: erkegali@mail.ru

Акишев Каршыга Максutowич

Кандидат технических наук, ассоциированный профессор

Казахский университет технологии и бизнеса

г. Астана, Казахстан

E-mail: akmail04cx@mail.ru

Тулегулов Амандос Дабысович

Кандидат физико-математических наук, ассоциированный профессор

Казахский университет технологии и бизнеса

г. Астана, Казахстан

E-mail: tad62@ya.ru

Аннотация

Статья посвящена вопросам практического внедрения современных информационно-цифровых технологий в реальные процессы производства. Актуальность исследования продиктована возросшими требованиями к эффектив-

ности использования техники при производстве полевых механизированных работ. Основная идея заключается в том, что на современном этапе развития производственных отношений цифровая трансформация реальных производственных процессов может и должна идти по пути эволюционного перехода, путем поэтапного внедрения элементов программно-аппаратного комплекса информационно-цифровых технологий. Изложен опыт применения технологий ГЛОНАСС/GPS через доступное приложение, при проведении прикладных исследований эксплуатационных свойств машинно-тракторного агрегата, основанных на хронометраже пространственно-временных параметров его движения. Установлено [7], что проведение хронометража работы мобильных агрегатов с помощью программно-аппаратного комплекса глобального позиционирования существенно повышает эффективность анализа процессов машиноиспользования за счет оперативности и точности получения первичных данных. Результаты могут быть использованы для расчета нормативов затрат времени, обоснования рациональных режимов труда и отдыха, выявления причин невыполнения сменных норм и др.

Ключевые слова: ГЛОНАСС/GPS; GeoTracker; мобильный агрегат; производительность; время; скорость движения; хронометраж.

Введение

Мобильные процессы при производстве полевых механизированных работ занимают важное место в инфраструктуре сельского и лесного хозяйств. К отличительным особенностям функционирования мобильных процессов, прежде всего, относят влияние природно-климатических факторов и значительные пространственно-временные параметры, характеризующие эксплуатационно-технологические показатели применяемых средств механизации. Основным эксплуатационно-технологическим показателем мобильных агрегатов является производительность, для определения которой необходимо измерение рабочих и не рабочих движений машинно-тракторного агрегата (МТА) в течение всего рабочего дня с одновременным фиксированием времени, затраченного на каждую составляющую трудового процесса. Существующие регламенты [1]

предусматривают определение этих показателей путем хронометража, весьма трудоемкого по содержанию и сложного по структуре.

В настоящее время на рынке IT-решений предлагается множество приложений [2,3,4] для регистрации, обработки и хранения пространственно-временных свойств движущихся объектов на основе технологий глобальной навигационной спутниковой системы (ГЛОНАСС). Кроме того, в последние годы количество мобильных приложений ГИС быстро растет. Мобильные устройства с GPS, такие как смартфоны и планшеты, также получили широкое распространение. Инструменты ГЛОНАСС/GPS расширяют доступность для каждого конечного пользователя при решении практических задач [5-6].

GeoTracker – это бесплатное приложение [7] для операционной системы Android.

Позволяет записывать треки и просматривать их на картах Яндекс, Google или Open Street Maps.

Основные возможности приложения:

- запись треков, в том числе в фоновом режиме, с возможностью гибкой настройки параметров записи;

- просмотр треков на картах Яндекс, Google, Open Street Maps (OSM);

- экспорт и импорт записанных треков в формате GPX и KML, с возможностью открывать в программе Google Earth;

- расчет различных параметров статистики трека и отображение их в удобном виде в приложении: расстояние, максимальная и средняя скорость, время записи, перепад высот,

- вертикальное расстояние, углы наклона и некоторые другие значения;

- установка маркеров с текстовыми пометками на карте в важных местах;

- просмотр скорости, высоты и пройденного расстояния в произвольной точке трека.

Практическая реализация этих и других функциональных возможностей технологий GeoTracker требует методики корректного применения полученных данных, исходя из специфики предметной области. В этой связи поставлена цель – показать доступность и эффективность применения технологий ГЛОНАСС/GPS для оценки эксплуатационно-технологических показателей мобильных агрегатов.

Материалы и методы

Методологическую основу работы составляют принципы системного подхода и аппарат системного анализа. Методы научной абстракции, индукции и дедукции применены для определения сути и содержания ряда понятий, имеющих непосредственное отношение к теме

Результаты

Прикладные исследования с использованием мобильного приложения GeoTracker проводились в связи с оценкой эксплуатационно-технологических свойств МТА на поверхностной обработке почвы для лесоразведения в условиях северного региона Казахстана. В качестве приемника навигационных сигналов использовался смартфон Xiaomi, Модель Redmi 4X, Опера-

настоящей работы. Информационной базой исследования послужили нормативно-технические материалы, научно-техническая литература, мнение различных исследователей по данному научному направлению. При расчете эксплуатационно-технологических показателей руководствовались стандартной методикой [8]

онная система: Android 7.1.2.; Приложение GeoTracker Версия 5.1.5.2972 совместима с устройствами с операционной системой версии Android 5.0 и выше(рис.1).

Перед началом работы агрегата следует убедиться в работоспособности встроенного GPS-модуля при помощи утилиты GPS Test (скачивается бесплатно из

PlayMarket). После запуска утилита должна отобразить количество спутников глобальных навигационных систем, находящихся в зоне приема приемника смартфона, и количество спутников, используемых в опреде-



Рисунок 1 – Смартфон Xiaomi, Модель Redmi 4X

При этом следует учесть, что в большинстве гаджетов, при выключенном экране, для сбережения расходуемой энергии предусмотрена автоматическая остановка работающих приложений и отключение приемника навигационных сигналов. Поэтому перед измерениями необходимо отключить указанную автоматику. После положительного GPS Test в приложении GeoTracker включают запись трека, и начинается движение МТА. По окончании движения останавливают запись и сохраняют или отправляют записанный файл в формате GPX для хранения или последующей обработки на персональном компьютере. Файл GPX содержит геопространственную информацию в стандартном текстовом формате

лении координат, которых должно быть не менее 4^x. Также на экране должна отобразиться точность позиционирования, текущие координаты и уровень сигнала от каждого спутника (рис.2).

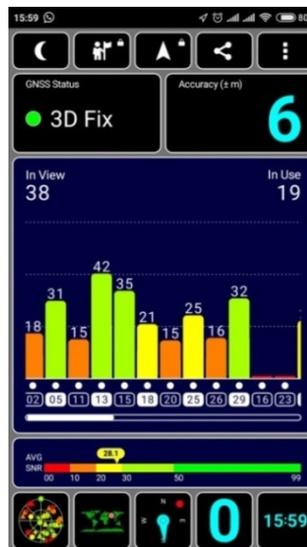


Рисунок 2 – Стартовое окно GPSTest

XML, включая координаты долготы и широты путевых точек, данные маршрута и трека. В файле также могут храниться сведения о высоте местности над уровнем моря, времени прохождения каждой точки трека и дополнительная пользовательская информация: частота пульса, скорость, количество сделанных шагов и т.д.

Файлы GPX используются многими навигационными устройствами и приложениями, позволяющими экспортировать и импортировать GPS-данные для их передачи между различным программным обеспечением. Открыть файл GPX можно в таких программах, как Google Earth, GPSTracker, GPS Visualizer, GPX Viewer.

Для изучения и анализа записанной информации GeoTracker представляет страницу с двумя вкладками:

– на вкладке «Статистика» будет собрана вся статистическая информация о Вашем передвижении – скорость, общая длина пути, информация о высоте над уровнем моря и так далее (рис.3);

– на вкладке «Карта» будет отображаться траектория Вашего движения на основании собранной информации (рис.4). В нижней части экрана визуализированы записи

изменения высоты над уровнем моря (верхняя) и изменение скорости движения МТА (нижняя). Выше графиков указаны статистические характеристики (максимальная, минимальная и средняя) скорости и уклон в процентах. Кроме того, запись в формате GPX позволяет проведению детального исследования трудовых операций технологического процесса, что очень важно при хронометраже с целью установления нормативов трудового процесса.

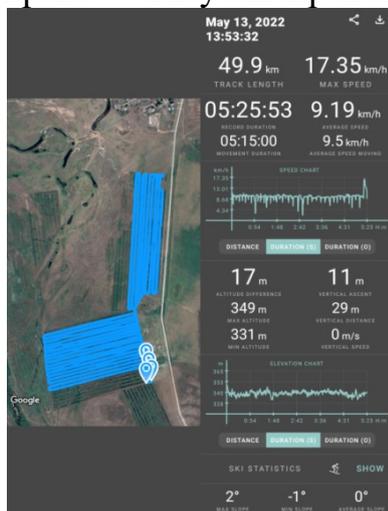


Рисунок 3 – Вкладка «Статистика»

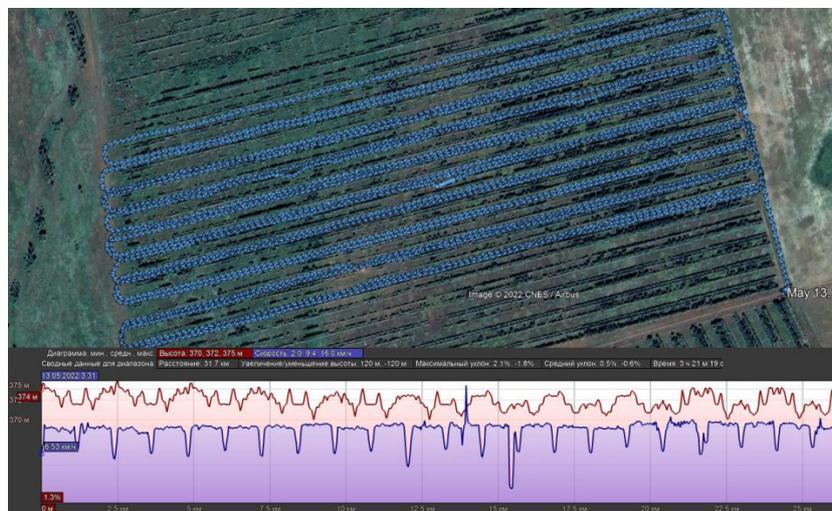


Рисунок 4 – Вкладка «Карта»

Объектами исследования были процессы использования МТА на обработке почвы [9...10]:

– поверхностная обработка на глубину 8...10 см,

МТА в составе К-739М+БДТ-7,62 (ширина захвата 8,1 м, производительность – 5,6...8,6 га/час при скорости 8-12 км/ч.);

– основная обработка на глубину 30 см,

МТА в составе К-701+ПН-8-35 (ширина захвата 2,8 м, производительность – 1,96...2,7 га/час при скорости 7-9 км/ч);

Общие виды агрегатов и фрагмент записи GeoTracker представлены на рисунке 5.



Рисунок 5 – Рабочие моменты хронометража работамобильного агрегата на обработке почвы: слева показано МТА, справа – записи GeoTracker с указанием участков обработки

Изучение фактических показателей эксплуатации мобильных МТА проводилось в период с 11.05.2022г. по 16.05.2022г. на полях РГП «Жасыл аймак» (Акмолинская обл.) в условиях реального производства при обработке межкулисных пространств шириной 16 м.

Результаты хронометража с использованием мобильного приложения GeoTracker и расчета основных эксплуатационных показателей мобильных процессов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты хронометража и расчетов

№ п/п	Вид операции	Глубина обработки, см	МТА		Основное время, час	Скорость средняя, км/ч	Производительность, га/час		
			Трактор	Орудие			чистого времени	основного времени	сменного времени
1.	Поверхностная обработка почвы	8-10	К-739М	БДТ-7,62	8,03	9,5	6,89	6,05	5,14
2.	Основная обработка	30	К-701	ПН-8-35	3,15	5,0	1,40	1,00	-

Обсуждение

Анализ данных из табл.2 свидетельствует, что поверхностная обработка почвы с использованием МТА в составе К-739М+БДТ-7,62 выполняется со средней скоростью 9,5 км/час, что находится в пределах рекомендуемой технической скорости, авыработки (производительность) чистого, основного и сменного времени составили: 6,89, 6,05 и 5,14 га/час соответственно. При этом снижение производительности МТА по организационно-техническим причинам внутрисменного времени составляет 25%, что указывает на

Заключение

Технологии ГЛОНАСС/GPS становятся прикладным инструментарием для решения производственно-технологических задач в области машиноиспользования при производстве полевых механизированных работ, применение которых значительно повышает достоверность и точность получения исходных дан-

значительные резервы повышения производительности труда механизаторов.

Мобильные агрегаты для основной обработки (вспашки) используются с показателями, заявленными в технических характеристиках, видимо есть необходимость в проведении тщательного анализа процессов технологической подготовки производства в целом с учетом имеющихся всех его ресурсов.

ных для принятия наиболее эффективных организационно-технических решений. Результаты также могут быть полезными и для оперативного установления нормативов выработки мобильных агрегатов, что способствует повышению экономической эффективности управления производства в целом.

Информация о финансировании

Данное исследование финансируется Министерством экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан (ИРН BR10263776).

Список литературы

1 Производственный менеджмент. Теория и практика в 2 ч. Часть 2 [Текст]: учебник для вузов / И. Н. Иванов [и др.]; под редакцией И. Н. Иванова. – 2-е изд. – М: Издательство Юрайт, -2022. – 174 с.

2 Maciej M. Nowak, Katarzyna Dziób, Łukasz Ludwisiak, Julian Chmiel. Mobile GIS applications for environmental field surveys: A state of the art [Text] / Global Ecology and Conservation. -2020. -Vol.23.

3 Justyna Tomaszewska, Marta Woch, Jakub Krzyszowski, Mariusz Ziejab. Comparative analysis of vitality of GPS and GLONASS satellite systems [Text] / 8th International Conference on Air Transport «Global trends in aviation». – 2019. – P. 57-62.

4 Ambrogio Maria Manzano, Paolo Dabove, Neil Gogoi. Assessment of positioning performances in Italy from GPS, BDS and GLONASS constellations [Text] / Geodesy and Geodynamics. – 2018. – №9. – P. 439-448.

5 Prem Chandra Pandey Amit Kumar Tripathi Jyoti Kumar Sharma. Chapter 16 - An evaluation of GPS opportunity in market for precision agriculture [Text] / GPS and GNSS Technology in Geosciences. – 2021. – P. 337-349.

6 Brian Ballsun, Stanton Shawn A., Ross Adela Sobotkova. FAIMS Mobile: Flexible, open-source software for field research [Text] / SoftwareX. - 2018. -Vol.7.– P. 47-52.

7 Обзор программы Геотрекер – GPСтрекер [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.drive2.ru/l/503997714426496260/>.

8 ГОСТ 24055–2016 (Межгосударственный стандарт) Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. Agricultural-machinery. Methods of operational-technological evaluation [Текст] / – Введен в действие 2018.01.01. – М.: ФГУП «СтандартИнформ».

9 Борона дисковая тяжелая звезда БДТ-7,62 [Электронный ресурс]. – URL: <https://agroexpert.kz/catalog/obrabotka-pochvi/boroni-diskovie/zvezda-bdt-7-62>.

10 Плуг ПН 8-35 [Электронный ресурс]. – URL: <https://tselinaagro.sat-u.kz/p1009-plug.html>.

11 Черняков В.А. Высотехнологичное земледелие США [Текст] / Достижения науки и техники АПК. - 2004. № 1-5.

References

1 Proizvodstvennyj menedzhment. Teoriya i praktika v 2 ch. Chast' 2 [Tekst]: uchebnik dlya vuzov / I. N. Ivanov [i dr.]; pod redakciej I. N. Ivanova. – 2-e izd. – M: Izdatel'stvo YUrajt, - 2022. – 174 s.

2 Maciej M. Nowak, Katarzyna Dziób, Łukasz Ludwisiak, Julian Chmiel. Mobile GIS applications for environmental field surveys: A state of the art [Text] / Global Ecology and Conservation. -2020. -Vol.23.

3 Justyna Tomaszewska, Marta Woch, Jakub Krzyszkowska, Mariusz Ziejab. Comparative analysis of vitality of GPS and GLONASS satellite systems [Text] / 8th International Conference on Air Transport «Global trends in aviation». – 2019. – P. 57-62.

4 Ambrogio Maria Manzano, Paolo Dabove, Neil Gogoi. Assessment of positioning performances in Italy from GPS, BDS and GLONASS constellations [Text] / Geodesy and Geodynamics. – 2018. – №9. – P. 439-448.

5 Prem Chandra Pandey Amit Kumar Tripathi Jyoti Kumar Sharma. Chapter 16 - An evaluation of GPS opportunity in market for precision agriculture [Text] / GPS and GNSS Technology in Geosciences. – 2021. – P. 337-349.

6 Brian Ballsun, Stanton Shawn A., Ross Adela Sobotkova. FAIMS Mobile: Flexible, open-source software for field research [Text] / SoftwareX. -2018. -Vol. 7. – P. 47-52.

7 ObzorprogrammyGeotrekер – GPS trekер [Elektronnyjresurs]. – URL: <https://www.drive2.ru/l/503997714426496260/>.

8 GOST 24055–2016 (Mezhgosudarstvennyjstandart) Tekhnikasel'skohozyajstvennaya. Metodyekspluatacionno-tekhnologicheskojocenki. Ag-ricultural machinery. Methods of operational-technological evaluation [Tekst] / – Vveden vdejstvie 2018.01.01. – M.: FGUP «StandartInform».

9 Boronadiskovayatyazhelayazvezda BDT-7,62 [Elektronnyjresurs]. – URL:<https://agroexpert.kz/catalog/obrabotka-pochvi/boroni-diskovie/zvezda-bdt-7-62>.

10 Plug PN 8-35 [Elektronnyjresurs]. – URL: <https://tselinagro.satu.kz /p1009-plug.html>.

11 Chernyakov B. A. Visokotechnologichnoe zemledelie SSHA [High-tech agriculture in the USA] [Text] / Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2004. No. 1-5.

**ГЛОНАСС/GPS ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНУ
МОБИЛЬДІ ПРОЦЕСТЕРДІ ЗЕРТТЕУ ҮШІН
ДАЛАЛЫҚ МЕХАНИКАЛАНДЫРЫЛҒАН ЖҰМЫСТАРДЫ ЖҮРГІЗУ
КЕЗІНДЕ**

Алтыбаев Алышын Нарикович

*Техника ғылымдарының докторы, профессор
"Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы" ЖШС
Алматы қ., Қазақстан
E-mail: naricovich@list.ru*

Рахимжанов Әлімжан Нұрсұлтанұлы

*РФ Ауылшаруашылығы ғылымдарының кандидаты, PhD
"Ә.Н. Бөкейхан атындағы Қазақ орман шаруашылығы және
агроорманмелиорация ғылыми-зерттеу институты" ЖШС
Щучинск қ., Қазақстан
E-mail: alimgan.rakhimganov@mail.ru*

Қонысбаев Еркеғали Қалыбекұлы

*Инженер-механик
"Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы" ЖШС
Алматы қ., Қазақстан
E-mail: erkegali@mail.ru*

Акишев Каршыға Мақсұтұлы

*Техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор
Қазақ технология және бизнес университеті
Астана қ., Қазақстан
E-mail: akmail04cx@mail.ru*

Тулесулов Амандос Дабысұлы
Физика-математика ғылымдарының кандидаты,
қауымдастырылған профессор
Қазақ технология және бизнес университеті
Астана қ., Қазақстан
E-mail:tad62@ya.ru

Түйін

Мақала өндірістің нақты процестеріне заманауи ақпараттық-цифрлық технологияларды іс жүзінде енгізу мәселелеріне арналған. Зерттеудің өзектілігі далалық механикаландырылған жұмыстарды өндіруде техниканы пайдалану тиімділігіне қойылатын талаптардың артуына байланысты. Негізгі идея – өндірістік қатынастарды дамытудың қазіргі кезеңінде нақты өндірістік процестердің цифрлық трансформациясы ақпараттық-цифрлық технологиялардың бағдарламалық-аппараттық кешенінің элементтерін кезең-кезеңімен ЕНГІЗУ арқылы эволюциялық ауысу жолымен жүруі мүмкін және болуы керек. ГЛОНАСС/GPS технологияларын оның қозғалысының кеңістіктік-уақыттық өлшемдерінің хронометражына негізделген Машина-трактор агрегатының пайдалану қасиеттеріне қолданбалы зерттеулер жүргізу кезінде аяққа дейінгі қосымша арқылы қолдану тәжірибесі баяндалған. Жаһандық позициялаудың бағдарламалық-аппараттық кешенінің көмегімен мобильді агрегаттар жұмысының хронометражын жүргізу бастапқы деректерді алудың жеделдігі мен дәлдігі есебінен машинаны пайдалану процестерін талдаудың тиімділігін едәуір арттыратыны анықталды. Нәтижелер уақыт шығындарының нормативтерін есептеу, еңбек пен демалыстың ұтымды режимдерін негіздеу, ауысымдық нормалардың орындалмау себептерін анықтау және т.б. үшін пайдаланылуы мүмкін.

Кілт сөздер: GLONASS/GPS; GeoTracker; мобильді қондырғы; өнімділік; уақыт; қозғалыс жылдамдығы; уақыт.

APPLICATION OF GLONASS/GPS TECHNOLOGIES FOR THE STUDY OF MOBILE PROCESSES IN THE PRODUCTION OF FIELD MECHANIZED WORK

Altybaev Alshyn Narikovich
Doctor of Technical Sciences
LLP "Scientific and Production Center of Agroengineering"
Almaty, Kazakhstan
E-mail:naricovich@list.ru

Alimzhan Rakhimzhanov
Candidate of Agricultural Sciences of the Russian Federation, PhD
Kazakh NIILHA named after A.N. Bokeikhan LLP
Shchuchinsk, Kazakhstan

E-mail: alimgan.rakhimganov@mail.ru

*Yerkegali Kalybekovich Konysbayev
Mechanical Engineer
Scientific and Production Center of Agroengineering LLP
Almaty, Kazakhstan
E-mail: erkegali@mail.ru*

*Akishev Karshyga Maksutovich
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kazakh University of Technology and Business
Astana, Kazakhstan
E-mail: akmail04cx@mail.ru*

*Tulegulov Amandos Dabysovich
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
Kazakh University of Technology and Business
Astana, Kazakhstan
E-mail: tad62@ya.ru*

Abstract

The article is devoted to the practical implementation of modern information and digital technologies in real production processes. In particular, the practical applicability of individual elements of the global positioning system for making organizational and technical decisions in the field of machine use in the production of field mechanized work is shown. The main idea is that at the present stage of the development of industrial relations, the digital transformation of real production processes can and should follow the path of an evolutionary transition, through the phased introduction of elements of the software and hardware complex of information and digital technologies. The article describes the experience of using GLONASS/GPS technologies through an accessible application, when conducting applied studies of the operational properties of a machine-tractor unit based on the timing of spatially-temporal parameters of its movement. It is established that the timing of the operation of mobile units with the help of a software and hardware complex of global positioning significantly increases the efficiency of the analysis of machine use processes due to the efficiency and accuracy of obtaining primary data. The results can be used to establish time-consuming standards, substantiate rational work and return regimes, identify the reasons for non-compliance with shift norms, etc.

Keywords: GLONASS/GPS; GeoTracker; mobile unit; performance; time; speed of movement; timing.