

13. Batrakov D. O., Antyufeyeva M. S., Kovalov M., Batrakova A. G. GPR data processing using the synthesized pulse method. 2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering, UKRCON 2021-Proceedings. 2021. V. 3. Pp. 262-265.
14. Glazunov V. V., Daniliev S. M., Efimova N. N. Application of the geo-radar method to assess the state of fastening of the upper slope of soil dams. Notes of the Mining Institute. 2011. V. 194. Pp. 167-172.
15. Benedetto F., Tosti F. GPR spectral analysis for clay content evaluation by the frequency shift method. Journal of Applied Geophysics. 2013. V. 97. Pp. 89-96.
16. Kremnev A. P., Polyakov A. N., Gusenok K. S., Mirzaev T. A. GPR method for quality control of cement-soil and monolithic structures installed in the ground. Bulletin of Polotsk State University. Series F. Construction. Applied Science. 2015. No. 16. Pp. 34-39.
17. Ding L., Han B., Liu R.-Z., Zhang J.-Q. Inversion imaging method for concrete non-destructive testing based on GPR. Acta Geophysica Sinica. 2012. V. 55. No. 1. Pp. 317-326.
18. Nigmatov G. M., Maklakov A. S., Rotaru A. N., Gaifullin Z. G. Assessment of the technical condition of dams using dynamic-geophysical testing methods. Civil Safety Technologies. 2021. V. 18. No. 1 (67). Pp. 46-53.
19. Noskevich V. V., Gorshkov V. Yu., Baidikov S. V., Ugryumov I. A. Inspection of the condition of a soil dam using a complex of geophysical methods. Hydrotechnical construction. 2019. No. 5. Pp. 30-37.
20. Fomenko N. E. Diagnostics of the condition of pond dams using a complex of electrical prospecting methods. News of higher educational institutions. Geology and exploration. 2015. No. 1. Pp. 26-32.
21. Belyaev A. I., Pugacheva A. M., Korneeva E. A. Assessment of Ecosystem Services of Wetlands of the Volga-Akhtuba Floodplain. Sustainability. 2022. V. 14. 11240.

Информация об авторах

Истомин Александр Петрович, заместитель директора, руководитель Центра по защите и восстановлению малых рек и водоемов, ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (Российская Федерация, 400062, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 97), e-mail: istomin-ap@vfanc.ru

Солодовников Денис Анатольевич, кандидат географических наук, ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (Российская Федерация, 400062, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 97), e-mail: densolodovnikov@mail.ru

Истомин Сергей Александрович, младший научный сотрудник лаборатории гидрологии агролесоландшафтов, ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (Российская Федерация, 400062, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 97), e-mail: istomin-s@vfanc.ru

Коваленко Иван Александрович, инженер-исследователь лаборатории эколого-мелиоративных технологий и проектирования Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (Российская Федерация, 400062, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 97), e-mail: kovalenko-i@vfanc.ru

Author's Information

Istomin Aleksander Petrovich, Deputy Director-Head of the Center for the Protection and Restoration of Small Rivers and Reservoirs of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences" (Russian Federation, 400062, Volgograd, Universitetsky Ave., 97), e-mail: istomin-ap@vfanc.ru

Solodovnikov Denis Anatolyevich, Candidate of Geographical Sciences, under an agreement with the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences" (Russian Federation, 400062, Volgograd, Universitetsky Ave., 97), e-mail: densolodovnikov@mail.ru

Istomin Sergey Aleksandrovich, Junior Researcher in the Laboratory of Hydrology of Agroforestry Landscapes of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences" (Russian Federation, 400062, Volgograd, Universitetsky Ave., 97), e-mail: istomin-s@vfanc.ru

Kovalenko Ivan Aleksandrovich, engineer-researcher of the laboratory of environmental reclamation technologies and design of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences" (Russian Federation, 400062, Volgograd, Universitetsky Ave., 97), e-mail: kovalenko-i@vfanc.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-44

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF FIELD TESTS OF THE CROSS-COUNTRY ABILITY OF AN EXPERIMENTAL VEHICLE

¹Myasnikov A. S., ²Fomin S. D., ²Gapich D. S.

¹ChPOU "Gazprom College Volgograd named after. I. A. Matlashov"

²Volgograd State Agrarian University
Volgograd, Russian Federation

Corresponding author E-mail: fsd-58@mail.ru

Received 10.10.2023

Submitted 15.02.2024

Abstract

Introduction. In the work of an agro-industrial enterprise, transportation of agricultural goods in field conditions is an important stage of the technological process, the implementation of which arises difficulties associated with the condition and type of soil of the supporting surface, rugged terrain, which ultimately affects the increase in the time of transportation of goods, the presence of downtime in the work of the main and auxiliary

equipment, disruption or increase in deadlines for completing types of work. Increasing the mobility of movement of road freight vehicles for agriculture and increasing their cross-country ability on various soils of the supporting surface, regardless of weather conditions, is an urgent task, one of the directions for solving which is the use of vehicles with a combined method of movement – rolling and walking. To study the operation of a car with a combined mode of transportation, an experimental vehicle was designed that allows choosing a mode of transportation depending on the adhesion properties with the supporting surface. **Object.** The object of the study is a comparative analysis of the results of field tests of the support cross-country ability of an experimental vehicle on wet plowed soil, a wet dirt road, and dry loose sand. **Materials and methods.** The supporting cross-country ability of the experimental vehicle on the bases of wet plowed soil, wet dirt road and dry loose sand was determined by visual and instrumental measurement of the following indicators: the amount of current consumed by the motors, the distance traveled, the depth of the rut, and the degree of soil compaction. Based on the results of the study, dependency graphs were constructed, preferred indicators were determined, and conclusions were drawn. **Results and conclusions.** A comparative analysis of the results of field tests showed that movement by walking, compared to rolling, leaves a rut of less depth on the supporting surface, the degree of soil compaction decreases, and the current consumption of the electric motors that ensure the forward movement of the experimental vehicle decreases.

Keywords: *experimental vehicles, rolling motion, stepping motion, support cross-country ability, wet plowed soil, sodden dirt road, dry loose sand.*

Citation. Myasnikov A. S., Fomin S. D., Gapich D. S. Comparative analysis of the results of field tests of the cross-country ability of an experimental vehicle. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2024. 1(73). 392-403 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-44.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 631.37

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ ОПОРНОЙ ПРОХОДИМОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

¹Мясников А. С., преподаватель

²Фомин С. Д., доктор технических наук, профессор

²Гапич Д. С., доктор технических наук, профессор

¹ЧПОУ «Газпром колледж Волгоград им. И. А. Матлашова»

²ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

г. Волгоград, Российская Федерация

Актуальность. В работе агропромышленного предприятия перевозка сельскохозяйственных грузов в полевых условиях является важным этапом технологического процесса, при реализации которого возникают трудности, связанные с состоянием и типом грунта опорной поверхности, переменной рельефом местности, что в итоге сказывается на увеличении сроков перевозки грузов, наличии простоев в работе основной и вспомогательной технике, срыве или увеличении сроков выполнения видов работ. Повышение мобильности передвижения автомобильных грузовых транспортных средств для сельского хозяйства и увеличение их опорной проходимости на различных грунтах вне зависимости от состояния погодных условий является актуальной задачей, одним из направлений решения которой является использование транспортных средств с комбинированным способом передвижения – качением и шаганием. Для исследования работы автомобиля с комбинированным способом передвижения сконструировано экспериментальное транспортное средство, позволяющее в зависимости от сцепных свойств с опорной поверхностью выбирать способ передвижения. **Объект.** Объектом исследования являются результаты полевых испытаний показателей опорной проходимости экспериментального транспортного средства на основаниях влажный вспаханный грунт, размокшая грунтовая дорога, сухой сыпучий песок. **Материалы и методы.** Опорная проходимость экспериментального транспортного средства на основаниях влажный вспаханный грунт, размокшая грунтовая дорога и сухой сыпучий песок определена путем визуального и приборного измерения следующих показателей: величина затрачиваемой мощности, пройденный путь, глубина колеи, степень уплотнения грунта. По результатам исследования построены графики зависимостей, определены предпочтительные показатели, сделаны выводы. **Результаты и выводы.** Проведенный сравнительный анализ результатов полевых испытаний показал, что передвижение способом шагания по сравнению с качением оставляет на опорной поверхности колею меньшей глубины, снижается степень уплотнению грунта, отсутствует буксование, затрачиваемая на деформацию грунта мощность электродвигателей экспериментального транспортного средства, уменьшается.

Ключевые слова: экспериментальные транспортные средства, движение качения, движение шагания, опорная проходимость, влажный вспаханный грунт, размокшая грунтовая дорога, сухой сыпучий песок.

Цитирование. Мясников А. С., Фомин С. Д., Гапич Д. С. Сравнительный анализ результатов полевых испытаний опорной проходимости экспериментального транспортного средства. *Известия НВ АУК*. 2024. 1(73). 392-403. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-44.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились с представленным окончательным вариантом и одобрили его.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Растениеводство является ведущим направлением сельскохозяйственной отрасли страны, от результатов деятельности которой зависят показатели работы других направлений аграрного сектора [1, 2]. На результаты работы организаций, занимающихся растениеводством, влияет большое количество факторов, одни из которых зависят от деятельности человека, а другими управляет природа, которая может устанавливать, как засухи, так и вызывать обильные осадки. Для борьбы с засухами можно использовать орошение территорий, а преодолеть обильные осадки можно только выжиданием времени, которое в свою очередь значительно влияет на результаты посевных и уборочных работ, и как следствие на экономические показатели работы организации [3, 4]. Обильные осадки сильно сказываются на выполнении транспортных работ в полевых условиях, когда несущая способность опорной поверхности ухудшается, что в итоге не позволяет автомобильной технике перевозить грузы [5]. Примерами подобных ситуаций могут быть случаи в Костанайской области Казахстана в 2023 году, Волгоградской и Тамбовской области в 2022 году, Вологодской области в 2020 году, Новосибирской области 2019 году и случаи в других регионах, когда обильные осадки вызывали застревания техники в полевых условиях, не позволяли вывезти уже собранный с полей урожай, доставить груз и вовремя начать посевную или уборочную кампании [6-10]. Одним из направлений повышения эффективности работы транспортной техники является применение комбинированного способа передвижения – качением и шаганием с целью повышение ее опорной проходимости [11, 12].

Для исследования работы техники с комбинированным способом передвижения разработано экспериментальное транспортное средство, которое в 2023 году прошло полевые испытания на различных основаниях опорной поверхности приусадебного участка поселка Комсомольский Калачевского района Волгоградской области [13-17].

Материалы и методы. Для проведения испытаний опорной проходимости экспериментального транспортного средства были подготовлены зачетные участки длиной и шириной не менее двух его габаритных длин и не менее одной его ширины соответственно, причем использовались зачетные участки со следующими характеристиками [5, 14]:

- влажный грунт, вспаханный на глубину не менее 0,15 м, разравненный, относительная влажность поверхностного слоя 30-35%;
- размокшая на глубину не менее 0,05 м ровная грунтовая дорога, относительная влажность поверхностного слоя 30-35%;
- сухой сыпучий песок, глубиной не менее 0,1 м, относительная влажность поверхностного слоя до 4%.

При проведении исследований, на каждом из вышеперечисленных оснований опорной поверхности в случае отсутствия застревания экспериментального транспортного средства, в кузов клался груз массой, при котором обеспечивалось при движении качением застревание, при наступлении которого транспортное средство исследовалось на возможность дальнейшего передвижения шагающим способом.

Для удобства измерения массы груза и визуализации хода экспериментальных исследований в качестве груза используются кирпичи, масса каждого из которых составляет 5 кг (50 Н). Изначальная загрузка выбирается в зависимости от основания опорной поверхности (200 Н для вспаханного влажного грунта; 300 Н для размокшей грунтовой дороги; 250 Н для сухого сыпучего песка), при успешном прохождении испытания нагрузка увеличивается на 5 кг (50 Н) до максимальной величины загрузки равной 500 Н, что обусловлено заданными прочностными характеристиками в конструкции сборочных узлов экспериментального транспортного средства.

Параметры для исследования характера передвижения экспериментального транспортного средства фиксировались с помощью ручных измерительных инструментов и электронных вычислительных средств следующие показатели:

- затрачиваемая на деформацию грунта мощность электродвигателей движителей и механизмов, обеспечивающих перемещение движителей в вертикальной плоскости;
- масса груза, укладываемого в кузов экспериментального транспортного средства;
- пройденный путь;
- глубина колеи;
- степень уплотнения грунта до и после прохода экспериментального транспортного средства.

Для регистрации показаний электрических параметров работы электродвигателей, установленных на движителях и механизмах их перемещения в вертикальной плоскости, при движении соответственно способами качения и шагания используются следующие технические средства измерений и материалы:

- регулируемый автотрансформатор;
- трансформатор тока типа И54;
- вольтметр модели АСТВ;
- амперметр модели Д566;
- ваттметр модели Д539;
- две колодки на двенадцать/четырнадцать входов/выходов;
- набор соединительных проводов.

Регулируемый автотрансформатор предназначен для преобразования однофазного нерегулируемого напряжения промышленной частоты в однофазное регулируемое напряжение той же частоты (рисунок 1).

Трансформатор тока типа И54 служит для преобразования тока от 0,5А до 50А в ток силой 5А при точных измерениях в цепях переменного тока частотой 50Гц (рисунок 2).



Рисунок 1 – Общий вид регулируемого автотрансформатора
Figure 1 – General view of an adjustable autotransformer



Рисунок 2 – Общий вид трансформатора тока типа И54
Figure 2 – General view of current transformer type И54

Вольтметр модели АСТВ высокоточный переносной прибор с четырьмя пределами для измерения напряжения в цепях переменного тока в широком диапазоне частот, а также для поверки и настройки других измерительных приборов с низким классом точности (рисунок 3).

Амперметр модели Д566 является прибором лабораторного типа, который используют для измерения силы тока в цепях постоянного и переменного тока, а также для проверки корректности измерений менее точных приборов в цеховых и полевых условиях (рисунок 4).



Рисунок 3 – Общий вид вольтметр модели АСТВ
Figure 3 – General view of the ASTV model voltmeter



Рисунок 4 – Общий вид амперметра модели Д566
Figure 4 – General view of the ammeter model D566

Для регистрации параметров потребляемой мощности электродвигателями, установленными на движителях для движения качения и механизмах перемещения движителей в вертикальной плоскости для движения шагания, в электрическую цепь включен ваттметр модели Д539 (рисунок 5). Ваттметр Д539 предназначен для измерения активной мощности в цепях переменного тока частотой от 45Гц до 65Гц, а также в расширенной области частот от 65Гц до 500Гц включительно и в цепях постоянного тока.



Рисунок 5 – Общий вид амперметра модели Д539
Figure 5 – General view of the ammeter model D539

Рассмотренные выше технические средства измерения электрических параметров подключены для проведения полевых испытаний в цепь с электродвигателями, обеспечивающими движение качения и шагания, согласно рисунку 6.

Алгоритм регистрации электрических параметров происходит следующим образом:

- от сети переменного тока напряжением 220 В приходит к регулируемому автотрансформатору *TV* «нулевой» провод *N*, фазный провод *L* и провод заземления. В цепи регулируемый автотрансформатор выполняет функцию обеспечения выдачи напряжения величиной 220 В, а для контроля входящего в цепь напряжения служит вольтметр *PV* модели АСТВ;

- входящий к трансформатору тока *TA* модели И54 потребляемый электродвигателями ток, преобразуется в ток силой 5А и частотой 50 Гц;

- для регистрации, потребляемой электродвигателями мощности, установлен ваттметр *PW* модели Д539;
- для регистрации потребляемого электродвигателями тока, установлен амперметр *PA* модели Д566;
- в электрическую цепь для разветвления и последующего подключения нагрузки (электродвигателей) установлены клеммники *XT1*, *XT2*;
- от клеммника *XT1* выходят провода, по которым идет управляющий сигнал к трехпозиционным тумблерам *SA3-SA14* включения/выключения электродвигателей соответственно *M1-M6*, обеспечивающим движение качения, и *M7-M12* обеспечивающим перемещение движителей в вертикальной плоскости - шагающее передвижение. Выключатели *SA15-SA18* предназначены для включения в работу электродвигателей, обеспечивающих технологический процесс шагающего передвижения, но в рамках полевых испытаний рассматриваемых параметров исследований не используются;
- для запуска электродвигателей на каждом из них установлен пусковой конденсатор емкостью 2 мкФ;
- от клеммника *XT2* выходят провода, по которым идет управляющий сигнал к электродвигателям *M1-M12* для их включения в работу.

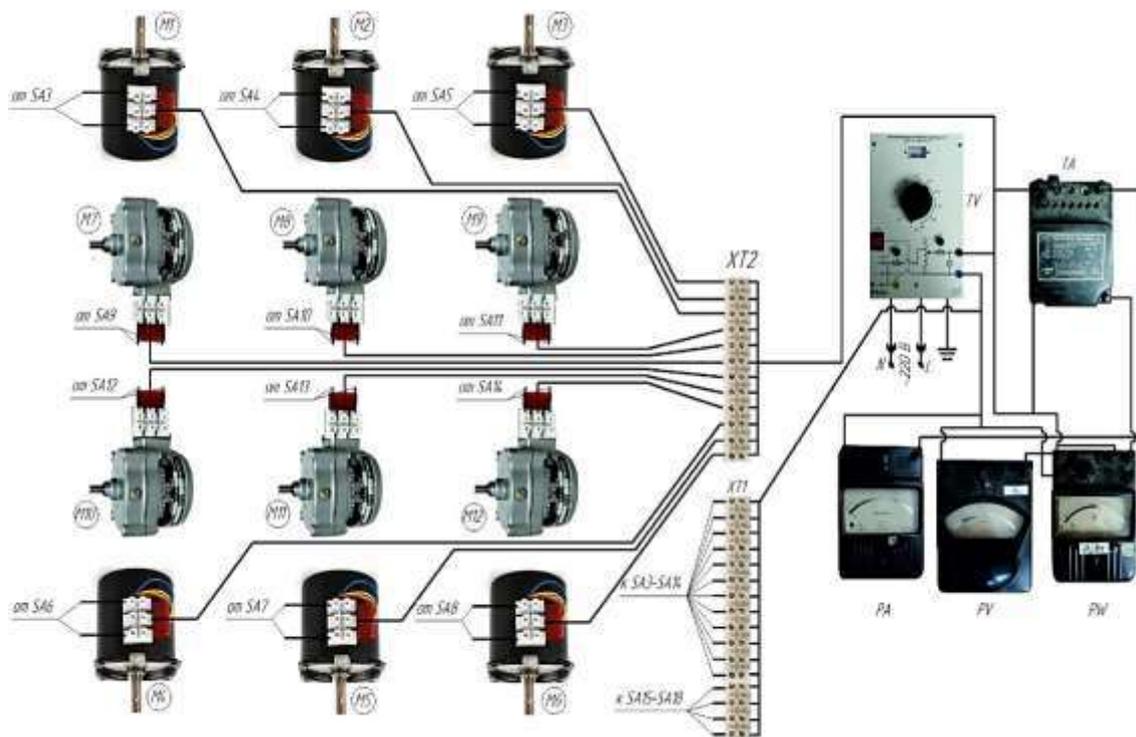


Рисунок 6 – Структурная схема подключения технических средств измерений для регистрации электрических параметров работы двигателей экспериментального транспортного средства
 TV – регулируемый автотрансформатор; TA – трансформатор тока типа И54; PA – амперметр модели Д566; PV – вольтметр модели АСТВ; PW – ваттметр модели Д539; SA3-SA18 – выключатели трехпозиционные; M1- M6 – реверсивные электродвигатели привода движителей; M7 – M12 – реверсивные электродвигатели привода механизмов перемещения движителей в вертикальной плоскости; XT1, XT2 – клеммник
 Figure 6 – Block diagram of connecting technical measuring instruments for recording electrical parameters of the engines of an experimental vehicle
 TV – adjustable autotransformer; TA – current transformer type И54; PA – ammeter model Д566; PV – voltmeter of the ASTV model; PW – D539 wattmeter; SA3-SA18 – three-position switches; M1-M6 – reversible electric motors for driving propellers; M7 – M12 – reversible electric motors for driving motion mechanisms in the vertical plane; XT1, XT2 – terminal block

Измерение глубины образуемой колеи за задним по ходу движения экспериментального транспортного средства колесом осуществлялось металлической линейкой длиной 300 мм [9].

Для измерения пройденного пути использовалась рулетка длиной 5 метров [9].

Для определения объемного веса грунта методом режущего кольца использовалось режущее кольцо внутренним диаметром 51 мм и высотой 50 мм с заостренным снаружи краем (рисунок 7). Для взвешивания кольца с грунтом используются лабораторные электронные весы AND DX-1200 с точностью до 0,01 г (рисунок 8) (ГОСТ Р В 52048-2003. Автомобили многоцелевого назначения. Параметры проходимости и методы их определения. М.: Госстандарт России, 2003. 11 с.) [18].



Рисунок 7 – Общий вид режущего кольца
Figure 7 – General view of the cutting ring



Рисунок 8 – Лабораторные электронные весы AND DX-1200
Figure 8 – Laboratory electronic scales AND DX-1200

Результаты и обсуждение. Сравнительный анализ полученных в ходе полевых испытаний показателей является основанием для выбора параметров и способа передвижения экспериментального транспортного средства в зависимости от типа и состояния опорной поверхности, а также возможности изменения ее физико-механических свойств.

Анализ результатов изменения глубины колеи при передвижении качением экспериментального транспортного средства по различным типам оснований показал, что максимальная глубина колеи возникает на основании влажный вспаханный грунт при нагрузке 780 Н и составляет 2,5 см, причем при этой же самой нагрузке на размокшей грунтовой дороге, измерение глубины отпечатка после движения движителя по которой, определил показатель 0,9 см (рисунок 9). При передвижении способом качения по сухому сыпучему песку глубина колеи меньше чем при движении по вспаханному влажному грунту, но больше чем при размокшей грунтовой дороге.

Сравнение результатов степени уплотнения грунта различных опорных поверхностей при передвижении экспериментального транспортного средства способом качения показал, что наибольший показатель наблюдается у вспаханного влажного грунта 1,114 при нагрузке 780 Н, наименьший у размокшей грунтовой дороги – 1,013 при аналогичной нагрузке (рисунок 9).

Несмотря на то, что глубина колеи при движении движителей по сухому сыпучему песку находится по графику ближе к влажному вспаханному грунту, степень уплотнения песка лежит ближе к показателям размокшей размокшей дороги (рисунок 9). Это объясняется тем, что пористость сухого сыпучего песка по сравнению с другими типами грунтов, рассматриваемых в исследованиях, значительно их меньше, а значит, при увеличении нагрузки изменяется незначительно.

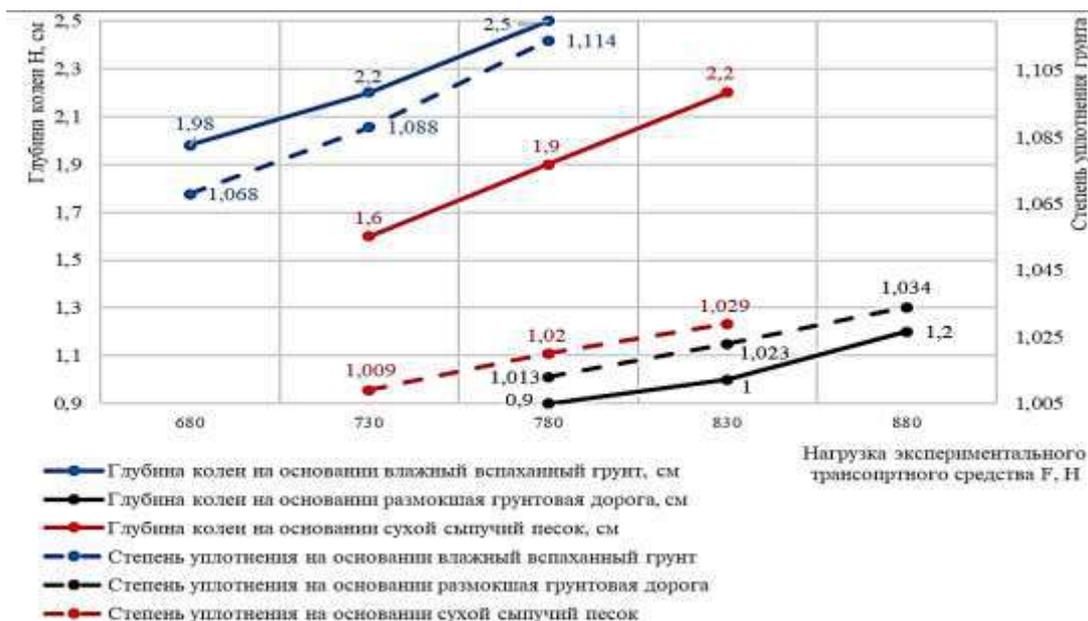


Рисунок 9 – Сравнительный анализ глубины колеи и степени уплотнения грунта при передвижении экспериментального транспортного средства способом качения на различных грунтах
Figure 9 – Comparative analysis of rut depth and degree of soil compaction when moving an experimental vehicle by rolling on various soils

Проведенный анализ результатов изменения глубины колеи при передвижении способом шагания экспериментального транспортного средства по различным типам оснований показал, что при нагрузке 960 Н, определенной как предельную по результатам прочностных расчетов элементов конструкции, максимальная глубина колеи составила 1,6 см на основании влажный вспаханный грунт, а минимальная 0,7 см наблюдается на размокшей грунтовой дороге (рисунок 10). Глубина колеи на сухом сыпучем песке близка к показателям влажного вспаханного грунта и при нагрузке 980 Н составляет 1,5 см.

Максимальная степень уплотнения грунта при передвижении шаганием наблюдается на основании влажный вспаханный грунт и при нагрузке 980 Н составляет 1,077 (рисунок 10). Показатели степени уплотнения грунта сухого сыпучего песка и размокшей грунтовой дороги практически аналогичны, причем что, глубина колеи отличается значительно. Причиной этому служит низкая пористость и высокая степень плотности песка.

Сравнительный анализ результатов изменения глубины и степени уплотнения грунта (рисунок 9, 10) при передвижении на различных типах оснований показал, что при передвижении способом качения глубина колеи и степень уплотнения грунта значительно больше чем при движении шаганием, что сказывается на повышенных энергетических затратах при преодолении сложных участков на пути следования, большей степени нарушения структуры и разрушении поверхностного плодородного слоя. Цикличность вредных воздействий является основанием ухудшения физико-механических свойств грунтов на землях сельскохозяйственного назначения, что, в конечном счете, сказывается на количестве и качестве конечной продукции и на эффективности работы отрасли в целом.

Анализ затрачиваемой электродвигателями движителей мощности на деформацию грунта при передвижении способом качения экспериментального транспортного средства на различных грунтах показал, что максимальное потребление приходится при передвижении по влажному вспаханному грунту и при нагрузке 780 Н составляет 95 Вт, а минимальное при той же нагрузке приходится на основание размокшая грунтовая дорога и составляет 82 Вт (рисунок 11). На основании сухой сыпучий песок идет чуть меньшее потребление мощности электродвигателями движителей, чем на влажном вспаханном грунте, что объясняется меньшей глубиной колеи и площадью контакта движителей с опорной поверхностью. Резкое увеличение потребления мощности на всех типах грунтов, рассматриваемых в исследовании, связано с резким ростом буксования, которое для каждого из типов грунтов увеличивается при различной нагрузке.

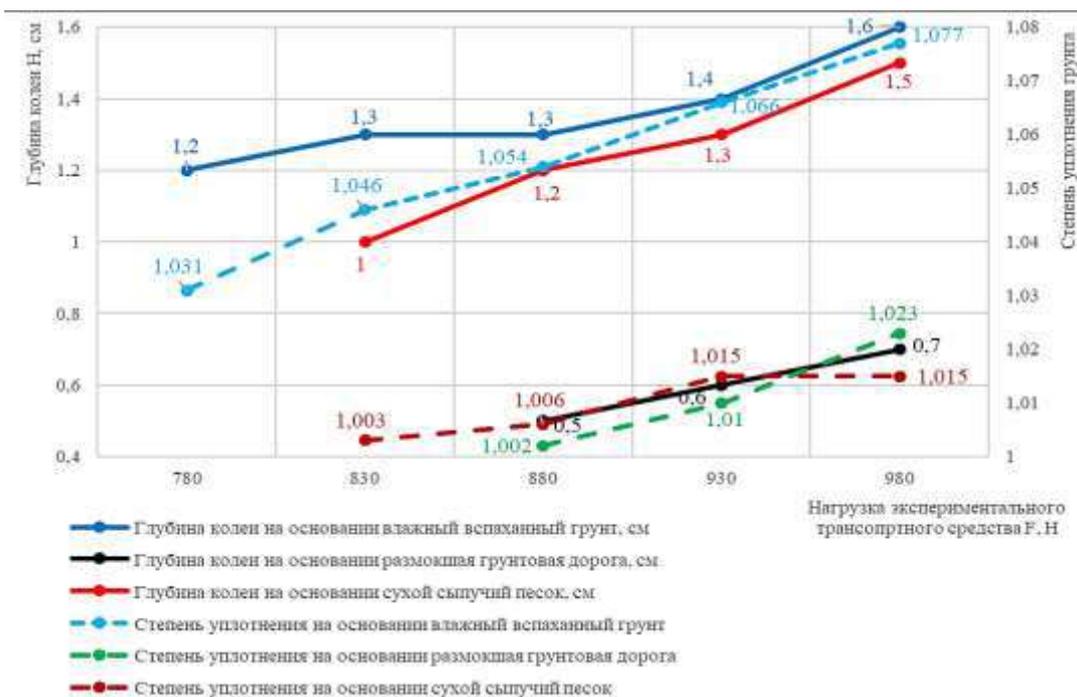


Рисунок 10 – Сравнительный анализ глубины колеи и степени уплотнения грунта при передвижении экспериментального транспортного средства способом шагания на различных грунтах
Figure 10 – Comparative analysis of rut depth and degree of soil compaction when moving an experimental vehicle by walking on various soils



Рисунок 11 – Сравнительный анализ затрачиваемой электродвигателями мощности на деформацию грунта при передвижении способом качения экспериментального транспортного средства
Figure 11 – Comparative analysis of the power expended by electric propulsion motors on soil deformation when moving by rolling an experimental vehicle

При передвижении экспериментального транспортного средства шагающим способом происходит при деформации грунтов на различных основаниях практически одинаковое потребление мощности электродвигателями, обеспечивающими перемещение движи-

телей в вертикальной плоскости (рисунок 12). При передвижении по основанию влажный вспаханный грунт потребление мощности немного выше, чем на основаниях размокшая грунтовая дорога и сухой сыпучий песок, что объясняется меньшей несущей способностью и большей глубиной колеи влажного вспаханного грунта.

Сравнительный анализ затрачиваемой на деформацию грунта мощности электродвигателями, обеспечивающими передвижение экспериментального транспортного средства способами качения и шагания, показал, что максимальные значения потребления на всех типах оснований приходятся на передвижение качением, что обусловлено наличием процесса буксования, большей глубиной колеи и площадью пятна контакта движителей с опорной поверхностью.

Проведенный сравнительный анализ результатов полевых испытаний показал, что передвижение способом шагания по сравнению с качением оставляет на опорной поверхности колею меньшей глубины, снижается степень уплотнению грунта, отсутствует буксование, потребление мощности электродвигателями, обеспечивающими передвижение экспериментального транспортного средства, уменьшается.

Применение в сельскохозяйственной отрасли техники с техническими и технологическими возможностями экспериментального транспортного средства позволит расширить перечень решаемых ими целей и выполняемых задач, обеспечит повышение мобильности, маневренности и проходимости при транспортировке грузов, а также повысит эффективность производства в целом.

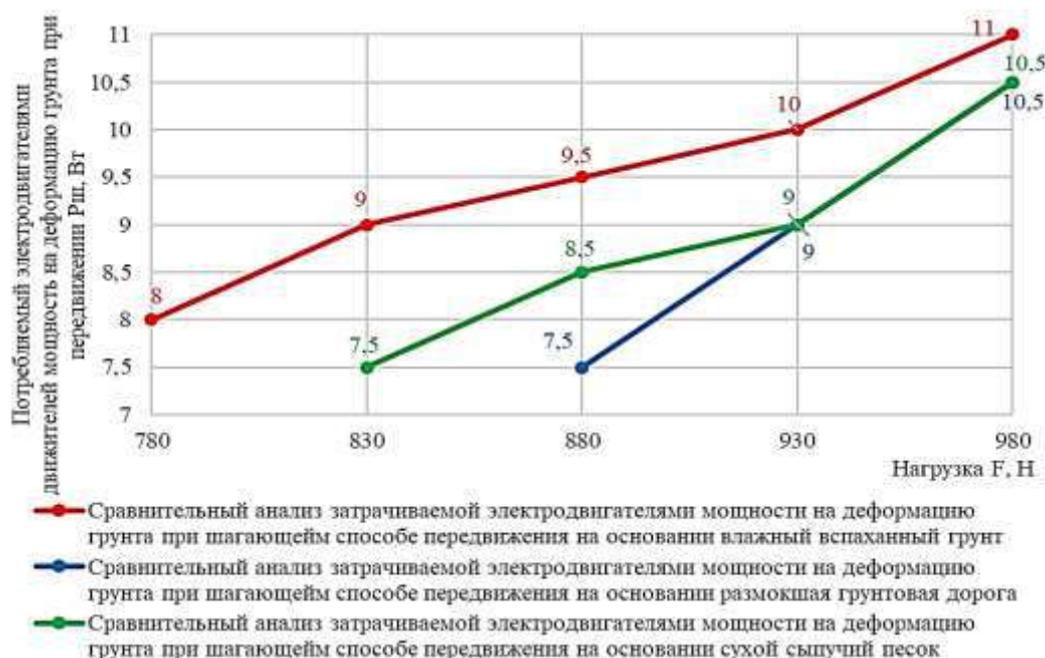


Рисунок 12 – Сравнительный анализ затрачиваемой электродвигателями, обеспечивающими перемещение движителей в вертикальной плоскости, мощности на деформацию грунта при передвижении способом шагания экспериментального транспортного средства

Figure 12 – Comparative analysis of the power expended by electric motors that ensure the movement of propulsors in the vertical plane on soil deformation when moving by walking an experimental vehicle

Заключение. Применение в сельскохозяйственной отрасли техники с техническими и технологическими возможностями экспериментального транспортного средства позволит расширить перечень решаемых ими целей и выполняемых задач, обеспечит повышение мобильности, маневренности и проходимости при транспортировке грузов, а также повысит эффективность производства в целом.

Conclusions. The use of equipment with the technical and technological capabilities of an experimental vehicle in the agricultural industry will expand the list of goals and tasks they solve, provide an increase in mobility, maneuverability and cross-country ability when transporting goods, as well as increase the efficiency of production as a whole.

Библиографический список

1. Рембалович Г. К., Успенский И. А., Голиков А. А. Анализ динамики производства картофеля в Рязанской области. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2011. № 3 (11). С. 67-70.
2. Борычев С. Н., Успенский И. А., Юхин И. А., Жуков К. А., Морозов А. Ю., Скопин В. Ю. Инновационные технические средства для транспортировки плодоовощной продукции при внутрихозяйственных перевозках. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2012. № 2 (14). С. 37-40.
3. Успенский И. А., Кокорев Г. Д., Юхин И. А., Шафоростов В. А. Повышение эффективности уборочно-транспортных работ в агропромышленном комплексе на примере семечковых культур. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2018. № 4 (40). С. 148-154.
4. Рембалович Г. К., Успенский И. А., Голиков А. А., Безносюк Р. В., Ахмедов Р. К. Анализ эксплуатационно-технологических требований к картофелеуборочным машинам и показателей их работы в условиях Рязанской области. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2013. № 1 (17). С. 64-68.
5. Пехутов А.С. Технологический процесс перевозок грузов в сельском хозяйстве и его показатели. Вестник КрасГАУ. Вып. 3. Красноярск: Издательство КрасГАУ, 2008. С. 258-264.
6. Дожди и заморозки мешают волгоградским аграриям вывезти с полей тонны овощей. <https://smotrim.ru/article/3022647>.
7. Убытки из-за дождей. <http://himagroprom.ru/vestnik/1/1664/>.
8. На полях Вологодчины гибнет урожай. <https://vologda-poisk.ru/news/na-zlobu-dnya/na-polyah-vologodchiny-gibnet-urozhay/>.
9. «Тракторы тонут в поле» – полевые работы буксуют в Северном районе. <https://m.vn.ru/news-traktory-tonut-v-pole-polevye-raboty-buksuyut-v-severnom-rayone/>.
10. Работа на уметских полях остановилась из-за осадков. <https://gazetaumet.ru/news/apk/2022-10-04/rabota-na-umyotских-polyah-ostanovilas-iz-za-osadkov-140879>.
11. Belyaev A. M., Belyakov V. V., Makarov V. S. Study of efficiency of a 6x6 all-terrain vehicle in coastal zone. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. No 709 (4).
12. Belyaev A. M., Makarov V. S. Method of assessment of special wheel chassis mobility in cases of sand-gravel bases crossing. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. 194 (2).
13. Мясников А. С., Фомин С. Д. Повышение проходимости машинно-тракторных агрегатов на основе оптимизации способов передвижения. Перспективные тенденции развития научных исследований по приоритетным направлениям модернизации АПК и сельских территорий в современных социально-экономических условиях: мат. нац. науч.-практич. конф. Волгоград, 2021. Том III. С. 451-457.
14. Мясников А. С., Фомин С. Д. Повышение профильной проходимости транспортных средств для перевозки грузов в сельском хозяйстве. Известия НВ АУК. 2022. № 4 (68).
15. Мясников А. С., Фомин С. Д. Численное моделирование и анализ напряженно-деформированного состояния конструктивных деталей и сборочных узлов экспериментального транспортного средства с комбинированным способом передвижения для АПК. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 1 (69). С. 575-587.
16. Мясников А. С., Фомин С. Д., Ярунов А. А. Полевые исследования профильной проходимости экспериментального транспортного средства для перевозки грузов в сельском хозяйстве. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 3 (71). С. 635-652.
17. Мясников А. С., Фомин С. Д. Полевые исследования опорной проходимости экспериментального транспортного средства на влажном вспаханном грунте. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 3 (71). С. 469-482.
18. Макаричев Ю. А., Иванников Ю. Н. Методы планирования эксперимента и обработки данных. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2016. 131 с.

References

1. Rembalovich G. K., Uspensky I. A., Golikov A. A. Analysis of potato production dynamics in the Ryazan region. Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev. 2011. No 3 (11). Pp. 67-70.
2. Borychev S. N., Uspensky I. A., Yukhin I. A., Zhukov K. A., Morozov A. Yu., Skopin V. Yu. Innovative technical means for transporting fruit and vegetable products during on-farm transportation. Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev. 2012. No 2 (14). Pp. 37-40.
3. Uspensky I. A., Kokorev G. D., Yukhin I. A., Shaforostov V. A. Improving the efficiency of harvesting and transport operations in the agro-industrial complex on the example of seed crops. Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. 2018. No 4 (40). Pp. 148-154.
4. Rembalovich G. K., Uspensky I. A., Golikov A. A., Beznoisyuk R. V., Akhmedov R. K. Analysis of operational and technological requirements for potato harvesters and their performance in the conditions of the Ryazan region. Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev. 2013. No 1 (17). Pp. 64-68.
5. Pekhutov A. S. Technological process of cargo transportation in agriculture and its indicators. Bulletin of KrasGAU. Issue 3. Krasnoyarsk: KrasGAU, 2008. Pp. 258-264.
6. Rains and frosts prevent Volgograd farmers from removing tons of vegetables from the fields. <https://smotrim.ru/article/3022647>.
7. Losses due to rains. <http://himagroprom.ru/vestnik/1/1664/>.
8. Crops are dying in the fields of Vologda region. <https://vologda-poisk.ru/news/na-zlobu-dnya/na-polyah-vologodchiny-gibnet-urozhay/>.
9. "Tractors are sinking in the field" - field work is stalling in the Northern district. <https://m.vn.ru/news-traktory-tonut-v-pole-polevye-raboty-buksuyut-v-severnom-rayone>.
10. Work on the Umet fields stopped due to precipitation. <https://gazetaumet.ru/news/apk/2022-10-04/rabota-na-umyotских-polyah-ostanovilas-iz-za-osadkov-140879>.

11. Belyaev A. M., Belyakov V. V., Makarov V. S. Study of efficiency of a 6x6 all-terrain vehicle in coastal zone. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020. No 709 (4).
12. Belyaev A. M., Makarov V. S. Method of assessment of special wheel chassis mobility in cases of sand-gravel bases crossing. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2018. No 194 (2).
13. Myasnikov A. S., Fomin S. D. Increasing the cross-country ability of machine-tractor units based on optimization of methods of movement. Promising trends in the development of scientific research in priority areas of modernization of agriculture and rural areas in modern socio-economic conditions: mat. national Scientific and Practical Conference, Volgograd, 2021. V. III. Pp. 451-457.
14. Myasnikov A. S., Fomin S. D. Increasing the profile patency of vehicles for transporting goods in agriculture. Izvestiya NV AUK. 2022. 4 (68).
15. Myasnikov A. S., Fomin S. D. Numerical modeling and analysis of the stress-strain state of structural parts and subassemblies of an experimental vehicle with a combined mode of transportation for the agro-industrial complex. Izvestiya Nizhnevolzhsky agrouniversity complex: Science and higher professional education. 2023. No 1 (69). Pp. 575-587.
16. Myasnikov A. S., Fomin S. D., Yaronov A. A. Field studies of the profile patency of an experimental vehicle for transporting goods in agriculture. Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity complex: Science and higher professional education. 2023. No 3 (71). Pp. 635-652.
17. Fomin S. D., Myasnikov A. S. Field studies of the basic patency of an experimental vehicle on wet plowed soil. Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity complex: Science and higher professional education. 2023. No 3 (71). Pp. 469-482.
18. Makarichev Yu. A., Ivannikov Yu. N. Methods of experiment planning and data processing. Samara: Samar. State Technical University Univ., 2016. 131 p.

Информация об авторах

Мясников Алексей Сергеевич, преподаватель, ЧПОУ «Газпром колледж Волгоград им. И. А. Матлашова» (Российская Федерация, 400011, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 71), e-mail: Alexey1987M@yandex.ru
Фомин Сергей Денисович, доктор технических наук, профессор кафедры "Механика", ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), e-mail: fsd_58@mail.ru
Гапич Дмитрий Сергеевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой "Электроснабжение и энергетические системы", ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), e-mail: Gds-08@mail.ru

Author's Information

Myasnikov Aleksey Sergeevich, lecturer at Gazprom College Volgograd named after I. A. Matlashov (Russian Federation, 400011, Volgograd, Universitetsky Ave., 71), e-mail: Alexey1987M@yandex.ru
Fomin Sergey Denisovich, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Mechanics, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26), e-mail: fsd_58@mail.ru
Gapich Dmitry Sergeevich, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of "Power Supply and Energy Systems" Systems", Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetsky Ave., 26), e-mail: Gds-08@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-45

GEOINFORMATION ASSESSMENT OF CLIMATIC CONDITIONS OF THE SARATOV REGION

¹Bolgov I. A., ¹Matveev S., ²Mashtakov D. A.

¹*Federal Scientific Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective
Afforestation of the Russian Academy of Sciences
Volgograd, Russian Federation*

²*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov»
Saratov, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: bolgov-ia@vfanc.ru

Received 16.10.2023

Submitted 22.12.2023

The work was carried out within the framework of the implementation of the most important innovative project of national importance "Expansion of the system of climate and environmental monitoring and forecasting in the territory of the Russian Federation in order to provide adaptation solutions in the sectoral and regional sections, including combating desertification" (reg. No. 123072100084-4)

Summary

The article presents the results of geoinformation analysis of point data obtained from the weather stations of the Saratov region. The results of the study reflect the regional features of global warming. The outcomes obtained can be used to adapt agriculture to new conditions.

Abstract

Introduction. In regions with arid climate, an urgent issue is the assessment of climatic conditions and monitoring of their changes in the course of global warming. Landscapes of arid territories are the least resistant to changes in external conditions. The issue of climate monitoring is especially relevant for regions with a high share of the agricultural sector and leading positions in terms of agricultural production. With climate change without adaptation of agriculture, the efficiency of agriculture can significantly decrease. The