



Метод получения тяговой характеристики трактора в эксплуатационных условиях

Алексей Григорьевич Арженовский¹,
кандидат технических наук, доцент;
Дмитрий Сергеевич Козлов¹,
аспирант;

Николай Алексеевич Петрищев²,
кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник,
gosniti14@mail.ru

¹Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета, г. Зерноград, Российская Федерация;

²Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Одно из важнейших направлений повышения эффективности сельскохозяйственного производства – совершенствование методов и средств определения основных показателей тракторов. От их значений зависят производительность, экономичность и экологическая безопасность машинно-тракторных агрегатов. (*Цель исследования*) Разработать метод получения тяговой характеристики трактора, позволяющий снизить трудоемкость измерений в условиях эксплуатации, и прибор для экономичного получения тяговых характеристик тракторов в условиях конкретных хозяйств. (*Материалы и методы*) Выбрали метод определения энергетических показателей тракторов в эксплуатационных условиях на переходном режиме. Провели тяговые испытания трактора на различных режимах и почвенных фонах для оценки его тягово-динамических и топливно-экономических показателей. Тяговая характеристика трактора представляет собой зависимости рабочих показателей трактора (тяговой мощности, скорости, часового и удельного расходов топлива, буксования) от нагрузки на различных передачах на данном почвенном фоне. Однако тяговые испытания требуют дорогостоящего оборудования, а также существенных затрат средств и времени на подготовку и проведение, что обуславливает их выполнение лишь в условиях машиноиспытательных станций. (*Результаты и обсуждение*) Разработали метод получения тяговой характеристики трактора в эксплуатационных условиях. Мгновенно увеличивая подачу топлива до максимальной, при разгоне трактора измеряли значения угловых скоростей коленчатого вала двигателя и путеизмерительного колеса на заданной передаче и соответствующем почвенном фоне с нагрузкой и без нее. Выявили, что топливно-экономические показатели можно определить при циклическом характере подачи топлива топливным насосом на максимальном режиме на стенде для проверки и регулировке топливного оборудования. Разработали и собрали измерительно-вычислительный комплекс, позволяющий обработать массивы данных от двух индукционных датчиков. (*Выводы*) Предлагаемый метод определения тягово-динамических и топливно-экономических показателей тракторов и измерительно-вычислительный комплекс, его реализующий, позволяют получать тяговую характеристику (зависимости скорости, буксования, тяговой мощности, часового и удельного расходов топлива от нагрузки на различных передачах на данном почвенном фоне) в эксплуатационных условиях, обеспечивая снижение затрат времени и средств.

Ключевые слова: переходный режим, трактор, масса, скорость, ускорение, буксование, тяговое усилие, тяговая мощность, часовой и удельный расход топлива.

■ **Для цитирования:** Арженовский А.Г., Козлов Д.С., Петрищев Н.А. Метод получения тяговой характеристики трактора в эксплуатационных условиях // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2018. Т. 12. №5. С. 25-30. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-5-25-30.

Determining the Traction Characteristic of a Tractor in Operating Conditions

Aleksey G. Arzhenovskiy¹,
Ph.D.(Eng.), associate professor;
Dmitriy S. Kozlov¹,
postgraduate student;

Nikolay A. Petrishchev²,
Ph.D.(Eng.), key research engineer,
gosniti14@mail.ru

¹Azov-Black Sea State Engineering Institute – Branch of Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Professional Education “Don State Agrarian University”, Zernograd, Russian Federation;

²Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. One of the most important aspects in terms of increasing the efficiency of agricultural production is the improvement of the methods and tools of determining the main operating indicators of tractors as they influence the productivity, efficiency and ecological safety of machine-tractor units. (*Research purpose*) To develop a method for obtaining traction characteristics of a tractor, which make it possible to reduce the time needed for measurements under operating conditions, and to design an instrument for economical obtaining of tractors' traction characteristics under specific farm conditions. (*Materials and methods*) the authors have chosen a method for determining the energy performance of tractors under operating conditions in a transient mode. They have conducted traction tests of tractors for various modes and soil backgrounds to evaluate its traction-dynamic and fuel-economic indicators. The traction characteristic of a tractor is the dependence of the tractor performance (traction power, speed, hourly and specific fuel consumption, and slipping) on the load at various speeds against a given soil background. However, traction tests require expensive equipment, as well as significant costs and time to prepare and conduct, which leads to their implementation only in the conditions of machine testing stations. (*Results and discussion*) The authors have developed a method for obtaining traction characteristics of a tractor under operating conditions. Instantly increasing the fuel supply to the maximum, during the tractor acceleration, the engine crankshaft speed and track-measuring wheel were measured at a given speed and against the corresponding soil background - with load and without load. It has been revealed that the fuel and economic indicators can be determined using cyclical fuel supply by the fuel pump at the maximum mode on the bench for checking and adjusting the fuel equipment. The authors have developed and assembled a measuring and computing installation that allows processing arrays of data from two inductive sensors. (*Conclusions*) The proposed method for determining the traction-dynamic and fuel-economic indicators of tractors and the measuring-computing installation that implements it allow obtaining a traction characteristic (speed, slipping, traction power, hourly and specific fuel consumption depending on the load at various speeds against a given soil background) in operating conditions, thus reducing the time and cost of operation.

Keywords: transient mode, tractor, mass, speed, acceleration, slipping, drawbar pull, tractive power, hourly and specific fuel consumption.

For citation: Arzhenovskiy A.G., Kozlov D.S., Petrishchev N.A. Determining the traction characteristic of a tractor in operating conditions. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2018. 12(5). 25-30. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-5-25-30. (In Russian).

Одним из важнейших направлений повышения эффективности сельскохозяйственного производства служит совершенствование методов и средств определения тягово-динамических и топливно-экономических показателей тракторов. От их значений напрямую зависят производительность, экономичность и экологическая безопасность машинно-тракторных агрегатов (МТА) [1-4].

Для оценки тягово-динамических и топливно-экономических показателей трактора на различных режимах и почвенных фонах проводят его тяговые испытания в соответствии с ГОСТ 7057-2001. Результаты испытаний представляют либо в табличной форме, либо в виде кривых на одном графике и называют тяговой характеристикой трактора.

Тяговая характеристика представляет собой зависимости рабочих показателей трактора (тяговой мощности, скорости, часового и удельного расходов топлива, буксования) от нагрузки на различных передачах на данном почвенном фоне ($N_{кр}$, V , G_T , $g_{кр}$, $\delta = f(P_{кр})$). Для ее получения требуется дорогостоящее оборудование (динамометрическая лаборатория), а также существенные затраты средств и времени на подготовку и проведение соответствующих испытаний. Это обуславливает выполнение подобных исследований лишь в условиях машино-

испытательных станций [5].

В связи с этим разработка методов и средств получения тяговых характеристик тракторов, приемлемых не только для машиноиспытательных станций, но и для конкретных хозяйств представляет значительный интерес.

В данной работе исследован метод определения энергетических показателей тракторов в эксплуатационных условиях на переходном режиме, разработанный в Азово-Черноморском инженерном институте [6-8]. Согласно этому методу, исследуемый трактор разгоняется при мгновенном увеличении подачи топлива от минимально устойчивой до максимальной скорости равномерного прямолинейного движения. При разгоне трактора измеряют значения угловых скоростей и ускорений коленчатого вала двигателя и путеизмерительного колеса на заданной передаче и соответствующем почвенном фоне.

При разгоне агрегата на горизонтальном участке уравнение движения трактора имеет вид:

$$M_T (dV/dt) = P_{дв} - P_f - P_{кр}, \quad \text{Н}, \quad (1)$$

где M_T – приведенная масса трактора, кг;

(dV/dt) – ускорение трактора, м/с^2 ;

$P_{дв}$ – движущая сила трактора, Н;

P_f – сила сопротивления перекатыванию, Н;



$P_{кр}$ – сила тяги на крюке трактора, Н.

Согласно принципу Даламбера, сила инерции в данный момент характеризует то крюковое усилие, которое может развить трактор, то есть:

$$P_{кр} = M_T (dV/dt), \text{ Н.} \quad (2)$$

Приведенная масса трактора определяется по формуле:

$$M_T = M \Psi, \text{ Н,} \quad (3)$$

где M – эксплуатационная приведенная масса трактора, кг;

Ψ – коэффициент учета вращающихся масс на данной передаче.

Однако у данного метода имеется существенный недостаток – сложность определения значений приведенной массы трактора, связанная с трудоемкостью определения коэффициента учета вращающихся масс на различных передачах трактора.

Цель исследования – разработка метода получения тяговой характеристики трактора, позволяющего снизить трудоемкость измерений в условиях эксплуатации, и прибора для экономичного получения тяговых характеристик тракторов в условиях конкретных хозяйств.

Материалы и методы. Проблему определения приведенной массы трактора решают, выполняя дополнительные разгоны на различных передачах трактора, догруженного известной (эталонной) массой, и фиксируя значения углового ускорения путеизмерительного колеса [9-11]. Уравнение движения трактора будет иметь вид:

$$(M_T + M_{эТ}) (dV/dt)_{эТ} = P_{дв} - P_f - P_{кр}, \text{ Н,} \quad (4)$$

где $M_{эТ}$ – дополнительная (эталонная) масса, которой догружается трактор, кг;

$(dV/dt)_{эТ}$ – ускорение трактора при разгоне с дополнительной (эталонной) массой.

Из уравнения (1) и (4) определим массу трактора:

$$M_m = \frac{M_{эм} ((dV/dt)_{эм} + gf)}{(dV/dt) - (dV/dt)_{эм}}, \text{ кг,} \quad (5)$$

где g – ускорение свободного падения, m/c^2 ;

f – коэффициент перекачивания трактора.

Ускорение трактора при его разгоне без нагрузки, а также трактора, догруженного эталонной массой, связано с угловым ускорением путеизмерительного колеса следующими зависимостями:

$$(dV/dt)_{хх} = (d\omega/dt)_{хх} r_{пк}, \text{ м/с}^2, \quad (6)$$

$$(dV/dt)_{эТ} = (d\omega/dt)_{эТ} \Gamma_{пк}, \text{ м/с}^2, \quad (7)$$

где $(d\omega/dt)$, $(d\omega/dt)_{эТ}$ – соответственно угловое ускорение путеизмерительного колеса при разгоне трактора без нагрузки и с дополнительной (эталонной) массой, $рад/c^2$;

$r_{пк}$ – радиус путеизмерительного колеса, м.

Результаты и обсуждение. С учетом вышеизложенного предлагаемый метод получения тяговой характеристики трактора в эксплуатационных условиях заключается в следующем. При движении трактора за счет снижения подачи топлива достигают частоты вращения коленчатого вала, соответствующей минимально устойчивой скорости равномерного прямолинейного движения. Мгновенно увеличивают подачу топлива до максимальной. При разгоне трактора измеряют значения угловых скоростей и ускорений коленчатого вала двигателя и путеизмерительного колеса на заданной передаче и соответствующем почвенном фоне. Кроме того, измеряют угловое ускорение путеизмерительного колеса при разгоне трактора с дополнительной (эталонной) массой на заданной передаче и соответствующем почвенном фоне.

Таким образом, значения тягового усилия ($P_{кр}$) определяем по формуле (2) с учетом формул (5), (6) и (7).

Скорость трактора на заданной передаче:

$$V = \omega_{пк} r_{пк}, \text{ м/с,} \quad (8)$$

где $\omega_{пк}$ – угловая скорость путеизмерительного колеса, $рад/c$.

Буксование трактора:

$$\delta = \frac{\omega_{вк} - \omega_{пк}}{\omega_{вк}} 100\%, \text{ \%}, \quad (9)$$

где $\omega_{вк}$ – угловая скорость ведущего колеса (звездочки), $рад/c$.

Угловая скорость ведущего колеса связана с угловой скоростью коленчатого вала двигателя трактора зависимостью:

$$\omega_{вк} = \frac{\omega_{кв}}{i_{тр}}, \text{ рад/с,} \quad (10)$$

где $\omega_{кв}$ – угловая скорость коленчатого вала двигателя трактора, $рад/c$;

$i_{тр}$ – общее передаточное число трансмиссии на заданной передаче.

Тяговую мощность на заданной передаче находим по формуле:

$$N_{кр} = P_{кр} \cdot V, \text{ Вт.} \quad (11)$$

Топливо-экономические показатели определяют, фиксируя цикловую подачу при циклическом характере подачи топлива топливным насосом на максимальном режиме на стенде для проверки и регулировки топливного оборудования.

Часовой расход топлива определяем по формуле:

$$G_m = \frac{60Vn_n \rho}{10^6 i_{ц}}, \text{ кг/ч,} \quad (12)$$

где V – объем поданного топлива всеми секциями

топливного насоса высокого давления (ТНВД) за 1000 циклов, см³;

n_n – частота вращения вала ТНВД, об/мин;

ρ – плотность топлива, кг/м³;

$i_{ц}$ – количество циклов ($i_{ц} = 1000$).

Удельный расход топлива:

$$g_e = \frac{1000G_m}{N_e}, \text{ г·ч/Вт.} \quad (13)$$

Реализуя предлагаемый метод, разработали и сконструировали измерительно-вычислительный комплекс (ИВК), который включает стенд проверки и регулировки топливного насоса, погрузочное устройство, путеизмерительное колесо, РС, датчики оборотов коленчатого вала и путеизмерительного колеса. Для обработки исходной информации разработан пакет программных средств, позволяющий определять совокупность зависимостей ($N_{кр}$, V , G_t , $g_{кр}$, $\delta = f(P_{кр})$) на различных передачах на данном почвенном фоне. Для этого фиксируют и обрабатывают массив данных от двух индукционных датчиков, установленных напротив зубчатых венцов маховика коленчатого вала и шестерни, жестко связанной с путеизмерительным колесом.

При прохождении зубьев венцов маховика и шестерни перед датчиками в них генерируется ЭДС с частотой, пропорциональной угловым скоростям соответствующих венцов. Сигналы от датчиков фиксируют в памяти персонального компьютера РС посредством аналого-цифрового преобразователя ADC, платы сопряжения, а также пакета соответствующих программ.

Определение тягово-динамических и топливно-экономических показателей тракторов предлагаемым информационно-внедренческим комплексом (ИВК) осуществляется в четыре этапа:

1. Подготовка трактора и ИВК к работе.

2. Запись сигналов от датчиков оборотов коленчатого вала двигателя и путеизмерительного колеса при разгоне трактора без нагрузки и с дополнительной (эталонной) массой на различных передачах на данном почвенном фоне.

3. Определение цикловой подачи топлива топливным насосом на максимальном режиме на стенде для проверки и регулировки топливного оборудования.

4. Обработка полученных данных.

Подготовка трактора и ИВК к работе заключается в развертывании комплекса, присоединении путеизмерительного колеса и установке индукционных датчиков.

Запись сигналов от датчиков оборотов коленчатого вала двигателя и путеизмерительного колеса при разгоне трактора без нагрузки и с дополнительной (эталонной) массой на различных передачах на данном почвенном фоне формирует массив

данных об ЭДС, генерируемых катушками соответствующих индукционных датчиков при определенных разгонах трактора.

При разгоне трактора значения ЭДС датчиков оборотов коленчатого вала и путеизмерительного колеса посредством ADC фиксируются в памяти компьютера с частотой, равной половине частоты опроса (для двух каналов). Аналогично фиксируются значения ЭДС датчиков при разгоне трактора с дополнительной (эталонной) массой.

В результате получаем файлы с данными о значениях ЭДС катушек датчиков оборотов в кодовой форме. Пакет прикладных программ ADC позволяет преобразовать данные в цифровую форму. При просмотре полученных файлов в графическом режиме отображаются графики изменения ЭДС датчиков в координатах времени разгона (t). Программа выдает порядковый номер измерения (опроса) для любой точки графика.

Цикловую подачу топлива топливным насосом на максимальном режиме определяют на стенде для проверки и регулировки топливного оборудования, входящем в предлагаемый измерительно-вычислительный комплекс [6].

Обработка полученных данных заключается в определении закономерностей изменения угловых скоростей ($\omega_{кв}$, $\omega_{пк} = f(t)$) и ускорений ($\varepsilon_{кв}$, $\varepsilon_{пк} = f(t)$) коленчатого вала двигателя и путеизмерительного колеса при разгоне трактора без нагрузки, а также углового ускорения путеизмерительного колеса ($\varepsilon_{пк \text{ эт}} = f(t)$) при разгоне трактора с дополнительной (эталонной) массой на заданной передаче и соответствующем почвенном фоне.

Для автоматизации процесса обработки данных используется программа обработки данных в среде Turbo-Pascal. Исходными данными для программы являются файлы со значениями ЭДС датчиков в цифровой форме.

На основании полученных зависимостей ($\omega_{кв}$, $\omega_{пк}$, $\varepsilon_{кв}$, $\varepsilon_{пк}$, $\varepsilon_{пк \text{ эт}} = f(t)$) по формулам (2), (8), (9) и (11) определяются зависимости тягово-динамических показателей трактора ($P_{кр}$, V , δ , $N_{кр} = f(t)$) от времени разгона.

В свою очередь, на основании полученных зависимостей тягово-динамических показателей трактора ($P_{кр}$, V , δ , $N_{кр} = f(t)$) от времени разгона с учетом формул (12) и (13) определяют требуемые зависимости рабочих показателей трактора (тяговой мощности, скорости, часового и удельного расходов топлива, буксования) от нагрузки на различных передачах на данном почвенном фоне ($N_{кр}$, V , G_t , $g_{кр}$, $\delta = f(P_{кр})$).

Выводы. Предлагаемый метод определения тягово-динамических и топливно-экономических показателей тракторов и измерительно-вычислительный комплекс, его реализующий, позволяют полу-



чать тяговую характеристику (зависимости скорости, буксования, тяговой мощности, часового и удельного расходов топлива от нагрузки на раз-

личных передачах на данном почвенном фоне) в эксплуатационных условиях, обеспечивая снижение затрат времени и средств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Shevtsov V., Lavrov A., Izmaylov A., Lobachevskii Ya. Formation of Quantitative and age structure of tractor park in the conditions of limitation of resources of agricultural production // *SAE Technical Papers*. 2015. September. pp. 1-4.
2. Lobachevskii Y., Godzhaev Z., Shevtsov V., Lavrov A., Sizov O., Merzlyakov A. Harmonizing power categories and towing categories of agricultural tractors with series of preferred numbers // *SAE Technical Papers*. 2017. January. pp. 18-24.
3. Измайлов А.Ю., Кряжков В.М., Антышев Н.М., Елизаров В.П., Лобачевский Я.П., Сорокин Н.Т., Гурылев Г.С., Савельев Г.С., Сизов О.А., Шевцов В.Г. Концепция модернизации сельскохозяйственных тракторов и тракторного парка России на период до 2020 года. М.: ВИЭСХ. 2012. 88 с.
4. Елизаров В.П., Артюшин А.А., Ценч Ю.С. Перспективные направления развития отечественной сельскохозяйственной техники // *Вестник ВИЭСХ*. 2018. N2 (31). С. 12-18.
5. Гуськов В.В., Дзёма А.А., Кокола А.С., Макаренко Р.Ю., Зезетко Н.И. Исследование процесса взаимодействия ведущих колес трактора с грунтовой поверхностью // *Наука и техника*. 2017. N1. С. 83-88.
6. Селиванов Н.И., Кузьмин Н.В., Кузнецов А.В. Рациональные режимы использования трактора

7. Арженовский А.Г. Совершенствование методов и средств определения тягово-динамических и топливно-экономических показателей трактора в эксплуатационных условиях // *Тракторы и сельхозмашины*. 2017. N11. С. 29-35.
8. Арженовский А.Г., Валувев Н.В., Забродин В.П. Ресурсосберегающие методы испытания двигателей, тракторов и сельскохозяйственных машин // *Вестник аграрной науки Дона*. 2017. N4. С. 47-51.
9. Щитов С.В., Худовец В.И., Кузнецов Е.Е. Расширение функциональных возможностей тракторов класса 1, 4 // *Дальневосточный аграрный вестник*. 2016. N1 (37). С. 64-70.
10. Измайлов А.Ю., Евтюшенков Н.Е., Дзюценидзе Т.Д., Левшин А.Г., Галкин С.Н. Инновационное развитие транспортной сферы агропромышленного комплекса М.: ВИМ. 2011. 230 с.
11. Галкин С.Н., Дзюценидзе Т.Д., Левшин А.Г., Евтюшенков Н.Е., Измайлов А.Ю. Агротехнологические и технологические параметры автомобилей сельскохозяйственного назначения // *Тракторы и сельхозмашины*. 2011. N5. С. 3-6.

REFERENCES

1. Shevtsov V., Lavrov A., Izmaylov A., Lobachevskii Y. Formation of Quantitative and age structure of tractor park in the conditions of limitation of resources of agricultural production. *SAE Technical Papers*. 2015. September: 1-4. (In English).
2. Lobachevskii Y., Godzhaev Z., Shevtsov V., Lavrov A., Sizov O., Merzlyakov A. Harmonizing power categories and towing categories of agricultural tractors with series of preferred numbers. *SAE Technical Papers*. 2017. January. 18-24. (In English).
3. Izmaylov A.Yu., Kryazhkov V.M., Antyshev N.M., Yelizarov V.P., Lobachevskiy YA.P., Sorokin N.T., Gurylev G.S., Savel'yev G.S., Sizov O.A., Shevtsov V.G. Kontseptsiya modernizatsii sel'skokhozyaystvennykh traktorov i traktornogo parka Rossii na period do 2020 goda [The concept of modernization of agricultural tractors and the tractor fleet of Russia for the period up to 2020]. Moscow. VIESKH. 2012: 88. (In Russian).
4. Yelizarov V.P., Artyushin A.A., Tsench YU.S. Perspektivnyye napravleniya razvitiya otechestvennoy sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Promising development trends of domestic agri-

5. Gus'kov V.V., Dzoma A.A., Kokola A.S., Makarenko R.Yu., Zezetko N.I. Issledovaniye protsessa vzaimodeystviya vedushchikh koles traktora s gruntovoy poverkhnost'yu [Study of the interaction process between the tractor's driving wheels and a dirt surface]. *Nauka i tekhnika*. 2017. 1. 83-88. (In Russian).
6. Selivanov N.I., Kuz'min N.V., Kuznetsov A.V. Ratsional'nyye rezhimy ispol'zovaniya traktora tyagovo-energeticheskoy kontseptsii v sostave pochvoobrabatyvayushchikh agregatov [Rational modes of utilizing a conceptual traction power tractor as part of soil tillage units]. *Vestnik KrasGAU*. 2008. 2. 238-244. (In Russian).
7. Arzhenovskiy A.G. Sovershenstvovaniye metodov i sredstv opredeleniya tyagovo-dinamicheskikh i toplivno-ekonomicheskikh pokazateley traktora v ekspluatatsionnykh usloviyakh [Improving the methods of and tools for determining traction-dynamic and fuel-economic indicators of a tractor in operating conditions]. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2017. 11. 29-35. (In Russian).

8. Arzhenovskiy A.G., Valuyev N.V., Zabrodin V.P. Resursosberegayushchiye metody ispytaniya dvigateley, traktorov i sel'skokhozyaystvennykh mashin [Resource-saving methods for testing engines, tractors and agricultural machines]. *Vestnik agrarnoy nauki Dona*. 2017. 4. 47-51. (In Russian).

9. Shchitov S.V., Khudovets V.I., Kuznetsov Ye.Ye. Rasshireniye funktsional'nykh vozmozhnostey traktorov klassa 1, 4 [Extending functional capabilities of Class 1, 4 tractors]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik*. 2016. 1(37). 64-70. (In Russian).

10. Izmaylov A.Yu., Yevtyushenkov N.Ye. Dzotsenidze T.D., Levshin A.G., Galkin S.N. Innovatsionnoye razvitiye transportnoy sfery agropromyshlennogo kompleksa [Innovative development of the transport sector of the farming industry] Moscow. VIM. 2011. 230. (In Russian).

11. Galkin S.N., Dzotsenidze T.D., Levshin A.G., Yevtyushenkov N.Ye., Izmaylov A.Yu. Agrotekhnologicheskiye i tekhnologicheskiye parametry avtomobiley sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya [Agrotechnological and technological parameters of agricultural vehicles]. *Traktory i sel'khoz-mashiny*. 2011. 5. 3-6. (In Russian).

Статья поступила в редакцию 03.04.2018
The paper was submitted
to the Editorial Office on 03.04.2018

Статья принята к публикации 25.05.2018
The paper was accepted
for publication on 25.05.2018

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

осуществляет подготовку
на бюджетные и платные места
в аспирантуру и магистратуру

высшее образование – программа подготовки научно-педагогических кадров

Лицензия №2498 от 15.02.2016

Государственная аккредитация №2475 от 19 января 2017 года

Адрес института: 109428, Москва, 1-й Институтский проезд, 5.

Телефон для справок: 8 (499) 709-33-68