



УДК 631.372:631.51

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-232-2-106-112

Н.И. Селиванов, С.В. Грищенко

N.I. Selivanov, S.V. Grishchenko

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ РАЗНОЙ КОМПЛЕКТАЦИИ

### TECHNOLOGICAL LEVEL OF WHEELED TRACTORS OF DIFFERENT CONFIGURATION

**Ключевые слова:** колесный трактор, базовая комплектация, опция, параметр-адаптер, обобщенный показатель, технологический уровень.

Цель работы – обоснование критериев и оценка уровня реализации потенциальных возможностей колесных 4к4 тракторов разной комплектации в зональных технологиях почвообработки. Сравнительная оценка технологического уровня тракторов выполнена при замене базовой комплектации на одинарных (1к) колесах опциями на всех сдвоенных (2к) или только задних (2к). В качестве основного параметра-адаптера трактора к технологическому процессу использована удельная, отнесенная к единице реализуемой мощности, масса  $m_{уд}^*$  в номинальном тягово-скоростном режиме при  $\varphi_{кр}^*=0,400$  и  $V_{Н1}^*=2,50$  м/с. Оценочными критериями эффективности приняты обобщенные относительные показатели удельной производительности  $W_{уд}^0$ , расхода топлива  $g_{W}^0$  и агротехнических свойств  $A_T^0$ . Комплексный показатель технологических свойств  $K_{Э}^0$  представлен функцией указанных критериев с учетом их весовых коэффициентов и уровня значимости при изменении комплектации. По результатам моделирования с использованием экспериментальных тяговых характеристик тракторов «Кировец» и «Беларус» перевод на сдвоенные колеса приводит к повышению до 7,6-8,0% номинального тягового КПД при соответствующем увеличении оптимальной массы и возрастании обобщенных показателей производительности и топливной экономичности. Определяющим фактором повышения обобщенного показателя агротехнических свойств трактора на сдвоенных колесах в 1,13-1,22 раза с весомостью 38% является снижение давления на почву. Общий вклад в формирование комплексного показателя технологических свойств составляет: производительность – 46%; агротехнические свойства – 29%; топливная экономичность – 25%. Его

повышение при сдвигании всех или задних колес (4к4а) достигает 12 и 7% соответственно.

**Keywords:** wheeled tractor, basic equipment, option, adapter parameter, generalized indicator, technological level.

The research goal is to substantiate the criteria and evaluate the level of realization of the potential capabilities of 4k4 wheeled tractors of various configurations in zonal soil cultivation technologies. Comparative evaluation of the technological level of tractors was made by replacing the basic configuration on single (1k) wheels with options on all double wheels (2k/) or only rear wheels (2k/). As the main parameter-adaptor of the tractor to the technological process, the specific mass  $m_{уд}^*$  per unit of realized power was used in the nominal traction-speed mode at  $\varphi_{кр}^*=0.400$  and  $V_{Н1}^*=2.50$  m/s. Generalized relative indicators of specific productivity  $W_{sp}^0$ , fuel consumption  $g_{W}^0$  and agrotechnical properties  $A_T^0$  were adopted as evaluation criteria for efficiency. The complex indicator of technological properties  $K_{Э}^0$  is represented by a function of the specified criteria taking into account their weighting coefficients and the level of significance when changing the configuration. According to the modeling results, using the experimental traction characteristics of the Kirovets and Belarus tractors, switching to dual wheels leads to an increase of up to 7.6-8.0% of the nominal traction efficiency with a corresponding increase in the optimal weight and an increase in general performance indicators and fuel efficiency. The determining factor in increasing the general indicator of agrotechnical properties of a tractor on dual wheels 1.13-1.22 times with a weight of 38% is the reduction in pressure on the soil. The total contribution to the formation of a complex indicator of technological properties is as following: productivity - 46%; agrotechnical properties - 29%; fuel efficiency - 25%. Its increase when doubling all or rear (4k4a) reaches 12 and 7%, respectively.

**Селиванов Николай Иванович**, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, г. Красноярск, Российская Федерация, e-mail: zaprudskii@list.ru.

**Грищенко Светлана Владимировна**, ассистент, ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ, г. Красноярск, Российская Федерация, e-mail: shevcova.svetlan@mail.ru.

**Selivanov Nikolay Ivanovich**, Dr. Tech. Sci., Prof., Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: zaprudskii@list.ru.

**Grishchenko Svetlana Vladimirovna**, Asst., Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: shevcova.svetlan@mail.ru.

### Введение

Основным направлением модернизации технического обеспечения растениеводства до 2030 г. в сельском хозяйстве Красноярского края, ведущего производителя зерновой продукции Восточно-Сибирской агрозоны, является обновление тракторного парка максимально адаптированными к природно-производственным условиям региона типоразмерами колесных 4к4 мобильных энергосредств разной комплектации.

Основу ежегодного (280-310 ед.) обновления в 2021-2022 гг. [1] составили модельные ряды тракторов 4к4б номинальной мощностью от 350 до 428 л.с. (257-315 кВт) серии К-7 производства ЗАО «Петербургский тракторный завод» (37%) и РСМ-2000 «ООО» Ростсельмаш» (14%). Вторую и третью позиции по поставкам новых тракторов 4к4а мощностью 60-260 л.с. (45-190 кВт) заняли Китай (Lovol) – 24,9% и Беларусь (MTZ) – 15,5%. В совокупности новые модели колесных тракторов второго поколения указанных производителей превысили 91% общих поставок, что позволило существенно снизить влияние санкций Запада на модернизацию парка.

Особенностью указанных тракторов является регулирование эксплуатационной массы  $m_э$  до начала технологического процесса за счет изменения базовой (1к) комплектации установкой сдвоенных колес на обеих осях (2к) или только на задней (2к') (4к4а), а также балластных грузов для максимальной адаптации к выполняемым агрооперациям.

Анализ рекомендаций предприятий – изготовителей [2, 3] по оптимизации величины и распределения  $m_э^*$  при изменении базовой комплектации показывает необходимость систематизации общих принципов адаптации параметров тракторов с оценкой уровня реализации потенциальных возможностей на основных агрооперациях.

**Цель работы** – обоснование критериев и оценка уровня реализации потенциальных возможностей колесных 4к4 тракторов разной ком-

плектации в зональных технологиях почвообработки.

### Задачи исследования:

1) обосновать условия, номенклатуру и соотношение параметров-адаптеров трактора разной комплектации к энергоёмким агрооперациям;

2) дать сравнительную оценку показателей технологического уровня тракторов разной комплектации отечественного и иностранного производства.

### Объекты и методы исследования

В качестве основного параметра-адаптера колёсного 4к4 трактора любой комплектации к технологическому процессу используется удельная, отнесенная к единице реализуемой мощности, масса  $m_{уд}^* = m_э^* / \bar{N}_{ер}$  (кг/кВт) в номинальном тягово-скоростном режиме при  $\varphi_{крн}^* = 0,400$  и  $V_{H1}^* = 2,50$  м/с, обеспечивающая полную реализацию потенциальных возможностей на энергоёмких агрооперациях первой группы с минимальными удельными энергозатратами  $E_{Пmin}$  (кДж/м<sup>2</sup>) [4, 5].

Оценочными критериями эффективности трактора разной комплектации, определяемыми на основе единичных удельных показателей методом главного параметра в номинальном режиме, являются производительность  $W_{уд}^*$  (м<sup>2</sup>/кДж) и расход топлива  $g_W^*$  (кг/га), при неизменности сопротивления рабочей машины  $K_о \cdot \mu_к$  и коэффициента использования времени смены  $\tau$ , а также прочих составляющих прямых эксплуатационных затрат с учетом стоимости дополнительного комплекта колес.

Обобщенный показатель агротехнических свойств трактора  $Am$  определяли методом парных сравнений [5, 6] с использованием единичных критериев (показателей): давление на почву  $P_к$ ; запас проходимости  $\Gamma$ ; минимальный радиус поворота  $R_{min}$ ; продольная и поперечная устойчивость  $A_ц$ ; агротехнический просвет  $ha$ .

Сравнительная оценка эффективности разных опций трактора с  $m_{удоп}^*$  по указанным обобщенным показателям выполнена в относи-

тельных единицах при использовании в качестве базовой комплектации  $m_{y\delta 1k}^*$  на одинарных колесах:  $W_{y\delta}^0 = W_{y\delta}^* \text{оп} / W_{y\delta 1k}^*$ ;  $g_W^0 = g_{W \text{оп}}^* / g_{W 1k}^*$ ;  $Am^0 = Am_{\text{оп}}^* / Am_{1k}^*$ . Комплексный показатель технологических свойств представлен функцией  $K_{\Sigma}^0 = f(W^0, Am^0, g_W^0)$  с учетом весовых коэффициентов  $Si$  обобщенных показателей и их значимости при изменении комплектации.

Для оценки весомости единичных и обобщенных показателей технологических свойств трактора использован экспертный метод [6] попарных сравнений. В состав экспертной комиссии из 15 человек входило одинаковое количество ведущих специалистов, преподавателей вуза и выпускников магистратуры по направленности «Технологии и средства механизации сельского хозяйства».

### Результаты исследования

При использовании трактора любой комплектации в номинальном тягово-скоростном режиме оптимальные значения удельных параметров-адаптеров и показателей эффективности определяются [5] по выражениям:

$$\begin{cases} m_{y\delta 1}^* = 10^3 \cdot \eta_{mn} / g \cdot \varphi_{крн}^* \cdot V_{H1}^*; \\ P_{кр y\delta 1}^* = m_{y\delta 1}^* \cdot g \cdot \varphi_{крн}^* = \eta_{mn} / V_{H1}^*; \\ W_{y\delta 1}^* = m_{y\delta 1}^* \cdot g \cdot \varphi_{крн}^* \cdot V_{H1}^* / K_{o1} \cdot \mu_{кн} = \eta_{mn} / K_{o1} \cdot \mu_{кн}; \\ g_{W 1}^* = g_{en} / W_{y\delta 1}^* = 2,77 \cdot g_{en} \cdot K_{o1} \cdot \mu_{кн} / \eta_{mn}. \end{cases} \quad (1)$$

Приведенные зависимости свидетельствуют, что при неизменности удельного сопротивления рабочей машины  $K_a = K_{o1} \cdot \mu_{кн}$  (кН/м) и расхо-

да топлива двигателя  $g_{en}$  (кг/кВт·ч) обобщенные показатели эффективности пропорциональны номинальному тяговому КПД  $\eta_{mn}$  трактора, определяемому уровень  $m_{y\delta 1}^*$  и  $P_{кр y\delta 1}^*$ . Соотношение значений удельной массы опции  $m_{y\delta \text{оп}}^*$  и базовой комплектации  $m_{y\delta Б}^* = m_{y\delta 1k}^*$  трактора, обусловленное изменением номинального тягового КПД  $\lambda m_{y\delta}^* = m_{y\delta \text{оп}}^* / m_{y\delta 1k}^* = \lambda \eta_{mn}^* = \lambda \eta_{mn \text{оп}}^* / \eta_{mn 1k}^*$ , определяет относительный уровень обобщенных показателей эффективности

$$\lambda m_{y\delta}^* = \lambda \eta_{mn}^* = \lambda W_{y\delta}^0 = 1/g_W^0. \quad (2)$$

Оптимальные значения удельных параметров-адаптеров и показателей эффективности колесных тракторов наиболее применяемых комплектаций (табл. 1) обоснованы по результатам моделирования с использованием экспериментальных зависимостей  $\eta_m = f(\varphi_{кр})$  базовых моделей 4к4б (К-739, РСМ 2375) и 4к4а (Беларус 1523, Lovol TR 2004) на операциях основной обработки почвы при  $K_a = K_o \cdot \mu_{кн} = 13,22$  кН/м.

Замена одинарных (1к) колес (база) сдвоенными (2к) приводит к повышению до 7,6-8,0% номинального тягового КПД трактора за счет снижения потерь на перекачивание при соответствующем увеличении  $m_{y\delta 2к}^*$  и возрастании обобщенных показателей эффективности  $W^0$  и  $1/g_W^0$ . Оснащение трактора 4к4а только задними сдвоенными колесами (2к') увеличивает  $m_{y\delta 2к'}^*$  и показатели эффективности до 4,0%.

Таблица 1

### Номинальные удельные параметры-адаптеры и показатели эффективности использования колесных 4к4 тракторов разной комплектации

Удельный показатель	Размерность	Значения показателей при комплектации		
		1к	2к	2к'
Тяговый КПД $\bar{\eta}_{mn} / \lambda \bar{\eta}_{mn}^*$	-	0,660	0,710	0,690
		1,00	1,08	1,04
Масса трактора $m_{y\delta 1}^* / \lambda m_{y\delta}^*$	кг/кВт	67,3	72,4	70,3
		1,00	1,08	1,04
Номинальное тяговое усилие $P_{кр y\delta 1}^* / \lambda P_{кр y\delta}^*$	кН/кВт	0,264	0,284	0,275
		1,00	1,08	1,04
Чистая производительность $W_{y\delta 1}^* / W_{y\delta}^0$	м <sup>2</sup> /кДж	0,050	0,054	0,052
		1,00	1,08	1,04
Расход топлива $g_{W 1}^* / g_W^0$	кг/га	12,80	11,90	12,24
		1,00	0,930	0,955

Эксплуатационная масса  $m_{\Sigma Б}^*$  и тяговый класс ( $P_{крнБ}^*$ ) трактора базовой комплектации и других опций  $m_{\Sigma \text{оп}}^*$  ( $P_{крн \text{оп}}^*$ ), с установленной по принятому стандарту и указанной в технической характеристике

номинальной  $N_H$  (брутто) или эксплуатационной  $N_{eэ}$  (нетто) мощностью двигателя, определяются зависимостями:

$$\begin{cases} m_{эБ}^* = m_{удБ}^* \cdot \bar{N}_{ep} = m_{удБ}^* \cdot \xi_{N1}^* \cdot N_{eэ}/K_N = m_{удБ}^* \cdot \xi_{N1}^* \cdot \xi_{N2} \cdot N_H/K_N; \\ m_{эОП}^* = m_{эБ}^* \cdot \lambda m_{уд}^* = m_{эБ}^* \cdot \lambda \eta_{тн}^*; \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} P_{крнБ}^* = m_{эБ}^* \cdot g \cdot \varphi_{крн}^*; \\ P_{крнОП}^* = \lambda m_{уд}^* \cdot m_{эБ}^* \cdot g \cdot \varphi_{крн}^*; \end{cases} \quad (4)$$

где  $\xi_{N1}^* = \bar{N}_{ep}/N_{eэ}; \xi_{N2} = N_{eэ}/N_H$  – соответственно, коэффициенты использования эксплуатационной и номинальной мощности двигателя;

$K_N$  – коэффициент, учитывающий стандарт определения  $N_{eэ}$  и  $N_H$ .

Для оперативного и более достоверного определения  $m_э^*$  трактора базовой комплектации целесообразно использовать значения удельной массы  $m_{удэ}^*$  и  $m_{удн}^*$ , отнесенные к указанной в паспорте мощности  $N_{eэ}$  или  $N_H$  соответственно

$$\begin{cases} m_{удэ}^* = m_{уд}^* \cdot \xi_{N1}^*/K_N; \\ m_{удн}^* = m_{уд}^* \cdot \xi_{N1}^* \cdot \xi_{N2}/K_N; \\ m_э^* = m_{удэ}^* \cdot N_{eэ} = m_{удн}^* \cdot N_H. \end{cases} \quad (5)$$

С учетом отличия условий стендовых испытаний тракторных двигателей по разным между-

народным стандартам степень оснащённости вспомогательным оборудованием, параметрами окружающей среды и, соответственно, получаемой мощностью [7] определены значения коэффициента  $K_N$  оценки уровня номинальной мощности  $N_H$  по ГОСТ 18509-88 [8] при обосновании  $m_э^*$  (табл. 2).

При установленных [2, 8] средних значениях коэффициентов  $\bar{\xi}_{N1}^* = \bar{\xi}_{N2} = 0,930$  современных тракторных дизелей с мехатронными системами управления оптимальный уровень удельной массы по ГОСТ 18509 -88 и DJN(JSO-1585), отнесенный к  $N_{eэ}$  и  $N_H$ , составляет  $m_{удэ}^* = 0,930 \cdot m_{уд}^*$  и  $m_{удн}^* = 0,865 \cdot m_{уд}^*$  соответственно. Для прочих стандартов ее относительный уровень  $m_{удэ}^o = 0,930/K_N$  и  $m_{удн}^o = 0,865/K_N$  (табл. 2).

Таблица 2

Удельная масса колесных тракторов при полном балласте по разным стандартам ( $V_{H1}^* = 250$  м/с,  $\varphi_{крн}^* = 0,400$ )

Стандарт	$K_N$	Комплект	Удельная масса кг/кВт ( кг/л.с.)			
			$m_{удэ}^*$	$m_{удэ}^o$	$m_{удн}^*$	$m_{удн}^o$
ГОСТ 18509-88	1,00	1к	62,6 (46,0)	0,930	58,2 (48,2)	0,865
		2к	67,3 (49,5)	0,930	62,6 (46,1)	0,865
DJN (JSO 1585)	1,00	1к	62,6 (46,0)	0,930	58,2 (48,2)	0,865
		2к	67,3 (49,5)	0,930	62,6 (46,1)	0,865
ECE R120	1,07	1к	58,5 (43,0)	0,870	54,4 (40,0)	0,808
		2к	62,0 (46,3)	0,870	58,5 (43,0)	0,808
JSO TR 14396	1,10	1к	56,9 (41,8)	0,845	52,9 (38,9)	0,786
		2к	61,2 (45,0)	0,845	56,9 (41,8)	0,786
SAE J1995	1,15	1к	54,4 (40,0)	0,808	50,6 (37,2)	0,752
		2к	58,5 (43,1)	0,808	54,9 (40,0)	0,752

Обобщенный показатель агротехнических свойств, в отличие от показателей производительности и топливных затрат, определяется весомостью  $Si$ , желательной (+) или нежелательной (-) тенденцией изменения и уровнем значимости  $X_i^o$  обоснованных единичных показателей ( $m=5$ ), не связанных между собой аналитической или эмпирической зависимостью (табл. 3). Сравнение приведенного значения обобщен-

ного показателя  $Am^o$  трактора разной комплектации выполнено в безразмерных, относительно от базовой (1к), единицах. Наибольшую весомость в формировании  $Am^o$  составляют единичные показатели давления на почву [9]  $S_{PO}=0,25$ , запаса проходимости  $S_{ло}=0,23$ , управляемости [10]  $S_{RO}=0,22$  и продольной устойчивости [11]  $S_{Ac}=0,17$ . Максимальный

уровень значимости  $P_{2к}^o=1,86$  и  $P_{2к'}^o=1,47$  характеризует соответствующее снижение удельного давления на почву при установке сдвоенных колес и является определяющим фактором повышения обобщенного показателя агротехнических свойств трактора указанных комплектаций по сравнению с базовой в 1,22 и 1,13 раза соответственно.

По степени влияния на комплексный показатель технологического уровня  $K_Э^o$  обобщенные показатели распределились в следующей по-

следовательности: производительность – 0,46; агротехнические свойства – 0,29; удельный расход топлива – 0,25 (табл. 4).

$$K_Э^o = 0,46 \cdot W^o + 0,29 \cdot Am^o + 0,25/g_W^o \quad (6)$$

Повышение комплексного показателя технологических свойств трактора при оснащении сдвоенными (2к) колесами на энергоемких агрооперациях достигает 12%. Сдваивание только задних колес (4к4а) снижает его уровень до  $\bar{K}_Э^o=1,07$ .

Таблица 3

**Матрица весомости и уровня показателей агротехнических свойств колесных тракторов разной комплектации**

Показатель	Коэф. весомости $S_i$	Тенденция развития	Коэф. уровня $X_i^o$ при компл.		
			1к	2к	2к'
Давление на почву $P^o=P_{1к}/P_{оп}$	0,25	-	1,00	1,86	1,47
Запас проходимости $\Pi^o=\Pi_{оп}/\Pi_{1к}$	0,23	+	1,00	1,07	1,04
Минимальный радиус поворота $R^o=R_{1к}/R_{оп}$	0,22	-	1,00	0,91	1,00
Продольная и поперечная устойчивость $A_{ц}^o=tg\alpha_{оп}/tg\alpha_{1к}$	0,17	+	1,00	1,06	1,04
Агротехнический просвет $ha^o = ha_{оп}/ha_{1к}$	0,13	+	1,00	1,00	1,00
Обобщенный показатель $Am^o = \sum^m X_i^o \cdot Si/m$	1,0	+	1,00	1,22	1,13

Таблица 4

**Приведенные значения обобщенных и комплексного показателей технологических свойств колесных тракторов разной комплектации**

Обобщенный показатель	Коэф. весомости $S_i$	Тенденция развития	Коэф. уровня $K_i^o$		
			1к	2к	2к'
Производительность $W^o$	0,46	+	1,00	1,08	1,04
			0,46	0,50	0,48
Агротехнические свойства $Am^o$	0,29	+	1,00	1,22	1,13
			0,29	0,35	0,33
Удельный расход топлива $g_W^o$	0,25	-	1,00	1,08	1,04
			0,25	0,27	0,26
Комплексный показатель $\bar{K}_Э^o$	1,00	+	1,00	1,12	1,07

Главными факторами, определяющими эффективность сдваивания колес, является уменьшение в 1,5-1,8 раза давления на почву и снижение до 7-8% потерь на перекачивание трактора, что положительно влияет на сохранение ее плодородия и топливную экономичность агрегата [12]. При этом трактор мощностью  $N_{ep} \leq 400$  кВт не переходит в смежный повы-

шенный тяговый класс и используется без изменения состава агрегата.

Единственной проблемой использования комплектаций 2к и 2к' на отвальной вспашке является меньшая ширина захвата агрегата  $B_p$ , чем общая ширина трактора. Однако при использовании скоростных плугов типа ПСКУ в составе пахотного агрегата тракторы мощно-

стью  $N_{\text{вз}} \geq 250$  кВт могут агрегатироваться в комплектации 2к или 2к'.

### Выводы

Обоснованы оптимальные значения удельной массы колесных тракторов, определяющие рациональное соотношение массоэнергетических параметров в номинальном тягово-скоростном режиме по международным стандартам с разной комплектацией ходовой части. Перевод трактора с одинарных на сдвоенные колеса приводит к повышению до 7,6-8,0% номинального тягового КПД при соответствующем увеличении удельной массы и возрастании обобщенных показателей производительности и топливной экономичности.

Определяющим фактором повышения обобщенного показателя агротехнических свойств трактора на сдвоенных колесах в 1,13-1,22 раза с весомостью 38% является снижение давления на почву.

Степень влияния на формирование комплексного показателя технологического уровня трактора обобщенных показателей составляет: производительность – 46%; агротехнические свойства – 29%; топливная экономичность – 25%. Повышение комплексного показателя при сдваивании всех или задних колес (4к4а) достигает 12 и 7% соответственно, что показывает достаточно высокую эффективность этих комплекций.

### Библиографический список

1. Селиванов, Н. И. Модернизация парка сельскохозяйственных тракторов Красноярского края / Н. И. Селиванов, И. А. Васильев, В. А. Богатиков. – Текст: непосредственный / Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России: сборник материалов / III Международная научная конференция, Красноярск, 24 ноября 2022 года. Красноярск, 2022. – С. 116-121.

2. Тракторы «Кировец» К-730, К-735, К-739, К-740, К-742. Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию тракторов «КИРОВЕЦ» серии «К-7» 7-00.00.010 ИЭ-2018 год. – Текст: непосредственный.

3. Ростсельмаш. BUHLERVESATILE Трактор модели 2375 / Руководство по эксплуатации 89002112 РЭ-2016 год. – Текст: непосредственный.

4. ГОСТ 4.40-84. Система показателей качества продукции. Тракторы сельскохозяйственные. Номенклатура показателей. Введен 01.01.1985 г. Дата издания: 01.06.2003 г. – Текст: непосредственный

5. Селиванов, Н. И. Технологические свойства колесных тракторов: учебное пособие / Н. И. Селиванов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019. – 308 с. – Текст: непосредственный.

6. Кутьков, Г. М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: учебник / Г. М. Кутьков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 506 с. – Текст: непосредственный.

7. Мининзон, В. И. О перспективной системе классификации сельскохозяйственных тракторов / В. И. Мининзон, А. П. Парфенов. – Текст: непосредственный // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – Т. 79, № 4. – С. 3-8.

8. ГОСТ 18509-88. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний. Введен: 01.01.1990 г. Дата издания: 05.09.1988 г. – Текст: непосредственный.

9. ГОСТ 26955-86. Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву. Дата введения: 01.01.1987 г. Дата издания: 22.10.1986 г. – Текст: непосредственный.

10. ГОСТ Р 51960-2002 (ИСО 789-11:1996). Тракторы сельскохозяйственные колесные. Метод оценки управляемости. Дата введения: 01.01.2004 г. Дата издания: 01.10.2004 г. – Текст: непосредственный.

11. ГОСТ JSO16231-2-2019. Машины самоходные сельскохозяйственные. Оценка устойчивости. Часть 2. Определение статической устойчивости и методы испытания. Дата введения: 01.08.2020 г. Дата издания: 19.11.2019 г. – Текст: непосредственный.

12. Selivanov, N., Averyanov, V., Zaprudsky, V., Kuznetsov, A., Makeeva, Yu. (2020). Parameters-adapters of wheeled tractors. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 548. 062009. DOI: 10.1088/1755-1315/548/6/062009.

### References

1. Selivanov N.I. Modernizatsiia parka selskokhoziaistvennykh traktorov krasnoiarского kraia / N.I. Selivanov, I.A. Vasilev, V.A. Bogatnikov // *Mezhd. nauchn. konf.* – Krasnoiarск, 2022.

2. Traktory «Kirovets» "K-730, K-735, K-739, K-740, K-742. Instruktsiia po ekspluatatsii i tekhnicheskomu obsluzhivaniuu traktorov «Kirovets» serii «K-7» 7-00.00.010IE-2018.
3. Rostselmash. BUHLER VESATILE Traktor modeli 2375/ Rukovodstvo po ekspluatatsii 89002112 RE-2016 god.
4. GOST 4.40-84. Sistema pokazatelei kachestva produktsii. Traktory selskokhoziaistvennyye. Nomenklatura pokazatelei. Vveden 01.01.1985 g. Data izdaniia 01.06.2003 g.
5. Selivanov, N.I. Tekhnologicheskie svoistva kolesnykh traktorov: uchebnoe posobie / N.I. Selivanov; Krasnoiar. gos. agrar. un-t. – Krasnoiar. 2019. – 308 s.
6. Kutkov, G.M. Traktory i avtomobili. Teoriia i tekhnologicheskie svoistva: Ucheb. / G.M. Kutkov. – 2-e izd., pererab. i dop. – Moskva: NITs INFRA-M, 2014. – 506 s.
7. Mininzon, V.I. O perspektivnoi sisteme klassifikatsii selskokhoziaistvennykh traktorov / V.I. Mininzon, A.P. Parfenov // Traktory i selkhoz-mashiny. – 2012. – T. 79. – No. 4. – С. 3-8.
8. GOST 18509-88. Dizeli traktornye i kombinovyye. Metody stendovykh ispytaniy. Vveden 01.01.1990 g. Data izdaniia: 05.09.1988 g.
9. GOST 26955-86. Tekhnika selskokhoziaistvennaia mobilnaia. Normy vozdeistviia dvizhitelei na pochvu. Data vvedeniia 01.01.1987. Data izdaniia: 22.10.1986 g.
10. GOST R 51960-2002 (ISO 789-11:1996). Traktory selskokhoziaistvennyye kolesnyye. Metod otsenki upravliaemosti. Data vvedeniia: 01.01.2004 g. Data izdaniia: 01.10.2004 g.
11. GOST JSO16231-2-2019g. Mashiny samokhodnyye selskokhoziaistvennyye. Otsenka ustoichivosti. Chast . Opredelenie staticheskoi ustoichivosti i metody ispytaniia. Data vvedeniia: 01.08.2020 g. Data izdaniia: 19.11.2019 g.
12. Selivanov, N., Averyanov, V., Zaprudsky, V., Kuznetsov, A., Makeeva, Yu. (2020). Parameters-adapters of wheeled tractors. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 548. 062009. DOI: 10.1088/1755-1315/548/6/062009.

