



УДК 631.372:631.51

Н.И. Селиванов, В.В. Аверьянов, Д.В. Уштык
N.I. Selivanov, V.V. Averyanov, D.V. Ushtyk

СОСТАВ ТРАКТОРНОГО ПАРКА ДЛЯ ЗОНАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЧВООБРАБОТКИ

THE STRUCTURE OF THE TRACTOR FLEET FOR ZONAL TILLAGE TECHNOLOGIES

Ключевые слова: природная зона, длина гона, операционные технологии, типоразмер трактора, технологическая потребность.

Цель работы – обоснование структуры и состава парка колесных тракторов для зональных технологий почвообработки и посева в растениеводстве Красноярского края. Регион является лидером по урожайности зерновых (24-26 ц/га) в Сибирском федеральном округе за счет внедрения ресурсосберегающих технологий, адаптированных к отличающимся по основным характеристикам агроландшафтам или природно-климатическим зонам с разными производственными условиями сельских товаропроизводителей. Для повышения урожайности до 30 ц/га, при неизменных посевных площадях, показана необходимость формирования инновационного тракторного парка. В основу положено обоснование рационального типоразмерного ряда и технологической потребности в колесных тракторах общего назначения и универсальных, составляющих более 70% от нормативной потребности в эталонных единицах, по характерному признаку природных зон – классу длины гона и типичным для группы модельных хозяйств производственным условиям. С учетом распределения площади пашни и технологических карт возделывания яровых зерновых в базовых предприятиях составлен план механизированных работ для каждой природной зоны региона. По результатам моделирования операционных технологий для каждого класса длины гона установлены 2-3 рациональных типоразмера тракторов с регулируемой эксплуатационной массой. Максимальная технологическая потребность зоны в тракторах определена по пиковой нагрузке в наиболее напряженный период выполнения операций предпосевной обработки почвы и посева с учетом использования более высоких типоразмеров, адаптированных к агротехническим требованиям. Характерным для длины гона менее 600 м является существен-

ное увеличение технологической потребности в тракторах, обусловленное их меньшими типоразмерами и сокращением агротехнических сроков выполнения механизированных работ. Установленные характеристики и показатели технологической потребности в физических и эталонных тракторах разных типоразмеров целесообразно использовать при формировании инновационного тракторного парка региона с учетом природно-производственных условий функционирования основных производителей продукции растениеводства.

Keywords: natural zone, run length, operating technologies, tractor size, technological need.

The research goal is to substantiate the structure and composition of the wheeled tractor fleet for zonal tillage and sowing technologies in crop growing in the Krasnoyarsk Region. The Region is the leader in grain yields (2.4-2.6 t ha) in the Siberian Federal District due to the introduction of resource-saving technologies adapted to the agricultural landscapes differing in basic characteristics or climatic zones with different production conditions of the growers. To increase the yields up to 3.0 t ha without increasing the areas under crops, the need to form an innovative tractor fleet is shown. The basis is the substantiation of a rational standard size range and technological need for general-purpose and universal wheeled tractors which make up more than 70% of the standard need for reference units, according to a characteristic feature of natural zones - the run length class and production conditions typical for a group of model farms. Taking into account the distribution of arable lands and technological maps of the cultivation of spring grain in the basic enterprises, a plan of mechanized work was drawn up for each natural zone of the Region. Based on the results of the modeling of operating technologies, 2-3 rational standard sizes of tractors with adjustable operating weight have been identified for each class of run length. The maximum technological demand of a zone for

tractors is determined by the peak load during the most intense period of the pre-sowing tillage and sowing operations taking into account the use of higher standard sizes adapted to agrotechnical requirements. Typical for run lengths less than 600 m is a significant increase in the technological need for tractors due to their smaller standard sizes and a reduction in agrotechnical terms for per-

forming mechanized work. The identified characteristics and indices of the technological need for physical and reference tractors of different standard sizes should be used in the formation of an innovative tractor fleet in the Region taking into account the natural and production conditions of the functioning of the main crop growers.

Селиванов Николай Иванович, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», г. Красноярск, Российская Федерация, e-mail: zaprudskii@list.ru.

Аверьянов Виктор Владимирович, аспирант, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», г. Красноярск, Российская Федерация, e-mail: v-averyanov@bk.ru.

Уштык Дарина Валерьевна, учебный мастер, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», г. Красноярск, Российская Федерация, e-mail: valierievna@mail.ru.

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

Averyanov Viktor Vladimirovich, post-graduate student, Instructor, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: v-averyanov@bk.ru.

Ushtyk Darina Valeryevna, Instructor, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: valierievna@mail.ru.

Введение

Красноярский край является лидером по урожайности зерновых (24-26 ц/га) среди регионов Сибирского федерального округа. Это достигнуто за счет внедрения ресурсосберегающих технологий возделывания указанных культур, адаптированных к отличающимся по основным характеристикам агроландшафтам или природно-климатическим зонам (степь, лесостепь, подтайга, тайга) с разными типами почв и производственными условиями функционирования сельских товаропроизводителей. Однако для обеспечения продовольственной независимости, за счет повышения урожайности до 28-30 ц/га при сохранении посевных площадей на достигнутом уровне, требуется коренная модернизация материально-технической базы с формированием инновационного машинно-тракторного парка.

Основу обновления должны составлять скоростные многооперационные агрегаты на базе колесных 4к4 тракторов нового поколения с регулируемыми массоэнергетическими параметрами, адаптированные к природно-производственным условиям [1]. Указанное требует совершенствования методов формирования структуры и состава тракторного парка, обеспечивающего минимальный расход материальных и трудовых ресурсов на единицу полученной продукции при соответствии достигнутому уровню и целевой программе развития сельского хозяйства по показателям производительности и урожайности.

В общей системе формирования инновационного тракторного парка [1-3] наиболее значимым является обоснование рационального типоразмерного ряда и технологической потребности в тракторах общего назначения и универсальных для операций почвообработки и посева, составляющих более 70% от нормативной потребности в эталонных единицах, по характерному признаку основных природных зон, классу длины гона и типичным для группы модельных хозяйств производственным условиям. Полученные результаты могут быть адаптированы к условиям конкретных товаропроизводителей с учетом особенностей операционных технологий почвообработки и посева.

Цель работы – обоснование структуры и состава парка колесных тракторов для зональных технологий почвообработки и посева в растениеводстве Красноярского края.

Поставленная цель достигается решением следующих **задач**:

1) установить рациональные типоразмеры тракторов для операционных технологий почвообработки в природно-климатических зонах региона;

2) обосновать технологическую потребность растениеводства природных зон региона в тракторах разных типоразмеров.

Условия и методы исследования

Исходную информацию для решения поставленных задач представляют общая площадь и структура пашни с оценкой показателей опера-

ционных технологий механизированных работ при возделывании основных культур в природных зонах региона. Основными показателями являются распределение площади пашни F_{Π} по классам длины гона l_{Tj} (природным зонам) $F_{\Pi j}^0 = F_{\Pi j}/F_{\Pi}$ и, характерное для базовых хозяйств, соотношение площадей основных механизированных работ $F_{ji}^0 = F_{ji}/F_{\Pi j}$. Для каждой последовательно выполняемой в осенне-весенний период операции на площади F_{ji} устанавливаются номинальный скоростной режим V_{Hi} , агротехнические сроки D_{ji} с учетом природных условий $K_{об}$.

В основу формирования структуры парка положен типоразмерный ряд двухпараметрической классификации колесных 4к4 тракторов (кроме малогабаритных), включающий [4-5] девять тяговых классов и десять разрядов эксплуатационной мощности $N_{эз}$ с усредненными коэффициентами перевода $\bar{K}_э$ в эталонные единицы ТЭ-150.

Рациональная совокупность типоразмеров тракторов для каждого класса длины гона определяется по усредненным, с учетом занятости, величинам потребной мощности $\bar{N}_{эп ji}$ на родственных операциях разных по энергоемкости групп [3] при оптимальных значениях удельной массы $m_{уд i}^*$, коэффициента использования мощности $\xi_{\bar{N}}$ и максимального тягового КПД $\eta_{T max}$. Значения эксплуатационной мощности $N_{эз ji}^* = (N_{эз}^{min} - N_{эз}^{max})_{ji}$ и массы $m_{эз ji}^*$, определяющие типоразмер трактора, устанавливаются по зависимостям:

$$\begin{cases} N_{эз ji}^{min} = \bar{N}_{эп ji} / \xi_{\bar{N} max}; \\ N_{эз ji}^{max} = \bar{N}_{эп ji} / \xi_{\bar{N} min}; \\ m_{эз ji}^* = m_{уд i}^* \cdot N_{эз ji}^* \cdot \xi_{\bar{N}}. \end{cases} \quad (1)$$

Технологическая энергопотребность $N_{уд ji}$, кВт/1000 га и удельные энергозатраты $a_{n ji}$, кВт·ч/га для каждой операции при этом

$$\begin{cases} N_{уд ji} = \frac{1000 \cdot \xi_{\bar{N}} \cdot N_{эз ji}^* \cdot F_{ji}^0}{0,36 \cdot W_{ji} \cdot \tau_i \cdot (T_{см} \cdot K_{см} \cdot D \cdot K_{об})_{ji}}; \\ a_{n ji} = N_{уд ji} \cdot T_{п i} / 10^3, \end{cases} \quad (2)$$

где $W_{ji} = \xi_{\bar{N}} \cdot N_{эз ji}^* \cdot \eta_{T max} / (K_0 \cdot \mu_k)_i$ – чистая производительность агрегата, м²/с;

τ_i – коэффициент использования времени смены;

$T_{см}$ – продолжительность смены, ч;

$K_{см}$ – коэффициент увеличения продолжительности смены;

$T_{п i} = (T_{см} \cdot K_{см} \cdot D)_i$ – продолжительность работы трактора на операции, ч.

Потребное число тракторов разных типоразмеров $n_{\phi ji}^*$ определяется по пиковой энергопотребности $N_{уд max j}$ реализуемой технологии, с учетом графика машиноиспользования и корректирования $N_{уд ji} \rightarrow N_{уд ji}^*$ для обеспечения $n_{\phi ji}^* \rightarrow min$

$$\begin{cases} N_{уд max j} = \sum_1^n N_{уд ji}^*; \\ n_{\phi ji}^* = N_{уд ji}^* / \xi_{\bar{N}} \cdot N_{эз ji}^*; \\ n_{\phi j}^* = \sum_1^n N_{уд ji}^* / \xi_{\bar{N}} \cdot N_{эз ji}^*. \end{cases} \quad (3)$$

Технологическая потребность в эталонных единицах установленных типоразмеров тракторов и их общее число для указанного класса длины гона (зоны), при известных значениях коэффициента $\bar{K}_э i$

$$\begin{cases} n_{эТ ji}^* = \bar{K}_э i \cdot n_{\phi ji}^*; \\ n_{эТ j}^* = \sum_1^n n_{эТ ji}^*. \end{cases} \quad (4)$$

Результаты исследования

В структуре фактической и одновременно планируемой до 2030 г. [6] общей площади пашни региона $F_{\Pi} = 1845,8$ тыс. га посевные составляют 78,1%, из которых 84,3% приходится на яровые с устойчивой средней урожайностью 24,6 ц/га и перспективой ее повышения до 28-30 ц/га. С учетом распределения площади пашни по классам длины гона $F_{\Pi j}^0$ и технологических карт возделывания яровых зерновых культур в базовых предприятиях установлен план механизированных работ, включающий агротехнические требования на последовательно выполняемые операции основной, предпосевной обработки почвы и посева (табл. 1) в каждой из природных зон региона при $T_{см} = 8,0$ ч и $K_{см} = 1,25$ [6-8]. Характерным является существенное сокращение агротехнических сроков D и снижение $K_{об}$ при уменьшении длины гона.

По результатам моделирования операционных технологий определены значения потребной мощности $N_{эп ji}$ для отдельных видов работ и разных классов длины гона, по которым установлены усредненные величины $\bar{N}_{эп ji}$ с учетом

занятости на родственных по энергоёмкости операциях, требующих одинакового разряда мощности или типоразмера трактора (табл.2). Указанный параметр принят за основу формирования рационального диапазона изменения эксплуатационной мощности $N_{эз\ ji}^*$ в пределах

указанного разряда, минимальное значение которой соответствует $N_{эз\ ji}^{min} \approx \bar{N}_{эз\ ji}$, а максимальное $N_{эз\ ji}^{max}=(1,10-1,20) \bar{N}_{эз\ ji}$ при $\xi_{\bar{N}\ max} \rightarrow 1,0$ и $\xi_{\bar{N}\ min}=0,89-0,92$ [5, 9].

Таблица 1

Структура операционных технологий почвообработки и посева яровых в природных зонах Красноярского края

Вид работы (операция)	Параметр	Длина гона L_g , м				
		>1000	600-1000	400-600	300-400	200-300
Распределение площади пашни	$\left\{ \begin{array}{l} F_{n\ j}, \text{ тыс. га} \\ F_{nj}^o, (\%) \end{array} \right.$	985,7 (53,4)	468,8 (25,4)	243,6 (13,2)	112,6 (6,9)	35,1 (1,9)
1. Вспашка отвальная скоростными плугами $h=0,21-0,23$ м (осень), $V_{H1} = 2,50$ м/с	F_1^0 $K_{об}$ $D, \text{ дн}$	0,220 0,96 28	0,219 0,96 28	0,220 0,92 21	0,220 0,90 21	0,220 0,89 21
2. Безотвальная основная обработка $h=0,13-0,16$ м (осень), $V_{H2} = 2,80$ м/с	F_2^0 $K_{об}$ $D, \text{ дн}$	0,300 0,93 28	0,300 0,93 28	0,301 0,90 21	0,301 0,88 21	0,301 0,87 21
3. Поверхностная основная обработка $h=0,06-0,12$ м (осень), $V_{H3} = 3,33$ м/с	F_3^0 $K_{об}$ $D, \text{ дн}$	0,480 0,93 28	0,479 0,93 28	0,479 0,90 21	0,479 0,88 21	0,479 0,87 21
4. Поверхностная обработка (закрытие влаги) $h=0,05-0,07$ м (весна), $V_{H3} = 3,33$ м/с	F_4^0 $K_{об}$ $D, \text{ дн}$	0,782 0,93 7	0,783 0,93 7	0,782 0,90 6	0,782 0,88 4	0,782 0,87 4
5. Предпосевная обработка (весна), $V_{H3} = 3,33$ м/с	F_5^0 $K_{об}$ $D, \text{ дн}$	0,658 0,92 16	0,658 0,92 16	0,657 0,90 12	0,657 0,88 12	0,657 0,87 12
6. Посев яровых (весна), $V_{H2} = 2,80$ м/с	F_6^0 $K_{об}$ $D, \text{ дн}$	0,658 0,92 16	0,658 0,92 16	0,657 0,90 12	0,657 0,88 12	0,657 0,87 12

Таблица 2

Рациональные параметры колесных тракторов для операционных технологий в растениеводстве природных зон

Природная зона (L_T , м)	Операции технолог.	$N_{эз}^*$, кВт	$N_{эз}^*$, кВт	m_3^* , т	Типоразмер
Степь и лесостепь (>1000)	1	294,5	295-320	19,82	8,9
	3	294,5	295-320	16,05-17,70	6,9
	2*,5,6*	256,2	255-280	13,96-15,40	6,9
	4	223,1	220-245	12,15	5,8
Лесостепь (600-1000)	1*,2	244,0	246-270	14,66-16,42	6,9
	3,5,6*	215,3	220-245	11,73-12,94	5,8
	4	180,0	180-200	9,57-10,55	4,7
Подтайга (400-600)	1	188,0	180-200	12,67-12,20	5,7
	3	203,0	203-225	11,06	4,8
	2*,5,6*	175,6	180-200	9,57-10,55	4,7
	4	144,0	145-165	7,85-8,65	3,6
Подтайга и тайга (300-400)	1*,2,3	162,6	166-180	9,77-10,94	4,7
	4,5,6*	143,9	145-165	7,85-8,65	3,6
Тайга (200-300)	1*,2,3	125,2	125-140	7,99-8,95	3,6
	4,5,6*	120,0	120-132	6,82-7,52	3,5

Примечание. *Выполняется при m_3^* .

Оптимальные значения и интервал варьирования эксплуатационной массы $m_{э}^*_{ji}$ трактора с $N_{эз}^*_{ji}$, определяющие номинальное тяговое усилие $P_{крн\ ji}$ и тяговый класс трактора, зависят от величины $m_{уд\ i}^*$ для разных по энергоёмкости групп операций. При использовании на операциях 1 и 3 групп трактор может переходить в смежные тяговые классы за счет регулирования массы установкой съёмного балласта или гидравлическим догрузателем.

Характерным для каждого класса длины гона являются 2-3 рациональных типоразмера тракторов, обеспечивающих наиболее эффективное выполнение всех операций. Нижний (основной) типоразмер предназначен для операций второй и третьей групп при $V_{н}^* = 2,80-3,33$ м/с, а высшие (один или два) – для операций основной обработки почвы с рабочей скоростью $V_{н}^* = 2,20-2,80$ м/с.

При $l_{т} > 1000$ м, для 2, 5 и 6 операций (табл. 1) наиболее рациональными являются тракторы типоразмера 6.9 мощностью $N_{эз}^* = 255-280$ кВт и массой $m_{э}^* = 13,96-15,40$ т. при $m_{э}^*_{max}$ на 2 и 6 операциях. На операциях основной обработки почвы (1 и 3) потребная мощность $\bar{N}_{еп} = 294,5$ кВт соответствует типоразмерам 6.9 и 8.9 при $N_{эз}^* = 295-320$ кВт с диапазоном регулирования эксплуатационной массы от 16,05 до 19,82 т. Оптимальным для ранневесеннего боронования (операция 4) является типоразмер 5.8 с $N_{эз}^* = 220-245$ кВт и $m_{э}^* = 12,75$ т.

Для $l_{т} = 600-1000$ м на 3, 5 и 6 операциях оптимальным является типоразмер 5.8 мощностью $N_{эз}^* = 220-245$ кВт и массой $m_{э}^* = 11,73-12,94$ т.

На основной обработке почвы (операции 1 и 2) наиболее эффективен типоразмер 6.9 с $N_{эз}^* = 246-270$ кВт и $m_{э}^* = 14,66-16,42$ т. Типоразмер 4.7 при $N_{эз}^* = 180-200$ кВт и $m_{э}^* = 9,57-10,55$ т целесообразно использовать на 4 операции.

Установленные закономерности формирования основных типоразмеров колесных тракторов сохраняются для природных условий с меньшими классами длины гона. Характерным является использование одного типоразмера в двух смежных классах длины гона.

Основу парка при $l_{т} = 400-600$ м составляют тракторы типоразмеров 4.7 и 5.7 мощностью $N_{эз}^* = 180-200$ кВт с диапазоном изменения массы от $m_{э}^* = 9,57-10,55$ до $m_{э}^*_{max} = 12,67$ т для перевода из четвертого в пятый тяговый класс.

Для природной зоны с $l_{т} = 300-400$ м типоразмер 3.6 при $N_{эз}^* = 145-165$ кВт и $m_{э}^* = 7,85-8,65$ т. является основным на операциях 4, 5 и 6. На 1, 2 и 3 операциях рационально использовать тракторы типоразмера 4.7.

С учетом структуры операционных технологий для зоны с $l_{т} = 200-300$ м наиболее рациональными являются тракторы 3.5 и 3.6 типоразмеров, охватывающие диапазон мощности $N_{эз}^* = 120-140$ кВт при $m_{э}^* = 6,82-8,95$ т.

Максимальная технологическая потребность в тракторах для каждой зоны определена по наиболее напряженному периоду выполнения операций предпосевной обработки почвы (5) и посева (6), соответствующему пиковой энергопотребности $N_{уд\ max} = N_{уд\ 5} + N_{уд\ 6}$ при $a_n = \max$ (табл. 3).

Таблица 3

Показатели энергетической потребности операционных технологий в природных зонах региона ($N_{уд}$, кВт/1000 га; a_n , кВт · ч/га)

Вид работы (операция)	Длина гона, м									
	>1000		600-1000		400-600		300-400		200-300	
	$N_{уд}$	a_n	$N_{уд}$	a_n	$N_{уд}$	a_n	$N_{уд}$	a_n	$N_{уд}$	a_n
1	63,32	17,70	65,88	18,45	93,06	19,54	97,39	20,45	107,92	22,66
2	53,08	15,06	62,46	17,49	88,56	19,59	93,17	19,57	101,04	21,22
3	65,08	18,22	70,62	19,77	100,49	21,10	107,32	22,53	119,44	25,08
4	157,44	11,03	165,98	11,62	209,55	12,57	377,02	15,08	439,45	17,57
5	200,60	32,10	212,07	33,93	293,42	35,21	303,05	36,37	338,04	40,56
6	200,60	32,17	198,72	31,80	276,57	33,18	291,97	35,04	320,51	38,46
5+6	401,20	64,27	410,79	65,73	570,08	68,39	595,02	71,41	658,55	79,02
Итого	740,12	126,28	775,73	133,66	1061,64	140,19	1269,92	149,06	1426,4	165,3

Таблица 4

Рациональные типоразмеры и технологическая потребность в колесных тракторах для операций почвообработки и посева в природных зонах региона

Природная зона, (l_T , м)	$N_{\text{ээ}}^*$, кВт	$m_{\text{э}}^*$, т	Типоразмер	\bar{n}_{Φ}^* , ед/1000га	$\bar{K}_{\text{э}}$	$n_{\text{эт}}^*$, ед/1000га	$\sum n_{\text{эт}}^*$, ед/1000га
Степь и лесостепь (>1000)	295-320	19,85-21,83	8,9	0,215	2,13	0,458	3,00
	295-320	16,56-17,73	6,9	0,221	2,13	0,471	
	246-294	14,78-16,56	6,9	1,111	1,86	2,066	
Лесостепь (600-1000)	246-294	14,78-16,56	6,9	0,522	1,86	0,971	3,26
	201-245	12,08-13,53	5,8	1,405	1,63	2,290	
Подтайга (400-600)	201-245	10,95-11,54	4,8	0,500	1,63	0,815	5,00
	166-200	11,54-12,28	5,7	0,524	1,50	0,786	
	166-200	9,98-11,54	4,7	2,266	1,50	3,400	
Подтайга и тайга (300-400)	166-200	9,98-11,54	4,7	1,832	1,50	2,748	5,44
	133-165	7,90-9,23	3,6	2,037	1,32	2,689	
Тайга (200-300)	133-165	7,90-9,23	3,6	2,560	1,32	3,379	6,30
	100-132	6,00-7,58	2,5-3,5	2,703	1,08	2,919	

Оптимизация количественного состава тракторов предполагает использование смежных, более высоких, типоразмеров с $\sum_1^n N_{y\partial i}^*$ в напряженный период при максимальной адаптации к операциям предпосевной обработки почвы и посева за счет балластирования. При этом оптимальная энергетическая потребность $N_{y\partial n}^*$ и соответствующее ей число физических тракторов $n_{\Phi n}^*$ нижнего (основного) типоразмера

$$\begin{cases} N_{y\partial n}^* = N_{y\partial \max} - \sum_1^n N_{y\partial i}^* ; \\ n_{\Phi n}^* = N_{y\partial n}^* / \xi_{\bar{N}} \cdot N_{\text{ээ} n}^* . \end{cases} \quad (5)$$

Указанное позволило минимизировать технологическую потребность каждой природной зоны в физических и эталонных тракторах установленных типоразмеров для выполнения планового объема работ в оптимальные агротехнические сроки с наименьшей энергопотребностью, что является главным критерием ресурсосбережения (табл. 4). Использование каждого из основных типоразмеров тракторов в двух природных зонах снижает потребное количество разрядов мощности и тяговых классов до пяти.

Наиболее характерным для природных зон с малой длиной гона является увеличение технологической потребности в физических и

эталонных тракторах, обусловленное уменьшением типоразмеров первых и сокращением агротехнических сроков выполнения механизированных работ. Так, если при $l_2 > 1000$ м технологическая потребность составила $n_{\Phi}^* = 1,55$ и $n_{\text{эт}}^* = 3,00$, то при $l_2 = 200-300$ м 5,26 и 6,30 соответственно с уменьшением $\bar{K}_{\text{э}}$ от 1,94 до 1,20.

Установленные характеристики и показатели технологической потребности в тракторах разных типоразмеров целесообразно использовать при формировании инновационного тракторного парка в сельском хозяйстве региона и агрозоны с учетом природно-производственных условий функционирования основных производителей продукции растениеводства.

Выводы

1. Установлены рациональные типоразмеры и условия использования колесных тракторов общего назначения в операционных технологиях растениеводства основных природно-климатических зон региона.

2. Обоснована технологическая потребность растениеводства каждой зоны в физических и эталонных единицах рациональных типоразмеров тракторов из условия минимизации их количества и удельных энергозатрат.

Библиографический список

1. Селиванов, Н. И. Параметры-адаптеры колесных тракторов и агрегатов к зональным технологиям почвообработки / Н. И. Селиванов, Ю. Н. Макеева, В. В. Аверьянов. – Текст: непосредственный // Вестник Омского ГАУ. – 2019. – № 1. – С. 147-155.
2. Основы теории мобильных сельскохозяйственных агрегатов / В. А. Самсонов, А. А. Зангиев, Ю. Ф. Лачуга, О. Н. Дидманидзе. – Москва: Колос, 2000. – 248 с. – Текст: непосредственный.
3. Селиванов, Н. И. Структура системы формирования типоразмерного ряда тракторов для зональных технологий почвообработки / Н. И. Селиванов, В. В. Аверьянов. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 9. – С. 109-115.
4. Методика использования условных коэффициентов перевода тракторов, зерноуборочных комбайнов в эталонные единицы при определении нормативов их потребности / А. Ю. Измайлов [и др.]. – Текст: непосредственный // Инструктивно-методическое издание. – Москва, 2009. – 54 с.
5. Селиванов, Н. И. Технологическая адаптация колесных тракторов / Н. И. Селиванов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 216 с. – Текст: непосредственный.
6. Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе: рекомендация / под общей редакцией С. В. Брылёва. – Красноярск: МСХ Красноярского края, Красноярский НИИСХ, 2015. – 224 с. – Текст: непосредственный.
7. Зангиев, А. А. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка / А. А. Зангиев, Г. П. Лышко, А. Н. Скороходов. – Москва: Колос, 1996. – 320 с. – Текст: непосредственный.
8. Самсонов, В. А. Расчет показателей трактора с учетом влияния природно-производственных факторов / В. А. Самсонов. – Текст: непосредственный // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2007. – № 4. – С. 21-25.
9. Кутьков, Г. М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства / Г. М. Куть-

ков. – Москва: Колос, 2004. – 504 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Selivanov, N.I. Parametry-adaptery kole-snykh traktorov i agregatov k zonalnym tekhnologiyam pochvoobrabotki / N.I. Selivanov, Yu.N. Makeeva, V.V. Averyanov // Vestnik Omskogo GAU. – 2019. – No. 1. – S. 147-155.
2. Samsonov, V.A. Osnovy teorii mobilnykh selskokhozyaystvennykh agregatov / V.A. Samsonov, A.A. Zangiev, Yu.F. Lachuga, O.N. Didmanidze. – Moskva: Kolos, 2000. – 248 s.
3. Selivanov, N.I. Struktura sistemy formirovaniya tiporazmernogo ryada traktorov dlya zonalnykh tekhnologiy pochvoobrabotki / N.I. Selivanov, V.V. Averyanov // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – No. 9. – S. 109-115.
4. Metodika ispolzovaniya uslovnykh koeffitsientov perevoda traktorov, zernouborochnykh kombaynov v etalonnye edinitsy pri opredelenii normativov ikh potrebnosti / A.Yu. Izmaylov i dr. // Instruktivno-metodicheskoe izdanie. – Moskva, 2009. – 54 s.
5. Selivanov, N.I. Tekhnologicheskaya adaptatsiya kolesnykh traktorov / N.I. Selivanov; Krasnoyar. gos. agrar. un-t. – Krasnoyarsk, 2017. – 216 s.
6. Sistema zemledeliya Krasnoyarskogo kraja na landshaftnoy osnove: rekomendatsiya / pod obshch. red. S.V. Bryleva. – Krasnoyarsk: MSKh Krasnoyarskogo kraja, Krasnoyarskiy NIISKh, 2015. – 224 s.
7. Zangiev, A.A. Proizvodstvennaya ekspluatatsiya mashinno-traktornogo parka / A.A. Zangiev, G.P. Lyshko, A.N. Skorokhodov. – Moskva: Kolos, 1996. – 320 s.
8. Samsonov, V.A. Raschet pokazateley traktora s uchetom vliyaniya prirodno-proizvodstvennykh faktorov / V.A. Samsonov // Traktory i selkokhozyaystvennyye mashiny. – 2007. – No. 4. – S. 21-25.
9. Kutkov, G.M. Traktory i avtomobili. Teoriya i tekhnologicheskie svoystva / G.M. Kutkov. – Moskva: Kolos, 2004. – 504 s.

