

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ  
РАСТЕНИЕВОДСТВА**

**ПРАКТИКУМ**

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных  
заведений по специальности «Техническое обеспечение процессов  
сельскохозяйственного производства»*

*Под редакцией А. В. Новикова*

Минск  
БГАТУ  
2011

УДК 631.3.004 (03)  
ББК 40.72.я 2  
Т 38

Авторы:

кандидат технических наук, доцент *А. В. Новиков* (разделы 1–8);  
кандидат технических наук, доцент *А. П. Ляхов* (разделы 1–4);  
кандидат технических наук, доцент *Т. А. Непарко* (разделы 5–8);  
доктор технических наук, профессор *И. Н. Шило* (раздел 7);  
кандидат технических наук, доцент *В. Я. Тимошенко* (раздел 7);  
кандидат технических наук, доцент *В. П. Чеботарев* (раздел 7);  
доктор технических наук, профессор *А. Н. Карташевич* (раздел 1);  
кандидат технических наук, доцент *В. Д. Лабодаев* (раздел 6);  
кандидат технических наук, доцент *Ю. И. Томкунас* (раздел 7);  
кандидат технических наук, доцент *Н. Д. Янцов* (разделы 1, 7);  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Л. Г. Шейко* (раздел 7);  
старший преподаватель *В. Н. Кеуко* (раздел 7)

Рецензенты:

кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»  
ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет»;  
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Тракторы»  
Белорусского национального технического университета *В. П. Бойков*

**Техническое обеспечение производства продукции расте-  
ниеводства. Практикум** : учебное пособие / А. В. Новиков [и др.];  
под редакцией А. В. Новикова. – Минск : БГАТУ, 2011. – 408 с.  
ISBN 978-985-519-404-1.

В учебном пособии изложены эксплуатационные показатели современных тракторов и сельскохозяйственных машин. Даны методики расчета состава машинно-тракторных агрегатов и выбора рациональных скоростных режимов их работы. Приведены методика разработки операционно-технологической карты сельскохозяйственной работы и технологической карты возделывания сельскохозяйственной культуры, сведения о сельскохозяйственном транспорте, расчету состава и планированию работы машинно-тракторного парка.

Предназначено для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений и ИТР АПК.

УДК 631.3.004 (03)  
ББК 40.72.я 2

ISBN 978-985-519-404-1

© БГАТУ, 2011

## СОДЕРЖАНИЕ

---

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ .....	7
1.1. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ .....	7
1.2. МОЩНОСТНЫЕ И ТЯГОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТРАКТОРА .....	20
2. ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАБОЧИХ МАШИН.....	59
2.1. АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАБОЧИХ МАШИН.....	59
2.2. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАБОЧИХ МАШИН И СЦЕПОК.....	69
3. КОМПЛЕКТОВАНИЕ И ДВИЖЕНИЕ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ .....	91
3.1. РАСЧЕТ СОСТАВА АГРЕГАТА .....	91
3.2. РАСЧЕТ ТЯГОВО-ПРИВОДНЫХ И САМОХОДНЫХ УБОРОЧНЫХ АГРЕГАТОВ .....	110
3.3. ДВИЖЕНИЕ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ .....	124
4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ЗАТРАТ НА РАБОТУ МАШИННО- ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ.....	139
4.1. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ АГРЕГАТА .....	139
4.2. БАЛАНС ВРЕМЕНИ СМЕНЫ.....	143

4.3. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ ПРИ РАБОТЕ АГРЕГАТОВ .....	146
5. ОПЕРАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ .....	152
5.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ .....	152
5.2. МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ОПЕРАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ РАБОТЫ .....	154
6. ТРАНСПОРТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ .....	177
6.1. ПЕРЕВОЗКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ГРУЗОВ И ИХ ОСОБЕННОСТИ .....	177
6.2. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТ .....	182
6.3. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА.....	196
6.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ ВЫРАБОТКИ И РАСХОДА ТОПЛИВА НА АВТОТРАНСПОРТНЫЕ РАБОТЫ .....	215
6.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ ВЫРАБОТКИ И РАСХОДА ТОПЛИВА ТРАКТОРНЫМ ТРАНСПОРТОМ .....	221
7. МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ .....	228
8. РАСЧЕТ СОСТАВА И ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТЫ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА .....	367
8.1. РАСЧЕТ СОСТАВА МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА .....	369
8.2. АНАЛИЗ РАБОТЫ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА.....	384
ЛИТЕРАТУРА.....	387
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	389

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

Важным этапом в подготовке специалистов технического профиля для сельскохозяйственного производства является изучение дисциплины «Технологии и техническое обеспечение производства продукции растениеводства». Оно включает практические и лабораторные занятия, производственную практику, курсовое и дипломное проектирование. Качество изучения и усвоения дисциплины требует выполнения большого разнообразия индивидуальных заданий с использованием значительного количества информационного материала.

В настоящее время по ряду причин субъективного и объективного характера систематизированных справочных данных технического плана для их использования в учебных целях явно недостаточно. Наличие их в разрозненном виде не решает существующих проблем.

В настоящем учебном издании представлены довольно обширные сведения как по техническим данным используемых в растениеводстве тракторов и сложных сельскохозяйственных машин, так и по их эксплуатационным свойствам. Справочные сведения располагаются в порядке, соответствующем последовательности изучения дисциплины «Технологии и техническое обеспечение производства продукции растениеводства». В результате студенты могут закреплять свои знания параллельно изучению дисциплины путем решения практических задач по теории эксплуатации машинно-тракторных агрегатов, проектированию операционных технологий механизированных работ и технологий возделывания сельскохозяйственных культур и расчету состава машинно-тракторного парка сельскохозяйственного предприятия нормативным методом.

Представленный в учебном издании материал накоплен коллективом кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка» Белорусского государственного аграрного технического университета и апробирован в учебном процессе. В разработке технологических схем возделывания сельскохозяйственных культур принимали участие доктор сельскохозяйственных наук, профессор Л.А. Веремейчик, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Т.М. Дайнеко и кандидат сельскохозяйственных наук, доцент А.В. Попов.

# 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

## 1.1. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

Двигатель является источником энергии и движущей силы трактора. От динамических и экономических свойств двигателя в значительной степени зависят эксплуатационные качества трактора и машинно-тракторного агрегата (МТА).

Основными эксплуатационными показателями работы тракторного двигателя являются: эффективная мощность  $N_e$ , эффективный крутящий момент  $M_e$ , часовой  $G_T$  и удельный  $g_e$  расходы топлива, частота вращения коленчатого вала  $n$ .

Показатели  $M_e$ ,  $N_e$ ,  $n$ , характеризующие тягово-скоростные качества двигателя, принято называть динамическими, а  $G_T$ ,  $g_e$ , характеризующие расход топлива на различных режимах работы двигателя, – экономическими.

Взаимосвязь эксплуатационных показателей двигателя наглядно отображается графически в виде различных характеристик, которые получают и используют в зависимости от целей решаемых научно-практических задач. В эксплуатационных расчетах машинно-тракторных агрегатов наиболее часто применяется скоростная характеристика, которую строят по результатам тормозных стендовых испытаний двигателя. Современные дизельные тракторные двигатели оснащены всережимными регуляторами частоты вращения коленчатого вала.

Если на стенде снять показатели скоростной характеристики с работающим регулятором и положением рейки топливного насоса, соответствующим полной подаче топлива, то такую характеристику называют регуляторной скоростной (внешней) характеристикой, которая приведена на рисунке 1.1.

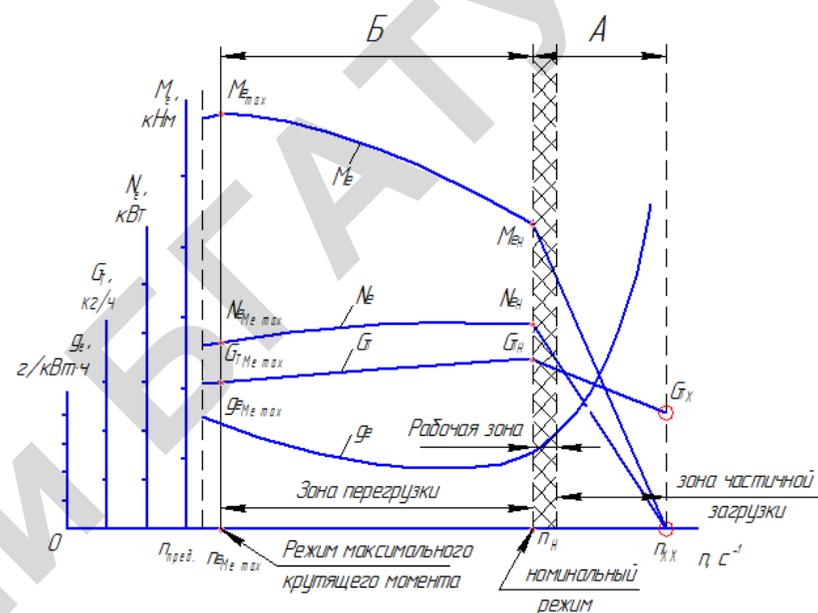


Рис. 1.1. Скоростная регуляторная характеристика двигателя в функции частоты вращения коленчатого вала: А – регуляторная ветвь, Б – корректорная ветвь

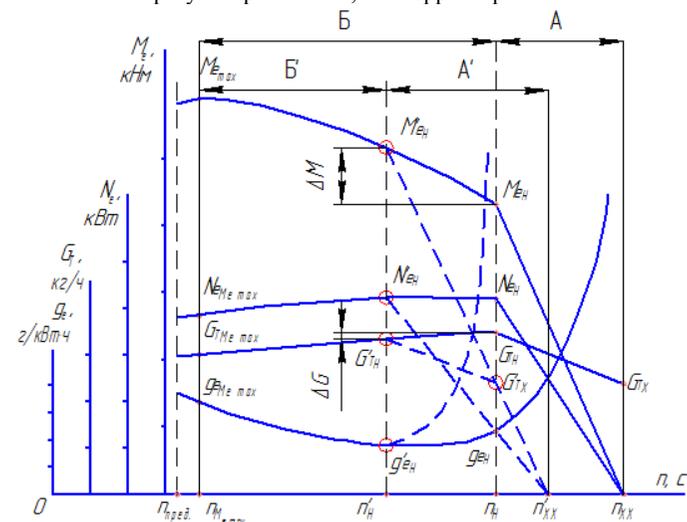


Рис. 1.2. Частичная регуляторная характеристика (штриховые линии) двигателя в функции частоты вращения коленчатого вала

Таким образом, скоростная характеристика, полученная при положении органа управления регулятором частоты вращения (при его наличии), соответствующем полной подаче топлива, называется внешней скоростной характеристикой.

На регуляторной характеристике можно выделить две характерные зоны. Зону А принято называть регуляторной ветвью характеристики, для которой характерна линейная зависимость изменения эксплуатационных параметров (кроме удельного расхода топлива  $g_e$ ) от частоты вращения коленчатого вала двигателя. Такая зависимость позволяет определить текущие значения эксплуатационных параметров от частоты вращения коленчатого вала, используя пропорциональные отношения сторон прямоугольных треугольников, то будет показано ниже. Корректорная или перегрузочная ветвь (зона Б) характерна тем, что работа двигателя на ней происходит в случае преодоления кратковременного возрастающего тягового сопротивления рабочих машин. На этой частоте имеет место рост крутящего момента от  $M_H$  до  $M_{e_{max}}$ , запас которого  $\Delta M_e = M_{e_{max}} - M_{e_H}$  расходуется на увеличение касательной силы тяги на ведущих движителях трактора и силы тяги на крюке, а снижение частоты вращения коленчатого вала от  $n_H$  до  $n_{M_{e_{max}}}$  позволяет преодолевать сопротивление движению за счет кинетической энергии вращающихся масс двигателя. Длительная работа двигателя на перегрузочной ветви характеристики не рекомендуется. С точки зрения лучших значений эксплуатационных показателей является работа двигателя на номинальном или близком к нему (рабочая зона на характеристике заштрихована) режиме. Следует отметить, что номинальный режим характерен регламентированной номинальной (максимальной) мощностью  $N_{e_H}$ , моментом  $M_{e_H}$ , часовым и удельным расходом топлива  $G_{e_H}$  и  $g_{e_H}$  при номинальной частоте вращения коленчатого вала  $n_H$ . Эксплуатационные показатели номинального режима устанавливаются заводом-изготовителем двигателя и являются показателями технической характеристики двигателя.

Регуляторные характеристики двигателей, устанавливаемых на тракторах, выпускаемых РУП МТЗ, приведены в таблице 1.1.

В некоторых случаях, когда работа двигателя на внешней скоростной характеристике становится нецелесообразной по его тяговым и скоростным возможностям, переходят на частичную характеристику

(рис. 1.2) с уменьшенной подачей топлива и изменением эксплуатационных показателей. На частичной характеристике им присвоен индекс «'». Из рисунка 1.2 следует, что переход на частичный режим не только улучшает тяговые возможности трактора за счет приращения момента  $\Delta M$ , но и позволяет улучшить экономичность двигателя по расходу топлива из-за его снижения  $\Delta G$ .

Между эксплуатационными показателями работы двигателя существуют следующие основные соотношения:

– эффективная мощность двигателя в кВт:

$$N_e = 6,28 M_e \cdot n, \quad (1.1)$$

где  $M_e$  – эффективный крутящий момент, кН·м;

$n$  – частота вращения коленчатого вала двигателя, с<sup>-1</sup>.

Удельный эффективный расход топлива в г/кВт·ч:

$$g_e = \frac{1000 G_T}{N_e}, \quad (1.2)$$

где  $G_T$  – часовой расход топлива, кг.

Коэффициенты приспособляемости двигателя соответственно по моменту  $K_M$  и по оборотам  $K_O$ :

$$K_M = \frac{M_{e_{max}}}{M_{e_H}}, \quad (1.3)$$

$$K_O = \frac{n_H}{n_{M_{e_{max}}}}, \quad (1.4)$$

где  $M_{e_{max}}$  и  $M_{e_H}$  – соответственно максимальный и номинальный эффективный крутящий момент двигателя, кН·м;

$n_H$  и  $n_{M_{e_{max}}}$  – соответственно номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя и частота его вращения при  $M_{e_{max}}$ .

## Показатели регуляторных характеристик двигателей

Показатели	Значения показателей							
	Двигатель LDW 1503 трактор «Беларус 320»							
$n$ , мин <sup>-1</sup> (с <sup>-1</sup> )	3200 (53,3)	3150 (52,5)	3100 (51,7)	3050 (50,8)	3000 (50)	2750 (45,8)	2600 (43,3)	2500 (41,7)
$M_e$ , кН·м	0	0,019	0,038	0,058	0,078	0,083	0,085	0,087
$N_e$ , кВт	0	6,35	12,3	18,5	24,6	23,8	23,1	22,7
$G_T$ , кг/ч	1,9	3,0	4,2	5,6	7,0	6,1	5,9	5,6
$g_e$ , г/кВт·ч	∞	472	341	302	286	256	255	247
Двигатель Д-243 трактор «Беларус 80.1/80.2»								
$n$ , мин <sup>-1</sup> (с <sup>-1</sup> )	2380 (39,7)	2300 (38,3)	2250 (37,5)	2200 (36,7)	2000 (33,3)	1800 (30,0)	1600 (26,7)	1400 (23,3)
$M_e$ , кН·м	0	0,092	0,186	0,256	0,272	0,283	0,292	0,298
$N_e$ , кВт	0	22,2	44,0	58,9	57,1	53,5	49,0	43,8
$G_T$ , кг/ч	3,8	8,5	13,0	14,8	14,3	13,9	13,5	13,0
$g_e$ , г/кВт·ч	∞	382	285	251	250	260	276	297
Двигатель Д-245.5 трактор «Беларус 900/920»								
$n$ , мин <sup>-1</sup> (с <sup>-1</sup> )	2000 (33,3)	1900 (31,7)	1800 (30,0)	1700 (28,3)	1600 (26,7)	1500 (25,0)	1450 (23,3)	1300 (21,7)
$M_e$ , кН·м	0	0,174	0,345	0,364	0,380	0,385	0,390	0,396
$N_e$ , кВт	0	34,6	65,0	64,5	68,7	60,4	57,0	53,9
$G_T$ , кг/ч	3,9	8,8	14,3	14,0	13,8	13,7	13,1	12,5
$g_e$ , г/кВт·ч	∞	0,254	0,220	0,217	0,225	0,228	0,230	0,232

Продолжение табл. 1.1

Показатели	Значения показателей								
	Двигатель Д-245 трактор «Беларус 1025»								
$n$ , мин <sup>-1</sup> (с <sup>-1</sup> )	2300 (38,3)	2280 (38,0)	2260 (37,6)	2215 (36,9)	2200 (36,7)	2175 (36,2)	1900 (31,6)	1660 (27,6)	
$M_e$ , кН·м	0	0,120	0,210	0,285	0,329	0,335	0,370	0,380	
$N_e$ , кВт	0	30	50	70	75,8	75,0	70	65	
$G_T$ , кг/ч	4,8	9,2	13,3	16,6	18,1	18,2	17,7	16,1	
$g_e$ , г/кВт·ч	∞	306	266	237	239	243	253	248	
Двигатель Д-260.2 трактор «Беларус 1222»									
$n$ , мин <sup>-1</sup> (с <sup>-1</sup> )	2270 (37,8)	2205 (36,8)	2170 (36,2)	2140 (35,7)	2120 (35,3)	2100 (35,0)	1520 (25,3)	1375 (22,9)	1200 (20)
$M_e$ , кН·м	0	0,173	0,264	0,357	0,405	0,455	0,565	0,556	0,520
$N_e$ , кВт	0	40	60	80	90	100	90	80	65,3
$G_T$ , кг/ч	6,9	12,8	17,1	20,9	22,5	24,1	19,1	17,0	13,8
$g_e$ , г/кВт·ч	∞	320	285	261	250	241	212	212	212

Показатели	Значения показателей										
	Двигатель Д-260.1С2 трактор «Беларус 1522»										
$n$ , мин <sup>-1</sup> (с <sup>-1</sup> )	2300 (38,3)	2210 (36,8)	2160 (36,0)	2100 (35,0)	2000 (33,3)	1840 (30,7)	1680 (28,0)	1520 (25,3)	1360 (22,70)	1200 (20)	
$M_e$ , кН·м	0	0,221	0,434	0,560	0,535	0,580	0,613	0,648	0,650	0,610	
$N_e$ , кВт	0	50,0	95,4	117,0	115,0	112,0	108	103,0	93,0	77,0	
$G_T$ , кг/ч	7,9	14,0	23,8	28,6	28,0	26,1	24,3	22,2	19,8	16,1	
$g_e$ , г/кВт·ч	∞	280	249	245	243	233	225	215	212	209	
Двигатель Д-260.4 трактор «Беларус 2022»											
$n$ , мин <sup>-1</sup> (с <sup>-1</sup> )	2270 (37,8)	2210 (36,8)	2180 (36,3)	2165 (36,0)	2140 (35,7)	2120 (35,3)	2100 (35,0)	1450 (24,2)	1310 (21,8)	1220 (20,3)	1200 (20)
$M_e$ , кН·м	0	0,259	0,350	0,441	0,536	0,631	0,709	0,922	0,875	0,783	0,750
$N_e$ , кВт	0	60	80	100	120	140	156	140	120	100	94,2
$G_T$ , кг/ч	10,9	15,6	20,3	25,1	29,6	34,0	37,8	29,0	24,6	20,5	19,4
$g_e$ , г/кВт·ч	∞	260	254	251	247	243	242	207	205	205	206

13

Показатели	Значения показателей																	
	Двигатель Д-260.7 трактор «Беларус 2522»																	
$n$ , мин <sup>-1</sup> (с <sup>-1</sup> )	2300 (38,3)	2255 (37,6)	2245 (37,4)	2230 (37,2)	2220 (37,0)	2205 (36,8)	2185 (36,4)	2130 (35,5)	2100 (35,0)	1800 (30,0)	1615 (26,9)	1480 (24,7)	1380 (23,0)	1290 (21,5)	1185 (19,8)	1070 (17,8)	1000 (16,7)	
$M_e$ , кН·м	0	0,254	0,340	0,428	0,516	0,606	0,700	0,807	0,846	1,00	1,06	1,03	0,969	0,888	0,806	0,714	0,650	
$N_e$ , кВт	0	60	80	100	120	140	160	180	186	185,5	180	160	140	120	100	80	68	
$G_T$ , кг/ч	12,5	16,1	20,7	25,4	30,0	34,6	39,0	43,6	44,6	43,4	39,2	33,9	29,3	25,3	21,5	17,4	15,0	
$g_e$ , г/кВт·ч	∞	268	259	254	250	247	244	242	240	235	218	212	209	211	215	218	220	
Двигатель Д-260.16 трактор Беларус 2822																		
$n$ , мин <sup>-1</sup> (с <sup>-1</sup> )	2300 (38,3)	2240 (37,3)	2220 (37,0)	2205 (36,8)	2185 (36,4)	2165 (36,1)	2150 (35,8)	2130 (35,5)	2110 (35,2)	2100 (35,0)	1880 (31,3)	1480 (24,7)	1380 (23,0)	1310 (21,8)	1230 (20,5)	1150 (19,2)	1055 (17,6)	1000 (16,7)
$M_e$ , кН·м	0	0,256	0,344	0,433	0,524	0,618	0,711	0,807	0,905	0,937	1,02	1,16	1,11	1,02	0,932	0,830	0,724	0,650
$N_e$ , кВт	0	60	80	100	120	140	160	180	200	206	200	180	160	140	120	100	80	68
$G_T$ , кг/ч	12,3	16,0	20,5	25,2	29,5	33,9	38,0	42,5	47,0	48,4	46,0	38,5	33,0	29,1	25,1	21,0	17,1	14,8
$g_e$ , г/кВт·ч	∞	267	266	252	246	242	238	236	235	235	230	214	206	208	209	210	214	218

14

У современных дизельных тракторных двигателей при наличии корректора  $K_M = 1,1-1,3$ ,  $K_O = 1,6-2,0$

Следует заметить, что работа двигателя с частотой вращения коленчатого вала меньше  $n_{M_{e_{max}}}$  невозможна вследствие существенного

ухудшения процесса горения топлива, и двигатель глохнет.

Разность оборотов  $n_{xx} - n_H$  называется разбегом регулятора и составляет у современных двигателей  $180-200 \text{ мин}^{-1}$  ( $30-33,3 \text{ с}^{-1}$ ). Важным показателем, характеризующим совершенство регулятора и используемым при расчетах частоты вращения двигателя, является степень неравномерности регулятора  $\delta_p$ , представляющая собой отношение разности регулируемых чисел оборотов коленчатого вала двигателя при работе на холостом ходу  $n_{xx}$  с полной подачей топлива и при номинальном режиме  $n_H$  к их среднему значению:

$$\delta_p = \frac{n_{xx} - n_H}{n_{cp}}, \quad (1.5)$$

где  $n_{cp} = \frac{n_{xx} + n_H}{2}$ , тогда

$$\delta_p = \frac{2(n_{xx} - n_H)}{n_{xx} + n_H}. \quad (1.6)$$

Из 1.6 следует, что при известном значении номинальной частоты вращения коленчатого вала двигателя частота вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу определяется по формуле:

$$n_{xx_{max}} = n_H \frac{2 + \delta_p}{2 - \delta_p}. \quad (1.5)$$

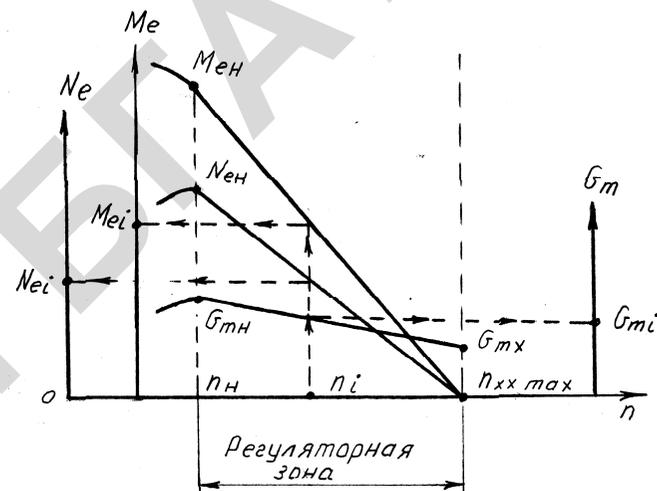
Для центробежных всережимных регуляторов дизельных двигателей значение  $\delta_p = 0,06-0,08$ .

Свойства линейной взаимозависимости эксплуатационных показателей работы тракторного двигателя на регуляторной ветви скоростной характеристики широко используются в эксплуатационных расчетах. Например, для определения текущих нагрузочных показателей (крутящего момента или мощности) по установленной

частоте вращения или часового расхода топлива при заданных значениях эффективной мощности и крутящего момента.

Суть расчетов иллюстрирует рисунок 1.3.

а)



б)

в)

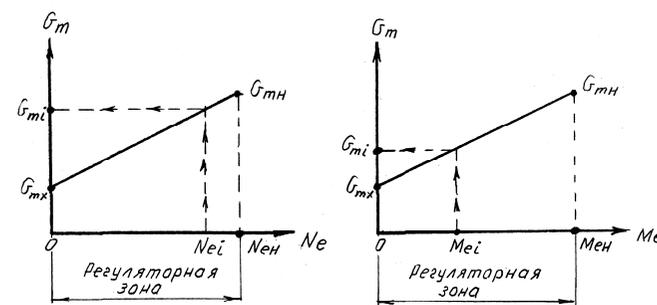


Рис. 1.3. Иллюстрация к использованию скоростной характеристики двигателя в эксплуатационных расчетах:

а – определение текущих значений крутящего момента, эффективной мощности и часового расхода топлива по установленной частоте вращения; б – определение текущего значения часового расхода топлива при заданной эффективной мощности; в – то же при заданном крутящем моменте

Используемые в расчетах формулы, полученные методом подобия треугольников, приведены ниже:

— для рисунка 1.3а

$$M_{e_i} = M_{e_n} \left( \frac{n_{xx_{max}} - n_i}{n_{xx_{max}} - n_n} \right); \quad (1.8)$$

$$N_{e_i} = N_{e_n} \left( \frac{n_{xx_{max}} - n_i}{n_{xx_{max}} - n_n} \right); \quad (1.9)$$

$$G_{T_i} = G_{T_n} - \left( \frac{n_{xx_{max}} - n_i}{n_{xx_{max}} - n_n} \right) (G_{T_n} - G_{T_x});$$

— для рис. 1.3 б и 1.3 в:

$$G_{T_i} = G_{T_x} + \frac{N_{e_i}}{N_{e_n}} (G_{T_n} - G_{T_x});$$

$$G_{T_i} = G_{T_x} + \frac{M_{e_i}}{M_{e_n}} (G_{T_n} - G_{T_x}). \quad (1.10)$$

Применяя приведенные выше формулы, а также, используя подобие треугольников на графике скоростной характеристики, можно решать и другие задачи по определению текущих значений эксплуатационных показателей тракторных двигателей.

При применении описанного выше подхода возможно получение аналитических зависимостей между текущими эксплуатационными показателями и в корректорной зоне (рис. 1.4), но только при условии аппроксимации нелинейных участков линейными, что допустимо вследствие малости получающейся расчетной ошибки.

Например, используя подобие треугольников, можно получить зависимость крутящего момента от частоты вращения двигателя в виде:

$$M_{e_i} = M_n + (M_{e_{max}} - M_{e_n}) \left( \frac{n_n - n_i}{n_n - n_{M_{e_{max}}}} \right),$$

либо: (1.11)

$$M_{e_i} = M_{e_{max}} - \left( \frac{n_i - n_{M_{e_{max}}}}{n_n - n_{M_{e_{max}}}} \right) (M_{e_{max}} - M_{e_n}).$$

Для других эксплуатационных показателей также возможно получение подобных формул.

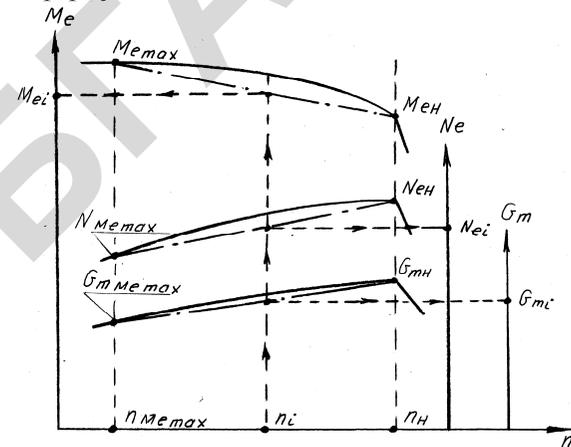


Рис. 1.4. Иллюстрация к использованию скоростной характеристики двигателя для определения текущих эксплуатационных показателей двигателя в корректорной зоне

При обосновании рабочего режима двигателя трактора, который зависит от величины сил сопротивления сельскохозяйственных машин и соответствующих им приведенных к валу двигателя моментов сопротивления  $M_c$ , необходимо установить соотношение между крутящим моментом двигателя  $M_e$  и моментом сил сопротивления  $M_c$ .

Для этого используют условия безостановочной работы (двигатель не глохнет под нагрузкой):

$$M_{c_{max}} \leq 0,97 M_{e_{max}}, \quad (1.12)$$

и рациональной загрузки (оптимальный режим работы двигателя):

$$M_{c_{max}} \leq 1,05 M_{e_n}. \quad (1.13)$$

Тогда допустимый средний момент сопротивления на валу двигателя из условия безостановочной работы равен:

$$M_{c_{cp}} = \frac{0,97M_{e_n} K_M}{1 + \frac{\delta_p}{2}}, \quad (1.14)$$

а из условия рациональной загрузки:

$$M_{c_{cp}} = \frac{1,05M_{e_n}}{1 + \frac{\delta_p}{2}}. \quad (1.15)$$

Степень неравномерности тягового сопротивления:

$$\delta_R = \frac{R_{M_{max}} - R_{M_{min}}}{R_{M_{cp}}}, \quad (1.16)$$

где  $R_{M_{max}}, R_{M_{min}}, R_{M_{cp}}$  – соответственно максимальное, минимальное и среднее сопротивление машины, кН. При этом

$$R_{M_{cp}} = \frac{R_{M_{max}} + R_{M_{min}}}{2}.$$

Соответственно из формул 1.12, 1.13, 1.14, 1.15 следует, что при переменной нагрузке двигателя от рабочей машины допустимую загрузку двигателя можно оценить:

– коэффициентом допустимой загрузки двигателя по моменту из условия безостановочной работы:

$$\eta_{M_e}^{доп} = \frac{0,97K_M}{1 + \frac{\delta_R}{2}}, \quad (1.17)$$

– коэффициентом допустимой загрузки двигателя по моменту из условия рациональной загрузки:

$$\eta_{M_e}^{доп} = \frac{1,05}{1 + \frac{\delta_p}{2}}. \quad (1.18)$$

## 1.2. МОЩНОСТНЫЕ И ТЯГОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТРАКТОРА

**Движущая сила трактора и ее пределы.** Движение машинно-тракторного агрегата сопровождается непрерывным воздействием на трактор движущей силы  $P_{дв}$  и сил сопротивления  $\Sigma P_c$ . Воздействие указанных сил определяет характер движения (установившийся, не установившийся), который описывается уравнением:

$$\pm m_a \frac{dv}{dt} = P_{дв} - \Sigma P_c, \quad (1.19)$$

где  $P_{дв}$  – внешняя сила, движущая агрегат, кН;

$\Sigma P_c$  – суммарная сила сопротивления движению агрегата, кН;

$m_a$  – приведенная масса агрегата, кг;

$\pm \frac{dv}{dt}$  – ускорение при неустановившемся движении агрегата, м/с<sup>2</sup>.

Знак « $\pm$ » означает, как движется агрегат: «+» — с ускорением; «-» — с замедлением.

Эксплуатационные расчеты обычно выполняются для установившегося движения, для которого принята постоянной средняя скорость и, следовательно,  $\frac{dv}{dt} = 0$ . В этом случае уравнение (1.19)

используется в виде:

$$P_{дв} = \Sigma P_c. \quad (1.20)$$

Предельное значение движущей силы  $P_{дв}$  определяется из соотношения касательной силы тяги  $P_{кн}$  и максимальной силы сцепления  $F_{c_n}$ , которые зависят от мощности двигателя и условий движения (сцепления движителей с опорной поверхностью). При этом различают два случая:

$$\begin{cases} P_{кн} \leq F_{сн} - \text{сцепление достаточно,} \\ P_{кн} > F_{сн} - \text{сцепление недостаточно.} \end{cases}$$

При достаточном сцеплении движителей с почвой ( $P_{кн} \leq F_{сн}$ ) пределом движущей силы является номинальная касательная сила тяги трактора, т. е.  $P_{дв} = P_{кн}$ .

Номинальная касательная сила тяги подсчитывается по формуле:

$$P_{кн} = \frac{0,159 N_{е_n} i_T \eta_{МГ}}{r_k n_H}, \quad (1.21)$$

где  $N_{е_n}$  – номинальная эффективная мощность двигателя, кВт;

$i_T$  – передаточное отношение трансмиссии от коленчатого вала двигателя к оси ведущих колес трактора;

$\eta_{МГ}$  – механический КПД трансмиссии;

$r_k$  – радиус качения движителей, м;

$n_H$  – частота вращения коленчатого вала двигателя при номинальном скоростном режиме,  $c^{-1}$ .

Все необходимые для расчета  $P_{кн}$  значения исходных данных  $N_{е_n}$ ,  $n_H$ ,  $i_T$  принимают по техническим характеристикам тракторов из таблицы 1.2.

В случае, если часть мощности двигателя реализуется на привод рабочих органов машины через ВОМ (вал отбора мощности), то значение касательной силы тяги следует подсчитывать по формуле:

$$P'_{кн} = \frac{0,159 \left( N_{е_n} - \frac{N_{ВОМ}}{\eta_{ВОМ}} \right) i_{тр} \eta_{МГ}}{r_k n_H}, \quad (1.22)$$

где  $N_{ВОМ}$  – мощность, затрачиваемая на привод рабочих органов машины, на ВОМ, кВт;

$\eta_{ВОМ}$  – КПД привода ВОМ (в расчетах принимается среднее значение  $\eta_{ВОМ} \approx 0,95$ ).

У современных колесных сельскохозяйственных тракторов трансмиссия конструктивно выполнена с шестернями наружного зацепления (цилиндрические и конические). В ряде случаев бортовые передачи заднего моста оснащаются планетарными редукторами (редуктор Джемса).

Таблица 1.2

## Технические характеристики колесных тракторов «Беларус»

Показатель	Марка тракторов							
	«Беларус 320»	«Беларус 2022»	«Беларус 80.1/80.2»	«Беларус 900/920»	«Беларус 1025»	«Беларус 1221/1222»	«Беларус 1522/1523»	«Беларус 2522/2822»
Мощность двигателя, кВт номинальная эксплуатационная	<u>24,5</u> 22,2	<u>155,0</u> 147,0	<u>58,9</u> 57,4	<u>65,0</u> 62,0	<u>77</u> 74	<u>96,0/98,0</u> 90,5/95,0	<u>114,0</u> 109,0	<u>186/206</u> 178/186
Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя $n_n, c^{-1}(\text{мин}^{-1})$	<u>50,0</u> 3000	<u>35,0</u> 2100	<u>36,7</u> 2200	<u>30,0</u> 1800	<u>36,7</u> 2200	<u>35,0</u> 2100	<u>35,0</u> 2100	<u>35,0</u> 2100
Масса и вес трактора (эксплуатационные) $m_{\text{т}} / G_{\text{т}}, \text{ кг (кН)}$	<u>1700</u> 17,3	<u>6830</u> 69,7	<u>3770/4000</u> 38,5/40,8	<u>3850/4100</u> 39,3/41,8	<u>4480</u> 45,7	<u>5300/5700 (6000)</u> 54,1/58,2 (61,2)	<u>6000</u> 61,2	<u>11100/14000 max</u> 113,3/142,9 max
Масса воды, заливаемой в шины колес $m_e, \text{ кг}$	–	пер. кол. – 390 зад. кол. –	зад. кол. – 16,9–38		пер. кол. – 170 зад. кол. – 290	пер. кол. – 230 зад. кол. – 480	пер. кол. – 425 зад. кол. – нет	пер. кол. – 390 зад. кол. – 780
Число и масса дополнительных (балластных) грузов, $n_{\text{г}} \times m_{\text{г}}, \text{ кг}$	–	$12 \times 45 = 540$	$12 \times 20 = 240$	$10 \times 42 = 420$	$10 \times 42 = 420$	$10 \times 42 = 420$	$12 \times 45 = 540$	–
Продольная база трактора $L, \text{ м}$	1,27	2,85	2,37/2,45	2,35/2,40	2,43	2,76	2,85	2,96

Продолжение табл. 1.2

Показатель	Марка тракторов								
	«Беларус 320»	«Беларус 2022»	«Беларус 80.1/80.2»	«Беларус 900/920»	«Беларус 1025»	«Беларус 1221/1222»	«Беларус 1522/1523»	«Беларус 2522/2822»	
Расстояние от центра тяжести до вертикальной плоскости, проходящей геометрическую ось задних колес $a, \text{ м}$			0,814**						
Колея $B, \text{ м}$									
- передних колес	1,26, 1,41	1,61– 2,15	1,2–1,8/1,3– 1,8	<u>1,20/1,80</u> 1,25–1,80	1,44/1,99	1,54–2,09	<u>1,61–2,15</u> 1,54– 2,09*МТЗ	1,85–1,98	
- задних колес	1,25, 1,40	1,60–2,40	1,3–1,8		1,50–1,60/ 1,80–2,10	1,53–2,15	1,60–2,40	1,78–2,12; 2,40–2,74	
Габариты, м:									
- длина	2,90	5,23	3,85/3,93	3,85/3,97	4,21	4,95/4,60	4,75	6,15	
- ширина	1,55	2,50	1,97	1,97	1,97	2,25/2,30	2,25	2,63	
- высота	1,70	3,12	2,78/2,80	2,82/2,85	2,82	2,85/3,00	3,00	3,16	
Радиус стального обода ведущих колес $r_0, \text{ м}$	0,203	0,483	0,483	0,483	0,432	0,483	0,483	0,533	
Высота профиля шины ведущих колес $h_{\text{ш}}, \text{ м}$	0,247	0,352	0,305	0,317	0,368	0,346	0,352	0,374	
Силовой радиус ведущих колес в статическом состоянии $r_{\text{к}}, \text{ м}$	пер. кол. 7,52-16 зад. кол. 11,2-16 0,450	$r_{\text{к}} = 0,795$	7,5–20/11,2– 20 15,5–38 $r_{\text{к}} = 0,730$	16,9 R 38 $r_{\text{к}} = 0,730$	18,4 R 34 $r_{\text{к}} = 0,780$	18,4 R 38 $r_{\text{к}} = 0,805$	16,9 R 38 $r_{\text{к}} = 0,78$	520/70 R 38 $r_{\text{к}} = 0,795$	580/70 R 42 $r_{\text{к}} = 0,833$

Показатель	Марка тракторов							
	«Беларус 320»	«Беларус 2022»	«Беларус 80.1/80.2»	«Беларус 900/920»	«Беларус 1025»	«Беларус 1221/1222»	«Беларус 1522/1523»	«Беларус 2522/2822»
Число $\alpha$ цилиндрических пар шестерен в зацеплении по передачам	передний ход I и II д. – 5 пар задний ход -осн. и замедл. скорости 6 пар кон. передачи 2 п	передний ход I и II д. – 7 пар III и IV д. – 5 пар кон. передача 4 пары задний ход I диап. – 6 пар II диап. – 8 пар	1-6 пар 2-5 пар 3-6-4 пары 7-8-3 пары 9-2 пары	передний ход 1п Iр В/Н-8/6 1п IIр В/Н-8/6 2п Iр В/Н-6/4 2п IIр В/Н-6/4 3п Iр В/Н-6/4 3п IIр В/Н-6/4 4п IIр В/Н-4/2 конечн. пер. 2 пары задний ход I II В – 9 пар Н – 7 пар	передний ход I и II д. – 6 пар III и IV д. – 4 пары кон. передача 2 пары задний ход I диап. – 5 пар II диап. – 7 пар	передний ход I и II д. – 7 пар III и IV д. – 5 пар кон. передача 2 пары задний ход I диап. – 6 пар II диап. – 8 пар	передний ход I и II д. – 7 пар III и IV д. – 5 пар кон. передача 2 пары задний ход I диап. – 6 пар II диап. – 7 пар	передний ход I д.–КПП – 5 пар II,III,IV д. – КПП– 3 пары с ходоменьш. I д.–КПП – 7 пар II –КПП– 5 пар кон. передача 4 пары задний ход без ходоменьш. I и II диап. – 4 пары с ходоменьш. I и II диап. – 6 пар
Число $\beta$ конических пар шестерен в зацеплении (главная пара)	1	1	1	1	1	1	1	1

Технические характеристики колесных тракторов «Беларус 320», «Беларус 2022», «Беларус 80.1/80.2», «Беларус 900/920»

Показатель	Марка тракторов															
	«Беларус 320»				«Беларус 2022»			«Беларус 80.1/80.2»			«Беларус 900/920»					
Передаточное число трансмиссии по передачам	Основные скорости	передний ход	I	1	157,3	I диапазон			Передачи	Без редуктора	С редуктором	Передача	Редуктор коробки	Понижающий редуктор	Трансмиссии	
				2	117,7	1– 385,9	1	241,9								330,0
				3	88,0	2– 290,4	2	142,0	187,5	I	Н	87,5				
				4	64,1	3– 223,3	3	83,5	110,2				II	Н	115,7	
		II		1	46,4	4– 173,4	4	68,0	90,0	2	I	В				51,4
				2	34,7	5– 134,9	5	57,4	75,8				II	Н	30,2	
				3	25,9	6– 104,0	6	49,0	64,8		I	Н				39,9
				4	18,9	II диапазон	7	39,9	52,7				II	В	70,7	
	Замедленные скорости	задний ход		1	87,1	7– 199,8	8	33,7	44,5	3	I	В				43,4
				2	65,2	8– 150,4	9	18,1	23,9				II	Н	57,4	
				3	48,8	9– 115,6	III диапазон	Задний ход	I		В	25,5				
				4	35,5	10– 89,8							II	Н	33,7	
		передний ход	I		1	467,4				11– 69,9						4
					2	349,8				12– 59,04			I	В	18,1	
				3	261,6	13– 129,4	II	Н	70,7							
				4	190,6	14– 97,4				II	Н	93,5				
II		1	137,8	15– 74,9	Задний ход	II	Н	41,6								
		2	103,2	16– 58,4												
		3	77,2	17– 45,3												
		4	56,2													

Продолжение табл. 1.2

Показатель	Марка тракторов										
	«Беларус 320»				«Беларус 2022»	«Беларус 80.1/80.2»	«Беларус 900/920»				
	задний ход	1	258,9	18 – 34,9					В	54,9	
		2	193,9	<u>IV диапазон</u>							
		3	144,9	19 – 67,0							
		4	105,6	20 – 50,4							
											21 – 38,8
											22 – 30,1
											23 – 23,5
											24 – 18,1
											Задний ход
											<u>I диапазон</u>
											1 – 274,9
											2 – 206,9
											3 – 159,0
											4 – 123,6
											5 – 96,2
											6 – 74,2
											<u>II диапазон</u>
											7 – 142,4
											8 – 107,2
				9 – 82,4							

27

Продолжение табл. 1.2

Показатель	Марка тракторов																				
	«Беларус 320»				«Беларус 2022»	«Беларус 80.1/80.2»			«Беларус 900/920»												
Расчетные скорости движения (без буксования, при номинальной мощности и частоте вращения коленчатого вала) по передачам, км/ч	Основные скорости	передний ход	I	1	3,02	<u>I диапазон</u>	Передачи	Безредукт.	Средуктором	Передача	Редуктор коробки	Понижающий редуктор	Скорость движения								
				2	4,03	10 – 63,9															
				3	5,40	11 – 49,8															
				4	7,41	12 – 38,4															
				1	10,24	<u>I диапазон</u>															
				2	13,68	1 – 1,79															
				3	18,29	2 – 2,38															
				4	25,11	3 – 3,10															
			II	1	10,24	4 – 3,99															
				2	13,68	4 – 3,99															
				3	18,29	5 – 5,13															
				4	25,11	6 – 6,63															
														<u>II диапазон</u>	6	12,67	9,59	2	I	В	10,16

28

Показатель	Марка тракторов												
	«Беларус 320»				«Беларус 2022»	«Беларус 80.1/80.2»			«Беларус 900/920»				
Замедленные скорости	задний ход		1	5,45	7 – 3,47	7	15,50	11,78			Н	7,68	
			2	7,28	8 – 4,60	8	18,45	13,95			П	В	17,30
			3	9,74	9 – 5,99	9	34,31	25,95				Н	13,08
			4	13,37	10 – 7,71	Задний ход					3	I	В
	1	1,02	11 – 9,91	I	5,40	4,09	Н	9,10					
	передний ход	I	2	1,36	12 – 12,85	II	9,22	6,97	4	II	В	20,48	
			3	1,82	<u>III диапазон</u>						Н	15,49	
			4	2,49	13 – 5,35				II	В	38,10		
			1	3,45	14 – 7,10					Н	28,81		
			II	2	4,60	15 – 9,25				Задний ход			
				3	6,16	16 – 11,90				I редуктор			

Показатель	Марка тракторов														
	«Беларус 320»				«Беларус 2022»	«Беларус 80.1/80.2»			«Беларус 900/920»						
	задний ход		4	8,45	17 – 15,30							В	7,39		
			1	1,18	18 – 19,83							Н	5,56		
			2	2,45	<u>IV диапазон</u>							II редуктор			
			3	3,28	19 – 10,33							В	12,58		
	4	4,50	20 – 13,73	Н	9,51										
						21 – 17,85									
						22 – 22,98									
						23 – 29,53									
						24 – 38,30									
						<b>Задний ход</b>									
						<u>I диапазон</u>									
						1 – 2,51									
						2 – 3,34									
						3 – 4,35									
						4 – 5,60									
						5 – 7,20									
6 – 9,34															
<u>II диапазон</u>															
1 – 4,86															
2 – 6,46															
3 – 8,40															
4 – 10,82															
5 – 13,90															
6 – 18,03															

Показатель	Марка тракторов										
	«Беларус 320»				«Беларус 2022»	«Беларус 80.1/80.2»	«Беларус 900/920»				
Сила тяги (расчетная при номинальной мощности двигателя) по передачам, кН	Основные скорости	Передний ход	I	1	6,5	<u>I диапазон</u> 1 – 32,4 2 – 32,4 3 – 32,4 4 – 32,4	1 – 14,0 2 – 14,0 3 – 14,0  4 – 14,0 5 – 11,5 6 – 9,5 7 – 7,5 8 – 6,0 9 – 3,0	Передача	Редуктор коробки	Понижающий редуктор	Сила тяги
				2	6,5						
			3	6,5							
			4	5,9							
		II	1	3,1	5 – 32,4	1		I	B	15,0	
			2	2,9	6 – 32,4						
			3	1,1	7 – 32,4						
			4	0,4	8 – 32,4						
	Замедленные скорости	Передний ход	I	1	6,5	8 – 32,4	2	I	B	15,0	
				2	6,5	9 – 32,4					
			3	6,5	10 – 32,4						
			4	6,5	11 – 23,9						
		II	1	6,5	12 – 22,3	3	II	B	8,5		
			2	6,5	<u>III диапазон</u> 13 – 32,4						
			3	6,2	14 – 32,4						
			4	4,1	15 – 32,4						
			16 – 32,4								
			17 – 26,7								
			18 – 19,4								
			<u>IV диапазон</u> 19 – 32,4								
			20 – 30,3								
			21 – 22,2								
			22 – 16,1								
			23 – 11,5								
			24 – 7,7								

Технические характеристики колесных тракторов «Беларус 1025», «Беларус 1221/1222», «Беларус 1522/1523», «Беларус 2522/2822»

Показатель	Марка тракторов			
	«Беларус 1025»	«Беларус 1221/1222»	«Беларус 1522/1523»	«Беларус 2522/2822»
Передаточное число трансмиссии по передачам	<u>I диапазон</u>	<u>I диапазон</u>	<u>I диапазон</u>	<u>I диапазон</u>
	1 – 282,1	1 – 364,6	1 – 380,1	без х/у   с х/у
	2 – 229,7	2 – 260,5	2 – 271,3	1 – 335,2   1795,9
	3 – 188,8	3 – 189,6	3 – 197,6	2 – 276,1   1479
	4 – 156,2	4 – 138,5	4 – 144,4	3 – 223,9   1199,4
	<u>II диапазон</u>	<u>II диапазон</u>	<u>II диапазон</u>	4 – 184,4   987,8
	5 – 124,5	5 – 160,9	5 – 175,1	5 – 150,7   807,5
	6 – 101,4	6 – 114,8	6 – 125,0	6 – 124,1   665,0
	7 – 83,3	7 – 83,6	7 – 91,0	<u>III диапазон</u>
	8 – 68,9	8 – 61,1	8 – 66,5	без х/у   с х/у
	<u>III диапазон</u>	<u>III диапазон</u>	<u>III диапазон</u>	7 – 139,7   748,3
	9 – 74,3	9 – 95,9	9 – 115,9	8 – 115,0   616,2
	10 – 60,4	10 – 68,5	10 – 82,8	9 – 93,3   499,7
	11 – 49,1	11 – 49,9	11 – 60,3	10 – 76,8   411,6
	12 – 41,1	12 – 36,4	12 – 44,0	11 – 62,8   336,4
	<u>IV диапазон</u>	<u>IV диапазон</u>	<u>IV диапазон</u>	12 – 51,7   277,1
	13 – 32,8	13 – 42,3	13 – 53,4	<u>IV диапазон</u>
	14 – 26,7	14 – 30,2	14 – 38,1	13 – 104,5
	15 – 21,9	15 – 22,0	15 – 27,8	14 – 86,1
	16 – 18,1	16 – 16,1	16 – 20,3	15 – 69,8
<b>Задний ход</b>	<b>Задний ход</b>	<b>Задний ход</b>	16 – 57,5	
<u>I диапазон</u>	<u>I диапазон</u>	<u>I диапазон</u>	17 – 47,0	
1 – 158,5	1 – 204,7	1 – 241,9	18 – 38,7	

Продолжение табл. 1.2

Показатель	Марка тракторов			
	«Беларус 1025»	«Беларус 1221/1222»	«Беларус 1522/1523»	«Беларус 2522/2822»
	2 – 128,9	2 – 146,1	2 – 172,6	<u>IV диапазон</u>
	3 – 106,0	3 – 106,4	3 – 125,7	19 – 51,8
	4 – 87,7	4 – 77,7	4 – 91,8	20 – 42,7
	<u>II диапазон</u>	<u>II диапазон</u>	<u>II диапазон</u>	21 – 34,6
	5 – 69,9	1 – 88,2	5 – 111,5	22 – 28,5
	6 – 56,9	2 – 62,9	6 – 79,6	23 – 23,3
	7 – 46,8	3 – 45,8	7 – 57,9	24 – 19,2
	8 – 38,7	4 – 33,5	8 – 42,3	<u>Задний ход</u>
				<u>I диапазон</u>
				1 – 304,7
				2 – 250,9
				3 – 203,5
				4 – 167,6
				5 – 137,0
				6 – 112,8
				С ходоуменьшителем
				<u>I диапазон</u>
				1 – 1757,0
				2 – 1447,0
				3 – 1173,5
				4 – 966,4
				5 – 790,0
				6 – 650,6
				<u>II диапазон</u>
				7 – 105,8
				8 – 87,1
				9 – 70,7
				10 – 58,2
				11 – 47,6
				12 – 39,2

33

Продолжение табл. 1.2

Показатель	Марка тракторов			
	«Беларус 1025»	«Беларус 1221/1222»	«Беларус 1522/1523»	«Беларус 2522/2822»
Расчетные скорости движения (без буксования, при номинальной мощности и частоте вращения коленчатого вала) по передачам, км/ч	<u>I диапазон</u>	<u>I диапазон</u>	<u>I диапазон</u>	<u>I диапазон</u>
	1 – 2,29	1 – 1,80	1 – 1,74	без x/y
	2 – 2,82	2 – 2,52	2 – 2,44	1 – 2,14
	3 – 3,43	3 – 3,46	3 – 3,35	2 – 2,60
	4 – 4,14	4 – 4,74	4 – 4,58	3 – 3,21
	<u>II диапазон</u>	<u>II диапазон</u>	<u>II диапазон</u>	4 – 3,89
	5 – 5,20	5 – 4,08	5 – 3,77	5 – 4,76
	6 – 6,36	6 – 5,72	6 – 5,29	6 – 5,79
	7 – 7,76	7 – 7,85	7 – 7,26	
	8 – 9,39	8 – 10,74	8 – 9,94	<u>II диапазон</u>
	<u>III диапазон</u>	<u>III диапазон</u>	<u>III диапазон</u>	без x/y
	9 – 8,71	9 – 6,84	9 – 5,70	7 – 5,14
	10 – 10,70	10 – 9,58	10 – 7,99	8 – 6,24
	11 – 13,01	11 – 13,16	11 – 10,97	9 – 7,70
	12 – 15,74	12 – 18,00	12 – 15,01	10 – 9,35
	<u>IV диапазон</u>	<u>IV диапазон</u>	<u>IV диапазон</u>	11 – 11,43
	13 – 19,75	13 – 15,30	13 – 12,37	12 – 13,88
	14 – 24,26	14 – 21,72	14 – 17,34	<u>III диапазон</u>
	15 – 29,50	15 – 29,82	15 – 23,80	13 – 6,87
16 – 35,67	16 – 40,81	16 – 32,58	14 – 8,34	
<u>Задний ход</u>	<u>Задний ход</u>	<u>Задний ход</u>	15 – 10,28	
<u>I диапазон</u>	<u>I диапазон</u>	<u>I диапазон</u>	16 – 12,49	
1 – 4,08	1 – 3,21	1 – 2,73	17 – 15,27	
2 – 5,01	2 – 4,49	2 – 3,83	18 – 18,55	
			<u>Задний ход</u>	
3 – 6,10	3 – 6,16	3 – 5,26	<u>I диапазон</u>	
4 – 7,38	4 – 8,44	4 – 7,20	1 – 2,35	
			<u>II диапазон</u>	
			7 – 6,78	

34

Продолжение табл. 1.2

Показатель	Марка тракторов			
	«Беларус 1025»	«Беларус 1221/1222»	«Беларус 1522/1523»	«Беларус 2522/2822»
	<u>II диапазон</u> 1 – 9,25 2 – 11,36 3 – 13,82 4 – 16,72	<u>II диапазон</u> 1 – 7,44 2 – 10,42 3 – 14,31 4 – 19,59	<u>II диапазон</u> 1 – 5,93 2 – 8,31 3 – 11,41 4 – 15,61	2 – 2,86 3 – 3,52 4 – 4,28 5 – 5,24 6 – 6,36 С ходоуменьш. 1 – 0,41 2 – 0,49 3 – 0,61 4 – 0,74 5 – 0,90 6 – 1,10
				8 – 8,24 9 – 10,16 10 – 12,34 11 – 15,09 12 – 18,32 1 – 1,18 2 – 1,43 3 – 1,76 4 – 2,14 5 – 2,61 6 – 3,18
Сила тяги (расчетная при номинальной мощности двигателя) по передачам, кН	<u>I диапазон</u> 1 – 15,5 2 – 15,5 3 – 15,5 4 – 15,5 <u>II диапазон</u> 5 – 15,5 6 – 15,5 7 – 15,5 8 – 15,5 <u>III диапазон</u> 9 – 15,5 10 – 15,5 11 – 12,7	<u>I диапазон</u> 1 – 26,5 2 – 26,5 3 – 26,5 4 – 26,5 <u>II диапазон</u> 5 – 26,5 6 – 26,5 7 – 26,5 8 – 22,8 <u>III диапазон</u> 9 – 26,5 10 – 26,5 11 – 18,0	<u>I диапазон</u> 1 – 30,6 2 – 30,6 3 – 30,6 4 – 30,6 <u>II диапазон</u> 5 – 30,6 6 – 30,6 7 – 30,6 8 – 28,2 <u>III диапазон</u> 9 – 30,6 10 – 30,6 11 – 25,3	без х/у 1 – 51,4 2 – 51,4 3 – 51,4 4 – 51,4 5 – 51,4 6 – 51,4 <u>II диапазон</u> 7 – 51,4 8 – 51,4 9 – 51,4 10 – 51,4 11 – 40,3 12 – 31,4

35

Окончание табл. 1.2

Показатель	Марка тракторов			
	«Беларус 1025»	«Беларус 1221/1222»	«Беларус 1522/1523»	«Беларус 2522/2822»
	12 – 10,1	12 – 12,00	12 – 17,0	<u>III диапазон</u>
	<u>IV диапазон</u> 13 – 7,3 14 – 5,3 15 – 3,7 16 – 2,5	<u>IV диапазон</u> 13 – 14,6 14 – 12,8 15 – 5,7 16 – 3,1	<u>IV диапазон</u> 13 – 21,7 14 – 14,1 15 – 8,9 16 – 5,1	13 – 51,4 14 – 51,4 15 – 45,8 16 – 36,0 17 – 27,6 18 – 21,0 <u>IV диапазон</u> 19 – 31,4 20 – 24,2 21 – 17,7 22 – 12,8 23 – 8,6 24 – 5,4

36

- Примечание: 1. Масса воды или раствора, заливаемого при балластировке, дана в расчете на одно колесо трактора.  
2. Вода в шины заливается только при температуре воздуха выше 0 °С, при температуре ниже 0 °С в воду добавляют CaCl<sub>2</sub> из расчета на один литр воды: 200 г при t = -15 °С, 300 г при t = -25 °С, 435 г при t = -35 °С.  
3. \* для трактора «Беларус 1522» передний мост конструкции МТЗ.  
4. \*\*\* для трактора «Беларус 80.1».  
5. Для трактора «Беларус 900/920 В» – понижающий редуктор включен, Н – выключен.

Для расчета КПД таких трансмиссий принимают, что основные потери имеют место в зацеплении каждой зубчатой пары. Учитывая КПД планетарного редуктора (табл. 1.3), механический КПД трансмиссии колесного трактора равен:

$$\eta_{\text{МГ}}^{\text{к}} = \eta_{\text{цил}}^{\alpha} \cdot \eta_{\text{кон}}^{\beta} \cdot \eta_{\text{пл}}^n \quad (1.23)$$

КПД гусеничного трактора с механической коробкой перемены передач:

$$\eta_{\text{МГ}}^{\text{гус}} = \eta_{\text{цил}}^{\alpha} \cdot \eta_{\text{кон}}^{\beta} \cdot \eta_{\text{гус}} \quad (1.24)$$

КПД тракторов и самоходных машин, в трансмиссии которых наряду с механическими передачами встроены гидропривод (гидродинамические или гидрообъемные передачи), рассчитываются по формуле:

$$\eta_{\text{МГ}} = \eta_{\text{мех}} \cdot \eta_{\text{ГП}} \quad (1.25)$$

где  $\eta_{\text{цил}}$ ,  $\eta_{\text{кон}}$ ,  $\eta_{\text{пл}}$  – КПД одной пары цилиндрических и конических зубчатых и планетарного редуктора колес трансмиссии трактора;

$\alpha$ ,  $\beta$ ,  $n$  – соответственно количество пар цилиндрических и конических зубчатых колес, находящихся в зацеплении на данной передаче, и количество бортовых редукторов;

$\eta_{\text{гус}}$  – КПД гусеничного обвода (ориентировочно в расчетах принимается  $\eta_{\text{гус}} = 0,95-0,97$ );

$\eta_{\text{мех}}$  – общий КПД механической части трансмиссии;

$\eta_{\text{ГП}}$  – КПД гидравлической части трансмиссии.

Таблица 1.3

Значения КПД для различных передач

Тип передачи	Механический КПД	Тип передачи	Механический КПД
Клиноременная	0,90–0,98	Зубчатая (одна пара шестерен): цилиндрическая коническая Гидротрансформатор*	0,98–0,99 0,97–0,98 0,85–0,90
Цепная	0,70–0,80		
Червячная	0,83–0,87		
Объемный гидропривод	0,78–0,80		
Планетарный редуктор	0,95–0,97		

\* При оптимальном нагрузочном и скоростном режиме работы

Таблица 1.4

Значения коэффициента радиальной деформации пневматических шин

Тип опорного основания	Значение коэффициента $k_{\text{ш}}$
Твердый грунт	0,70
Стерня (залежь)	0,75
Вспаханное поле	0,80

Таблица 1.5

Значения коэффициентов сцепления  $\mu$  и сопротивления качению  $f_{\text{T}}$  в различных условиях движения

Условия движения	Колесные тракторы		Гусеничные тракторы	
	$\mu$	$f_{\text{T}}$	$\mu$	$f_{\text{T}}$
Шоссейная дорога: цементно-бетонное или асфальто-бетонное покрытие	0,7–0,8	0,018–0,022	1,0	–
			1,0	–
			–	–
Щебенчатое или гравийное покрытие	0,7–0,8	0,030–0,040	1,0	–
			1,0	–
			–	–
Булыжное покрытие	0,6–0,7	0,035–0,045	–	–
			–	–
			–	–
Сухая укатанная дорога: глинистый грунт	0,8–0,9	0,03–0,05	1,0	0,05–0,07
			0,9–1,0	0,05–0,07
			0,9	0,05–0,07
Песчаный грунт	0,7–0,8	0,03–0,05	0,9	0,05–0,07
			0,9	0,05–0,07
Чернозем	0,6–0,7	0,03–0,05	0,9	0,05–0,07
Снежная укатанная дорога	0,3	0,03–0,05	1,0	0,06–0,07

Окончание табл. 1.5

Условия движения	Колесные тракторы		Гусеничные тракторы	
	$\mu$	$f_T$	$\mu$	$f_T$
Целина, залежь, плотная дернина, сильно уплотненная стерня (суглинок)	0,8–0,9	0,03–0,06	1,0	0,05–0,07
Стерня нормальной влажности	0,7–0,8	0,06–0,08	0,9–1,0	0,07–0,09
Влажная стерня	0,6–0,7	0,08–0,10	0,9	0,08–0,11
Слежавшаяся пашня	0,5–0,6	0,10–0,12	0,7	0,07–0,08
Подготовленное под посев поле, вспаханное поле (суглинок) чистый пар, свежееубранное из-под картофеля поле	0,5–0,7	0,16–0,20	0,6–0,7	0,10–0,12
Свежевспаханное поле (супесь)	0,4–0,5	0,18–0,22	0,6	0,12–0,14
Влажный луг: скошенный	0,7	0,8	0,8	0,09
нескошенный	0,5–0,6	0,10	0,6–0,7	0,11
Песок: влажный	0,4	0,08–0,10	0,5	–
сухой	0,3	0,15–0,20	0,4	0,10–0,12
Глубокая грязь	0,1	–	0,03–0,05	0,10–0,25
Глубокий снег	–	0,24–0,28	–	0,09–0,12
Торфяно-болотная осушенная целина	–	–	0,4–0,6	0,11–0,14

Радиус  $r_K$  для гусеничных тракторов равен радиусу начальной окружности  $r_0$  ведущих зубчатых звездочек.

Для колесных тракторов на пневматических шинах силовой радиус подсчитывается по формуле:

$$r_K^c = r_0 + k_{ш} h_{ш}, \quad (1.26)$$

где  $r_0$  – радиус посадочной окружности стального обода (табл. 1.2);

$h_{ш}$  – высота профиля шины (табл. 1.2);

$k_{ш}$  – коэффициент радиальной деформации шины (табл. 1.4).

Для тракторов Беларусь с основной комплектацией шин силовой радиус принимается равным  $r_K^c$  (табл. 1.2).

При недостаточном сцеплении движителей трактора ( $P_{K_H} > F_{c_H}$ ) пределом движущей силы является номинальная (допустимая) сила сцепления трактора с почвой, т. е.  $P_{дв} = F_{c_H}$ .

Сила сцепления  $F_{c_H}$  (кН) для гусеничных и колесных со всеми ведущими колесами тракторов определяется по формуле:

$$F_{c_H} = G_{сц} \mu, \quad (1.27)$$

где  $G_{сц}$  – сцепной вес трактора, кН;

$\mu$  – коэффициент сцепления движителей с почвой (табл. 1.5).

Сцепной вес  $G_{сц}$  (кН) при работе трактора на участке с уклоном:

$$G_{сц} = G \cos \alpha, \quad (1.28)$$

где  $G$  – эксплуатационный вес трактора, кН;

$\alpha$  – угол уклона местности, град.

Для колесных тракторов с одной ведущей осью:

$$F_{c_H} = \frac{\mu G(L-a) \cos \alpha}{L - \mu r_K}, \quad (1.29)$$

где  $L$  – продольная база трактора (расстояние между осями колес, табл. 1.2), м;

$a$  – расстояние от центра тяжести трактора до вертикальной плоскости, проходящей через геометрическую ось качения ведущих колес (табл. 1.2), м (для тракторов с задними ведущими колесами).

**Тяговый баланс агрегата.** Соотношение между движущей силой и силами сопротивления при установившемся движении определяется из уравнения тягового баланса (без учета сопротивления воздуха):

$$P_{\text{дв}} = P_f \pm P_\alpha + P_T. \quad (1.30)$$

Сопротивление  $P_f$  (кН) качению трактора:

$$P_f = Gf_T, \quad (1.31)$$

где  $G$  – эксплуатационный вес трактора (табл. 1.2), кН;

$f_T$  – коэффициент сопротивления качению трактора (табл. 1.5).

Сопротивление  $P_\alpha$  движению трактора на местности с углом склона  $\alpha$  (сопротивление подъему) определяется по выражению:

$$P_\alpha = \pm G \sin \alpha \approx \pm Gi/100, \quad (1.32)$$

где  $i$  – уклон местности, %.

Знак «+» в формуле 1.32 принимают при движении трактора на подъем, знак «-» — при движении на спуск.

Если двигатель работает при номинальном режиме в условиях недостаточного сцепления, имеет место недоиспользование касательной силы тяги  $P_{i.\bar{n}}$  (кН), которая не может быть реализована движителями трактора:

$$P_{\text{н.с.}} = P_{\text{кн}} - F_{\text{сн}}. \quad (1.33)$$

При работе агрегатов, если  $R_a$  значительно меньше  $P_{T_n}$ , часть касательной силы тяги не используется. Сила  $P_{\text{н.з}}$  (кН), не используемая по условиям загрузки трактора, по тяговому усилию, равна:

$$P_{\text{н.з.}} = P_{T_n}^\alpha - R_a, \quad (1.34)$$

где  $P_{T_n}^\alpha$  – номинальное тяговое усилие трактора при движении на заданной передаче, кН;

$R_a$  – сопротивление рабочих машин агрегата, кН.

**Сила тяги трактора.** Из уравнения тягового баланса 1.30 видно, что номинальная сила тяги трактора будет равна: при достаточном сцеплении:

$$P_{T_n}^\alpha = P_{\text{кн}} - P_f \pm P_\alpha; \quad (1.35)$$

при недостаточном сцеплении:

$$P_{T_n}^\alpha = F_{\text{сн}} - P_f \pm P_\alpha. \quad (1.36)$$

При работе тягово-приводного агрегата часть мощности двигателя затрачивается на привод механизмов от ВОМ и в создании касательной силы тяги не используется. Номинальное тяговое усилие трактора при достаточном сцеплении в этом случае равно:

$$P_{T_n}'^\alpha = P_{\text{кн}}' - P_f \pm P_\alpha, \quad (1.37)$$

где  $P_{\text{кн}}'$  рассчитывается по формуле 1.22.

При недостаточном сцеплении  $P_{\text{кн}}' > F_{\text{сн}}$  расчет проводится по формуле 1.36.

**Скорость движения трактора.** Одной из важнейших энергетических характеристик МТА является рабочая скорость  $v_p$ , которую в общем случае можно подсчитать по уравнению:

$$v_p = v_T \left(1 - \frac{\delta}{100}\right) \frac{n}{n_H}, \quad (1.38)$$

где  $v_T$  – теоретическая (расчетная) скорость движения трактора, соответствующая частоте вращения коленчатого вала двигателя  $n_H$ ;

$\delta$  – буксование движителей трактора, % (принимается по тяговым характеристикам трактора — табл. 1.6–1.16);

$n$  – действительная частота вращения коленчатого вала двигателя,  $c^{-1}$ , определяемая по формуле:

$$n = n_H + (n_{xx} - n_H) \frac{P_{H.c} + P_{H.з.}}{P_{KH}}. \quad (1.39)$$

При расчетах следует учитывать, что буксование  $\delta$  движителей трактора не должно превышать допустимого значения  $\delta_{доп}$  ( $\delta \leq \delta_{доп}$ ). По ГОСТ 7057-81 допустимое буксование для гусеничных тракторов составляет 7 %, колесных – 15 %.

Теоретическая скорость  $v_T$  (м/с) движения трактора равна:

$$v_T = \frac{6,28 n_H r_K}{i_T}, \quad (1.40)$$

где  $n_H$  – измеряется в  $c^{-1}$ ,  $r_K$  – в м;

$i_T$  – передаточное число трансмиссии на данной передаче.

**Мощностной баланс агрегата.** Мощность двигателя трактора или самоходной машины идет как на совершение полезной работы, так и на преодоление внешних и внутренних сил сопротивления перемещению МТА по рабочему участку. О распределении эффективной мощности  $N_e$  судят по балансу мощности при работе трактора или самоходной машины (установившийся режим):

$$N_e = N_T + N_{e_{вoм}} + N_f \pm N_\alpha + N_\delta + N_M, \quad (1.41)$$

где  $N_{e_{вoм}}$  – мощность, затрачиваемая двигателем на привод механизмов рабочих машин, кВт;

$N_T = R_a v_p$  – затраты мощности на тягу машины, агрегата, кВт;

$R_a$  – сопротивление агрегата, кН;

$N_f = P_f v_p$  – затраты мощности на качение трактора, кВт;

$N_\alpha = \pm P_\alpha v_p$  – затраты мощности на преодоление подъема (знак «плюс»), мощность при движении на спуске (знак «минус»);

$N_\delta = P_{дв}(v_T - v_p)$  или  $N_\delta = N_e \eta_{MG} \frac{\delta}{100}$  – затраты мощности на буксование, кВт;

$N_M = N_e (1 - \eta_{MG})$  – потери мощности в трансмиссии трактора и на ведущих участках гусениц.

В формулах размерность сил дана в кН, скорость – в м/с.

**Тяговая характеристика трактора.** Эксплуатационными характеристиками трактора являются тяговая мощность  $N_T$ , рабочая скорость  $v_p$ , часовой  $G_T$  и удельный  $g_T$  расходы топлива, буксование движителей  $\delta$ . Изменение эксплуатационных характеристик по передачам трактора, в зависимости от загрузки его силой тяги  $P_T$ , при установившемся режиме работы на горизонтальном участке, представляется тяговой характеристикой. Тяговые характеристики строятся по экспериментальным данным полевых испытаний тракторов на следующих основных фонах (ГОСТ 7057-81): а) асфальтобетонном (для колесных) или глинистом (для гусеничных) треке; б) стерне колосовых культур; в) поле, подготовленном под посев.

Тяговые характеристики тракторов представляют в виде таблиц (табл. 1.6–1.16) или в графическом виде (рис. 1.5).

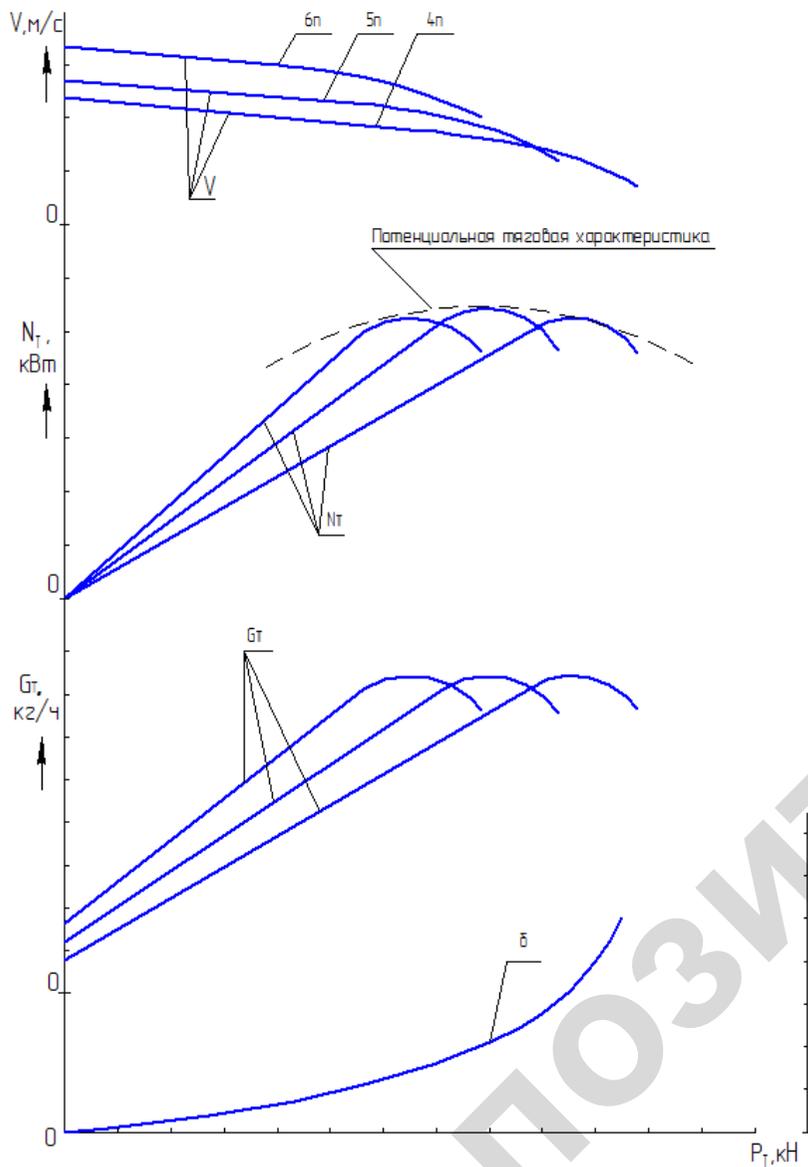


Рис. 1.5. Типовая тяговая характеристика трактора

Тяговая характеристика отражает следующие основные режимы работы трактора:

движение без нагрузки на крюке, что соответствует  $P_T = 0$ ;

номинальный режим под нагрузкой, что соответствует  $P_{Tн}$  и  $N_{T_{max}}$ ;

движение с максимально допустимой по условиям загрузки или сцепления тяговой нагрузкой  $P_{T_{max}}$ .

Показатели, характеризующие тяговые возможности и режимы работы трактора, связаны между собой следующими отношениями. Тяговая мощность:

$$N_T = P_T v_p, \quad (1.42)$$

где единицы измерения  $P_T$  – кВт,  $v_p$  – м/с;  $N_T$  – кВт;

$$g_T = \frac{1000 G_T}{N_T}, \quad (1.43)$$

где единицы измерения  $G_T$  – кг/ч,  $g_T$  – г/кВт·ч.

Взаимосвязь между  $v_p$ ,  $n$  и  $\delta$  определяется уравнением 1.38.

**КПД трактора.** Условия и степень использования мощности трактора характеризует его тяговый КПД:

$$\eta_T = \frac{N_T}{N_e} = \eta_{MГ} \eta_f \eta_\delta, \quad (1.44)$$

где  $\eta_{MГ}$  – механический КПД трансмиссии (формулы 1.23–1.25)

$\eta_f$  – КПД, учитывающий потери на перекачивание трактора;

$$\eta_f = \frac{P_T}{P_K} = \frac{P_T}{P_T + G \left( f_T \pm \frac{i}{100} \right)}, \quad (1.45)$$

где  $P_T$  – тяговое усилие трактора, кН;

$P_k$  – касательная сила тяги, кН;

$G$  – вес трактора, кН;

$f_T$  – коэффициент сопротивления качению трактора;

$\eta_\delta = 1 - \frac{\delta}{100}$  – КПД, учитывающий потери мощности на буксо-

вание;

$\delta$  – буксование движителей, %.

Для тягово-приводных агрегатов определяют общий или полный КПД трактора:

$$\eta_{\text{тр}} = \frac{N_T + N_{\text{в.ом.}}}{N_e}. \quad (1.46)$$

Таблица 1.6

Тяговые показатели трактора «Беларус 320»

Режим эксплуатации	Показатель	Работа на стерне на передачах				Работа на поле, подготовленном под посев на передачах			
		1р 3п	1р 4п	1пр 1п	1пр 2п	1р 3п	1р 4п	1пр 1п	1пр 2п
При $P_T = 0$	$n$ , мин <sup>-1</sup>	3195	3190	3185	3180	3190	3180	3170	3160
	$v_p$ , км/ч	5,75	7,9	10,9	14,5	5,7	7,8	10,8	14,4
	$G_T$ , кг/ч	2,8	2,9	3,0	3,2	3,0	3,2	3,4	3,6
При $N_T = 0,8N_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	10,6	13,0	13,5	14,9	9,4	10,6	11,8	13,9
	$P_T$ , кН	8,15	6,2	4,6	3,8	7,4	5,3	4,1	3,6
	$v_p$ , км/ч	4,7	7,55	10,5	14,2	4,6	7,3	10,5	13,9
	$\delta$ , %	12,0	7,0	5,0	3,0	13,0	9,0	6,0	5,0
	$G_T$ , кг/ч	5,5	5,75	5,9	6,1	5,7	5,8	6,0	6,3
При $N_T = 0,9N_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	12,0	14,7	15,2	16,7	10,6	11,9	13,3	15,7
	$P_T$ , кН	9,7	7,35	5,5	4,5	8,8	6,1	4,75	4,3
	$v_p$ , км/ч	4,45	7,2	10,0	13,5	4,35	7,0	10,1	13,2
	$\delta$ , %	15,0	8,0	6,5	5,0	16,0	11,0	7,5	6,0
	$G_T$ , кг/ч	6,0	6,1	6,2	6,3	6,95	6,2	6,4	6,6
При $N_T = N_{Tmax}$	$N_{Tmax}$ , кВт	13,3	16,3	16,9	18,6	11,8	13,2	14,8	17,4
	$P_{Tн}$ , кН	11,7	8,9	6,6	5,4	10,6	7,5	5,8	4,9
	$v_{рн}$ , км/ч	4,1	6,6	9,2	12,4	4,0	6,35	9,2	12,8
	$\delta$ , %	27,5	14,0	12,0	8,0	29,0	18,0	13,0	8,0
	$G_T$ , кг/ч	6,8	6,9	7,0	6,7	6,7	6,8	6,7	6,8
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	3150	3100	3050	2950	3170	3140	3110	3050
	$P_{Tmax}$ , кН	13,1	9,9	7,4	6,0	11,9	8,4	6,5	5,5
При $P_{Tmax}$	$v_p$ , км/ч	3,0	4,8	7,4	9,9	2,8	4,9	7,1	9,9
	$\delta$ , %	35	22,5	13,0	11,0	40	22,5	17,0	13,0
	$G_T$ , кг/ч	5,9	5,8	5,75	5,9	5,8	5,9	5,75	5,8
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	2610	2560	2490	2430	2640	2570	2510	2490

48

Таблица 1.7

Тяговые показатели трактора «Беларус 80.1»

Режим эксплуатации	Показатель	Работа на стерне на передачах						Работа на поле, подготовленном под посев, на передачах					
		4	5	7р	6	8р	7	3	4	5	7р	6	8р
При $P_T = 0$	$v_p$ , км/ч	9,6	11,4	12,3	13,2	14,6	16,2	4,75	9,5	11,3	12,2	13,1	14,5
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	2370	2367	2365	2360	2357	2360	2358	2355	2350	234,5	2340	2340
	$G_T$ , кг/ч	6,0	6,2	6,3	6,4	6,6	6,8	6,4	6,5	6,7	6,9	7,0	7,1
При $N_T = 0,8N_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	22,8	24,6	25,1	25,6	25,4	24,7	17,5	22,6	22,7	24,9	23,6	22,7
	$P_T$ , кН	10,6	9,7	9,0	8,1	7,2	6,3	9,6	10,0	9,1	8,5	7,6	6,6
	$v_p$ , км/ч	7,75	9,15	10,1	11,5	12,7	14,2	6,55	8,15	9,0	10,6	11,2	12,5
	$\delta$ , %	11,0	10,5	9,5	8,0	7,0	6,5	12,0	11,0	10,0	9,0	8,5	7,5
	$G_T$ , кг/ч	11,7	12,0	12,1	12,2	12,4	12,3	10,7	11,5	12,6	12,4	12,9	12,8
При $N_T = 0,9N_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	25,6	27,6	28,2	28,7	28,6	27,8	19,7	25,4	25,5	25,8	26,5	25,6
	$P_T$ , кН	12,2	11,2	10,3	9,2	8,3	7,2	11,3	11,5	10,5	9,8	8,6	7,5
	$v_p$ , км/ч	7,55	8,85	9,8	11,2	12,4	13,9	6,25	7,95	8,75	9,5	11,1	12,3
	$\delta$ , %	12,5	12,0	11,0	10,0	9,0	7,5	13,4	12,5	11,5	10,0	9,5	8,0
	$G_T$ , кг/ч	12,4	12,7	13,0	13,0	13,1	12,8	11,2	12,3	13,8	13,4	13,3	13,2
При $N_T = N_{Tmax}$	$N_{Tmax}$ , кВт	28,4	30,7	31,0	31,9	31,8	30,8	21,9	28,2	28,3	28,7	29,5	28,4
	$P_{Tн}$ , кН	14,7	13,3	12,2	11,0	9,9	8,4	14,3	14,7	12,2	11,3	10,3	8,8
	$v_{рн}$ , км/ч	6,95	8,3	9,15	10,4	11,6	13,2	5,5	6,9	8,35	9,15	10,3	11,6
	$\delta$ , %	23,0	22,0	19,5	15,5	13,0	11,0	26,5	25,0	23,0	21,0	17,0	14,5
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	2230	2220	2200	2190	2150	2140	2290	2270	2255	2230	2220	2200
	$G_T$ , кг/ч	13,5	14,1	13,9	13,5	13,4	13,4	12,9	14,3	14,9	14,9	14,9	14,6
При $P_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	23,7	28,1	25,4	27,1	23,0	25,8	11,5	17,2	21,7	22,9	23,0	21,9
	$P_{Tmax}$ , кН	19,4	17,6	15,4	14,9	12,6	11,5	16,6	15,8	14,7	13,3	11,9	10,1
	$v_p$ , км/ч	4,4	5,75	5,95	6,55	6,6	8,0	2,5	3,9	5,3	6,2	6,95	7,8
	$\delta$ , %	41,0	28,0	24,0	17,0	12,5	11,0	62,0	44,0	33,0	25,5	18,0	14,0
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	1850	1650	1500	1450	1380	1300	1980	1720	1650	1600	1510	1470
	$G_T$ , кг/ч	13,0	11,2	11,0	11,4	11,0	10,7	14,8	12,2	11,7	10,4	11,3	10,6

49

Тяговые показатели трактора «Беларус 80.2»

Режим эксплуатации	Показатель	Работа на стерне на передачах							Работа на поле, подготовленном, под посев на передачах						
		2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	
При $P_T = 0$	$v_p$ , км/ч	4,55	7,7	9,45	11,2	13,1	16,0	19,0	4,5	7,65	9,340	11,15	13,05	15,95	
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	2350	2345	2340	2335	2330	2325	2320	2345	234,0	2335	2330	2325	2320	
	$G_T$ , кг/ч	4,6	4,8	5,4	5,8	6,2	6,5	6,8	4,8	4,9	5,6	5,9	6,4	6,7	
При $N_T = 0,8N_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	14,7	23,3	25,7	26,7	27,0	27,0	24,8	12,9	20,9	22,9	23,7	23,3	23,2	
	$P_T$ , кН	14,5	12,8	11,0	9,0	7,8	6,3	5,2	13,5	11,8	10,7	8,8	7,35	5,4	
	$v_p$ , км/ч	3,65	6,6	8,4	10,7	12,5	15,4	17,1	3,45	6,35	7,7	9,7	11,4	15,5	
	$\delta$ , %	18,0	12,5	10,5	9,0	7,5	7,0	6,0	15,0	12,5	12,0	10,5	9,0	8,0	
	$G_T$ , кг/ч	7,35	10,5	11,4	11,7	12,0	11,5	13,3	7,9	10,9	11,8	12,5	12,3	12,6	
	$N_T$ , кВт	16,6	26,2	28,9	30,0	30,4	30,4	27,9	14,5	23,5	25,8	26,7	26,2	26,0	
При $N_T = 0,9N_{Tmax}$	$P_T$ , кН	18,0	14,7	12,6	10,6	9,0	7,6	6,10	15,7	14,0	12,3	10,1	8,7	6,5	
	$v_p$ , км/ч	3,3	6,4	8,25	10,2	12,1	14,4	16,5	3,3	6,05	7,55	9,5	10,8	14,5	
	$\delta$ , %	22,5	14,5	12,5	10,0	8,5	7,5	6,5	20,0	15,5	13,5	12,0	10,0	8,5	
	$G_T$ , кг/ч	7,8	11,5	12,5	13,1	13,2	13,8	14,6	8,4	12,3	13,5	14,1	14,3	14,0	
	$N_{Tmax}$ , кВт	18,4	29,1	32,1	33,3	33,8	33,8	31,0	16,1	26,1	28,6	29,6	29,1	28,9	
	$P_{Tmax}$ , кН	21,1	17,9	15,0	13,1	11,5	9,7	7,7	19,6	18,1	15,4	13,7	11,3	9,0	
При $N_T = N_{Tmax}$	$v_{pн}$ , км/ч	3,1	5,85	7,7	9,15	10,6	12,5	14,5	2,95	5,2	6,7	7,8	9,35	11,6	
	$\delta$ , %	29,5	20,5	14,5	12,5	10,5	9,5	7,5	35,0	28,5	19,5	15,5	12,5	10,5	
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	9,3	13,6	14,5	14,1	14,1	13,1	12,8	9,4	14,8	14,3	13,8	13,5	13,0	
	$G_T$ , кг/ч	2300	2230	2220	2180	2120	2000	1920	2315	2210	2020	1920	1910	1890	
	$N_T$ , кВт	14,1	25,8	13,6	28,0	24,5	23,2	25,6	6,4	24,1	25,0	29,4	26,6	24,7	
	$P_{Tmax}$ , кН	24,2	22,0	19,6	15,3	13,8	11,6	8,4	25,5	21,8	18,6	15,8	13,2	10,0	
При $P_{Tmax}$	$v_p$ , км/ч	2,1	4,2	2,5	6,6	6,4	7,2	11,0	0,9	4,0	5,0	6,75	7,3	8,9	
	$\delta$ , %	57,0	33,0	25,0	14,8	13,1	10,9	8,0	74,0	46,0	30,0	20,0	14,0	11,0	
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	2330	1800	1120	1550	1300	1160	1400	2300	1780	1490	1370	1220	1280	
	$G_T$ , кг/ч	10,0	12,2	9,0	10,9	9,7	10,0	10,4	10,8	13,4	11,7	11,4	10,8	10,3	
	$N_T$ , кВт	14,1	25,8	13,6	28,0	24,5	23,2	25,6	6,4	24,1	25,0	29,4	26,6	24,7	
	$P_{Tmax}$ , кН	24,2	22,0	19,6	15,3	13,8	11,6	8,4	25,5	21,8	18,6	15,8	13,2	10,0	

Тяговые показатели тракторов «Беларус 80.1 и 80.2»

Режим эксплуатации	Показатель	Беларус 80.1					Беларус 80.2				
		Работа на торфянике, подготовленном под посев, на передачах					Работа на торфянике, подготовленном под посев, на передачах				
		2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
При $P_T = 0$	$v_p$ , км/ч	4,5	7,5	9,3	11,0	12,8	4,55	7,7	9,4	11,2	12,9
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	$G_T$ , кг/ч	5,5	6,4	7,3	7,8	8,4	5,2	6,0	6,8	7,0	7,6
При $N_T = 0,8N_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	6,4	10,0	12,9	13,5	12,3	8,8	12,4	17,4	17,5	16,2
	$P_T$ , кН	6,6	6,8	6,0	5,0	3,9	8,3	8,2	7,6	6,0	4,9
	$v_p$ , км/ч	3,5	5,3	7,8	9,8	11,4	3,9	5,4	8,25	10,5	11,9
	$\delta$ , %	17,0	14,0	11,0	9,0	5,5	9,0	8,5	7,0	5,5	3,0
	$G_T$ , кг/ч	9,0	9,6	10,0	10,4	11,0	9,6	10,9	11,1	11,3	11,7
	$N_T$ , кВт	7,2	11,2	14,5	15,2	13,8	9,9	13,9	19,6	19,7	18,3
При $N_T = 0,9N_{Tmax}$	$P_T$ , кН	7,9	8,0	7,0	5,8	4,5	9,7	9,9	9,0	7,0	5,8
	$v_p$ , км/ч	3,3	5,0	7,4	9,4	11,0	3,7	5,05	7,85	10,1	11,3
	$\delta$ , %	19,5	20,0	14,5	11,0	8,0	13,5	13,0	9,0	6,0	3,5
	$G_T$ , кг/ч	9,7	10,9	11,0	11,4	12,1	10,8	12,2	12,4	12,7	13,2
	$N_{Tmax}$ , кВт	8,0	12,7	16,1	16,9	15,4	11,0	15,5	21,8	21,9	20,3
	$P_{Tmax}$ , кН	9,9	10,1	8,9	7,1	5,6	12,5	12,0	10,6	9,0	7,2
При $N_T = N_{Tmax}$	$v_{pн}$ , км/ч	2,9	4,6	6,5	8,6	9,9	3,5	4,65	7,4	8,75	10,1
	$\delta$ , %	29,0	27,0	23,0	17,0	10,0	24,0	22,0	13,0	10,0	6,0
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	$G_T$ , кг/ч	10,8	13,4	13,7	13,9	14,2	12,0	13,6	13,8	14,1	14,6
	$N_T$ , кВт	5,9	8,9	11,9	14,4	13,2	9,6	13,6	16,1	19,2	18,4
	$P_{Tmax}$ , кН	12,1	12,7	12,1	9,0	6,7	15,0	14,8	14,7	11,8	8,3
При $P_{Tmax}$	$v_p$ , км/ч	1,75	2,5	3,55	5,8	7,1	2,3	3,3	3,95	5,85	7,95
	$\delta$ , %	55,0	60,0	55,0	26,0	12,0	48,0	42,0	41,0	20,0	8,0
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	$G_T$ , кг/ч	12,5	12,3	12,4	12,7	12,8	13,8	13,6	13,1	13,4	13,5
	$N_T$ , кВт	5,9	8,9	11,9	14,4	13,2	9,6	13,6	16,1	19,2	18,4
	$P_{Tmax}$ , кН	12,1	12,7	12,1	9,0	6,7	15,0	14,8	14,7	11,8	8,3

Таблица 1.10

Тяговые показатели трактора «Беларус 922»

Режим эксплуатации	Показатель	Работа на стерне на передачах				Работа на поле, подготовленном под посев			
		2п 1н	3р 1н	2р 1в	3п 1в	2п 1н	3р 1н	2р 1в	3п 1в
При $P_T = 0$	$n$ , мин <sup>-1</sup>	1990	1985	1980	1975	1980	1975	1970	1965
	$v_p$ , км/ч	8,4	9,9	11,2	13,2	8,35	9,8	11,1	13,1
	$G_T$ , кг/ч	5,6	5,8	6,0	6,2	5,8	6,0	6,2	6,4
При $N_T = 0,8N_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	27,6	29,4	29,6	29,0	23,1	25,0	26,6	26,3
	$P_T$ , кН	13,6	12,1	10,6	8,45	12,6	10,6	9,7	7,7
	$v_p$ , км/ч	7,3	8,7	10,2	12,3	6,6	8,45	9,8	12,3
	$\delta$ , %	13,0	12,0	10,0	8,0	16,0	12,5	11,0	9,0
	$G_T$ , кг/ч	11,1	11,6	11,9	12,2	11,9	12,3	12,8	13,2
При $N_T = 0,9N_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	31,0	33,0	33,3	32,6	26,0	28,1	30,0	29,6
	$P_T$ , кН	16,0	14,2	12,2	9,9	14,9	12,4	11,4	9,0
	$v_p$ , км/ч	7,0	8,4	9,8	11,8	6,3	8,15	9,45	11,8
	$\delta$ , %	17,0	15,5	12,0	10,0	18,0	15,0	12,5	11,0
	$G_T$ , кг/ч	12,2	11,4	10,4	13,4	12,8	13,0	13,4	13,9
При $N_T = N_{Tmax}$	$N_{Tmax}$ , кВт	34,5	36,7	37,0	36,2	28,9	31,2	33,2	32,9
	$P_{Tн}$ , кН	19,4	17,2	14,8	12,0	18,1	15,2	13,9	11,3
	$v_{pн}$ , км/ч	6,4	7,7	9,0	10,9	5,75	7,4	8,6	10,5
	$\delta$ , %	19,5	16,0	13,0	10,0	26,5	19,0	16,0	12,0
	$G_T$ , кг/ч	13,6	14,7	14,5	14,5	14,3	14,6	14,7	14,9
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	1860	1830	1815	1805	1840	1830	1810	1790
При $P_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	24,8	28,1	31,2	30,6	19,1	23,3	27,1	26,0
	$P_{Tmax}$ , кН	22,3	19,8	17,0	13,8	20,8	17,5	16,0	13,0
	$v_p$ , км/ч	4,0	5,1	6,6	8,0	3,3	4,8	6,1	7,2
	$\delta$ , %	33,0	26,0	16,0	13,0	43,0	30,0	22,0	17,0
	$G_T$ , кг/ч	11,6	12,4	12,6	12,8	12,4	12,6	12,8	13,0
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	1410	1390	1385	1380	1390	1380	1370	1360

52

Таблица 1.11

Тяговые показатели трактора «Беларус 1025»

Режим эксплуатации	Показатель	Работа на стерне на передачах				Работа на поле, подготовленном под посев			
		Пд 7п	Пд 8п	Шд 10п	Шд 11п	Пд 7п	Пд 8п	Шд 10п	Шд 11п
При $P_T = 0$	$n$ , мин <sup>-1</sup>	2300	2295	2290	2285	2290	2285	2280	2275
	$v_p$ , км/ч	8,0	9,7	11,1	13,5	7,9	9,6	11,0	13,4
	$G_T$ , кг/ч	6,7	6,9	7,1	7,3	6,9	7,2	7,4	7,6
При $N_T = 0,8N_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	33,0	37,4	37,0	25,6	28,0	30,4	30,2	28,1
	$P_T$ , кН	19,4	15,4	13,1	10,2	15,0	12,8	10,6	7,8
	$v_p$ , км/ч	6,2	8,8	10,2	12,65	6,7	8,6	10,3	13,1
	$\delta$ , %	12,5	10,0	7,5	6,0	13,5	11,0	8,0	6,0
	$G_T$ , кг/ч	14,6	14,80	15,0	15,6	14,8	14,9	15,2	15,6
При $N_T = 0,9N_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	37,1	42,1	41,6	40,0	31,5	34,3	34,0	31,6
	$P_T$ , кН	22,3	17,8	15,1	11,7	17,7	15,0	12,4	9,0
	$v_p$ , км/ч	6,0	8,5	9,9	12,3	6,4	8,25	9,9	12,6
	$\delta$ , %	16,0	12,0	9,5	7,5	17,5	12,5	10,0	7,5
	$G_T$ , кг/ч	16,0	16,2	16,6	16,8	16,2	16,4	16,8	17,0
При $N_T = N_{Tmax}$	$N_{Tmax}$ , кВт	41,2	46,8	46,2	44,5	35,0	38,1	37,8	35,1
	$P_{Tн}$ , кН	26,0	20,8	17,7	13,7	21,0	17,8	14,7	10,7
	$v_{pн}$ , км/ч	5,7	8,1	9,4	11,7	6,0	7,7	9,25	11,8
	$\delta$ , %	27,0	13,0	11,0	8,0	23,0	18,0	12,5	8,0
	$G_T$ , кг/ч	17,5	17,8	17,6	17,9	18,1	18,0	17,9	17,8
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	2240	2200	2180	2160	2260	2210	2190	2170
При $P_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	32,4	38,7	39,7	39,1	22,0	31,9	33,0	30,1
	$P_{Tmax}$ , кН	29,9	24,0	20,4	15,8	24,0	20,5	17,0	12,3
	$v_p$ , км/ч	3,9	5,8	7,0	8,9	3,3	5,6	7,0	9,0
	$\delta$ , %	35,0	20,0	15,0	10	45	23,0	15,0	10,0
	$G_T$ , кг/ч	16,0	16,2	16,6	17,0	17,0	17,1	17,2	17,3
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	1720	1710	1700	1690	1740	1720	1705	1695

53

Таблица 1.12

Тяговые показатели трактора «Беларус 1221» (шины 18,4 R 38)

Режим эксплуатации	Показатель	Работа на стерне на передачах				Работа на поле, подготовленном под посев			
		Пд 7п	Пд 8п	Пд 10п	Пд 11п	Пд 7п	Пд 8п	Пд 10п	Пд 11п
При $P_T = 0$	$n$ , мин <sup>-1</sup>	2290	2285	2280	2275	2280	2270	2260	2250
	$v_p$ , км/ч	8,5	10,4	11,6	14,2	8,45	10,3	11,5	14,1
	$G_T$ , кг/ч	8,2	8,5	8,9	9,3	8,6	9,0	9,4	9,8
При $N_T = 0,8N_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	40,2	48,2	50,6	47,4	34,2	42,6	41,4	39,6
	$P_T$ , кН	25,3	20,0	18,2	13,35	22,8	17,2	15,0	11,3
	$v_p$ , км/ч	5,7	8,7	10,0	12,8	5,4	8,9	9,9	12,7
	$\delta$ , %	17,5	12,5	11,0	7,5	19,0	13,0	11,0	8,0
	$G_T$ , кг/ч	18,8	19,1	19,5	20,1	19,6	19,4	20,0	20,6
При $N_T = 0,9N_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	45,2	54,2	56,9	53,4	38,4	48,0	46,5	44,6
	$P_T$ , кН	29,5	23,4	21,4	15,6	26,6	20,2	17,6	13,0
	$v_p$ , км/ч	5,5	8,35	9,6	12,3	5,2	8,55	9,5	12,3
	$\delta$ , %	22,0	15,0	13,0	8,5	25,0	17,0	13,0	10,0
	$G_T$ , кг/ч	20,0	20,2	20,4	21,6	20,4	20,6	20,8	21,6
При $N_T = N_{Tmax}$	$N_{Tmax}$ , кВт	50,2	60,2	63,2	59,3	42,7	53,3	51,7	49,5
	$P_{Tн}$ , кН	35,1	27,8	25,3	18,9	31,7	24,0	20,9	15,5
	$v_{рн}$ , км/ч	5,15	7,8	9,0	11,5	4,85	8,0	8,9	11,5
	$\delta$ , %	35,0	20,0	17,0	12,0	40,0	19,0	17,0	12,0
	$G_T$ , кг/ч	22,8	23,1	23,5	23,6	22,6	23,0	23,4	23,8
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	2140	2120	2100	2080	2180	2150	2110	2090
При $P_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	34,8	45,3	48,0	46,0	28,8	38,3	40,0	39,1
	$P_{Tmax}$ , кН	40,4	32,0	29,1	20,7	36,4	27,6	24,0	17,8
	$v_p$ , км/ч	3,1	5,1	5,95	8,0	2,85	5,0	6,0	7,9
	$\delta$ , %	45,0	25,0	21,0	13,0	50,0	27,5	20,0	14,0
	$G_T$ , кг/ч	21,4	21,8	22,3	22,7	21,6	22,0	22,4	22,8
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	1510	1490	1480	1470	1530	1510	1490	1480

54

Таблица 1.13

Тяговые показатели трактора «Беларус 1522/1523»

Режим эксплуатации	Показатель	Работа на стерне на передачах				Работа на поле, подготовленном под посев			
		Пр 7п	Пр 8п	Пр 11п	IVр 13п	Пр 7п	Пр 8п	Пр 11п	IVр 13п
При $P_T = 0$	$n$ , мин <sup>-1</sup>	2280	2275	2270	2265	2270	2265	2260	2255
	$v_p$ , км/ч	7,9	10,7	11,9	13,4	7,8	10,6	11,8	13,3
	$G_T$ , кг/ч	9,8	10,4	10,8	11,0	10,9	11,3	11,8	12,2
При $N_T = 0,8N_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	59,8	65,9	64,4	63,7	48,7	58,6	58,1	54,0
	$P_T$ , кН	31,8	24,8	21,7	18,6	27,2	22,5	19,4	15,9
	$v_p$ , км/ч	6,8	9,6	10,7	12,3	6,45	9,4	10,8	12,2
	$\delta$ , %	7,5	6,0	4,0	3,0	11,0	7,5	6,0	4,5
	$G_T$ , кг/ч	21,6	19,4	17,8	22,5	22,2	22,6	23,1	23,6
При $N_T = 0,9N_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	67,2	74,2	72,5	71,6	54,8	65,9	65,4	60,8
	$P_T$ , кН	37,3	29,1	25,4	22,2	31,9	26,4	22,7	18,5
	$v_p$ , км/ч	6,5	9,2	10,3	11,6	6,2	9,0	10,4	11,8
	$\delta$ , %	11,0	7,5	6,0	4,5	20,0	10,0	7,5	6,0
	$G_T$ , кг/ч	24,0	19,8	19,2	25,1	24,8	24,7	25,0	25,4
При $N_T = N_{Tmax}$	$N_{Tmax}$ , кВт	74,7	82,4	80,5	79,6	60,9	73,2	72,7	67,5
	$P_{Tн}$ , кН	44,1	34,5	30,2	26,4	37,5	31,0	26,7	21,9
	$v_{рн}$ , км/ч	6,1	8,6	9,6	11,0	5,85	8,5	9,8	11,1
	$\delta$ , %	18,0	14,0	11,5	8,0	22,5	15,0	10,0	8,0
	$G_T$ , кг/ч	26,8	27,6	28,1	27,9	27,1	27,4	27,6	28,0
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	2140	2120	2060	2020	2160	2130	2080	2040
При $P_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	43,7	58,4	62,6	59,0	34,7	51,6	49,6	49,0
	$P_{Tmax}$ , кН	50,7	39,7	34,7	30,4	43,1	35,7	30,8	25,2
	$v_p$ , км/ч	3,1	5,3	6,5	7,0	2,9	5,2	5,8	7,0
	$\delta$ , %	35,0	16,0	13,5	10,0	40,0	20,0	18,0	10,0
	$G_T$ , кг/ч	23,7	24,2	24,8	25,1	25,2	25,6	25,2	26,0
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	1360	1340	1320	1310	1410	1380	1360	1330

55

Таблица 1.14

## Тяговые показатели трактора «Беларус 2022»

Режим эксплуатации	Показатель	Работа на стерне на передачах				Работа на поле, подготовленном под посев			
		Пр 10п	Пр 11п	Пр 12п	IVр 14п	Пр 10п	Пр 11п	Пр 12п	IVр 14п
При $P_T = 0$	$n$ , мин <sup>-1</sup>	2290	2285	2280	2275	2270	2265	2260	2255
	$v_p$ , км/ч	8,4	10,8	13,9	14,8	8,3	10,7	13,8	14,7
	$G_T$ , кг/ч	12,8	13,1	13,3	13,5	13,0	13,4	13,6	13,8
При $N_T = 0,8N_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	64,8	74,6	83,2	80,3	53,9	63,4	70,1	63,8
	$P_T$ , кН	32,4	26,3	22,5	20,1	29,9	24,7	19,9	16,4
	$v_p$ , км/ч	7,35	10,2	13,35	14,4	6,5	9,25	12,7	14,0
	$\delta$ , %	8,0	6,0	5,0	3,5	12,5	8,0	6,0	5,0
	$G_T$ , кг/ч	29,5	30,5	31,9	31,3	30,5	30,7	30,9	31,4
При $N_T = 0,9N_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	72,9	84,0	93,6	90,4	60,7	71,4	78,8	71,7
	$P_T$ , кН	37,6	30,9	26,4	23,4	34,9	28,9	23,3	19,1
	$v_p$ , км/ч	7,0	9,8	12,8	13,9	6,25	8,9	12,2	13,5
	$\delta$ , %	11,0	7,5	6,0	5,0	18,0	12,5	8,0	6,0
	$G_T$ , кг/ч	34,0	34,2	34,6	35,0	35,2	35,4	36,1	36,5
При $N_T = N_{Tmax}$	$N_{Tmax}$ , кВт	81,0	93,3	104,0	100,4	67,4	79,3	87,6	79,7
	$P_{Tн}$ , кН	44,2	36,5	31,2	27,8	41,1	34,0	27,3	22,6
	$v_{рн}$ , км/ч	6,6	9,2	12,0	13,0	5,9	8,4	11,55	12,7
	$\delta$ , %	18,0	10,0	8,0	6,0	26,0	17,0	11,0	7,5
	$G_T$ , кг/ч	36,5	37,0	37,4	37,6	37,0	37,2	37,4	37,8
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	2190	2170	2145	2120	2175	2155	2130	2110
При $P_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	55,0	65,2	74,8	71,9	44,6	55,4	63,7	57,6
	$P_{Tmax}$ , кН	50,8	41,9	35,9	31,2	47,2	39,1	31,4	25,6
	$v_p$ , км/ч	3,9	5,6	7,5	8,3	3,4	5,1	7,3	8,1
	$\delta$ , %	25,0	16,0	11,0	8,0	36,0	24,0	14,0	10,0
	$G_T$ , кг/ч	28,7	29,4	31,3	32,5	29,4	31,6	32,7	33,4
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	1420	1410	1390	1380	1440	1420	1400	1380

56

Таблица 1.15

## Тяговые показатели трактора «Беларус 2522»

Режим эксплуатации	Показатель	Работа на стерне на передачах					Работа на поле, подготовленном под посев				
		2д 9п	2д 10п	3д 15 п	2д 11п	3д 16п	2д 9п	2д 10п	3д 15 п	2д 11п	3д 16п
При $P_T = 0$	$n$ , мин <sup>-1</sup>	2280	2275	2270	2265	2260	2275	2270	2265	2260	2255
	$v_p$ , км/ч	8,35	10,1	11,1	12,3	13,45	8,3	10,0	11,0	12,2	13,3
	$G_T$ , кг/ч	12,8	13,1	13,4	13,6	14,0	13,1	13,9	14,1	14,3	14,5
При $N_T = 0,8N_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	86,1	98,6	102,1	100,4	99,6	76,6	87,2	91,2	78,4	75,8
	$P_T$ , кН	42,2	38,6	36,5	31,1	28,5	39,5	35,0	32,6	23,8	22,0
	$v_p$ , км/ч	7,35	9,2	10,1	11,7	12,6	7,0	8,95	10,1	11,8	12,4
	$\delta$ , %	12,0	10,0	8,0	7,0	6,0	13,0	11,0	10,0	7,0	6,0
	$G_T$ , кг/ч	33,4	31,5	30,0	28,0	35,8	35,0	35,1	35,5	36,1	36,4
При $N_T = 0,9N_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	96,8	111,0	114,8	113,0	112,0	86,1	98,1	102,6	88,2	85,2
	$P_T$ , кН	50,6	45,9	43,0	36,9	33,9	46,3	41,6	38,6	28,1	25,4
	$v_p$ , км/ч	6,9	8,7	9,6	11,0	11,9	6,7	8,5	9,6	11,3	12,1
	$\delta$ , %	15,0	12,5	11,0	9,0	7,5	17,0	13,0	11,5	8,0	7,0
	$G_T$ , кг/ч	39,0	35,0	33,8	30,8	41,5	39,5	39,6	39,8	40,0	40,5
При $N_T = N_{Tmax}$	$N_{Tmax}$ , кВт	107,6	123,3	127,6	125,5	124,5	95,7	109,0	114,0	98,0	94,7
	$P_{Tн}$ , кН	61,5	56,2	52,8	45,2	41,5	55,6	49,7	46,1	33,6	28,9
	$v_{рн}$ , км/ч	6,3	7,9	8,7	10,0	10,8	6,2	7,9	8,9	10,5	11,8
	$\delta$ , %	20,0	17,0	16,0	13,0	11,0	22,0	17,0	15,0	8,0	6,5
	$G_T$ , кг/ч	43,8	43,1	43,0	43,2	43,4	44,1	43,9	43,7	43,5	44,0
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	2150	2140	2120	2105	2100	2170	2150	2130	2110	2105
При $P_{Tmax}$	$N_T$ , кВт	72,7	87,9	94,4	92,4	90,8	65,7	84,2	85,3	72,9	70,0
	$P_{Tmax}$ , кН	70,7	64,6	60,7	52,0	46,7	63,9	57,2	53,0	38,6	33,2
	$v_p$ , км/ч	3,7	4,9	5,6	6,4	7,0	3,7	5,3	5,8	6,8	7,5
	$\delta$ , %	31,0	22,0	20,0	17,0	13,0	33,0	20,0	18,0	12,0	10,0
	$G_T$ , кг/ч	40,8	41,6	41,8	42,1	42,4	41,4	41,8	42,0	42,2	43,0
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	1460	1440	1420	1410	1390	1520	1500	1440	1420	1400

57

Тяговые показатели трактора «Беларус 2522»

Режим эксплуатации	Показатель	Работа на стерне на передачах						Работа на поле, подготовленном под посев							
		7п 2д	8п 2д	9п 2д	10п 2д	15п 3д	11п 2д	16п 3д	7п 2д	8п 2д	9п 2д	10п 2д	15п 3д	11п 2д	16п 3д
При $P_T = 0$	$n$ , мин <sup>-1</sup>	2295	2290	2285	2280	2275	2270	2260	2280	2265	2260	2250	2245	2235	2220
	$v_p$ , км/ч	5,6	6,8	8,4	10,2	11,2	12,4	13,5	5,55	6,7	8,3	10,0	11,0	12,2	13,2
	$G_{T_3}$ , кг/ч	13,0	13,1	13,5	14,2	14,4	14,8	15,0	13,3	13,5	13,8	14,8	14,9	15,0	15,3
При $N_T = 0,8N_{T_{max}}$	$N_{T_3}$ , кВт	57,4	69,9	86,6	99,2	105,3	104,5	103,6	51,5	62,2	77,8	87,0	92,8	79,6	76,3
	$P_{T_3}$ , кН	51,7	47,5	44,8	41,3	38,6	32,9	30,5	47,7	44,4	40,9	36,6	34,3	25,0	21,4
	$v_{p_3}$ , км/ч	4,0	5,3	6,9	8,7	9,8	11,4	12,3	3,9	5,2	6,85	8,55	9,75	11,45	12,8
	$\delta$ , %	17,0	15,0	14,0	11,0	9,0	7,5	7,0	18,0	15,0	13,0	12,0	11,0	10,0	8,0
	$G_{T_3}$ , кг/ч	36,5	36,8	37,0	37,2	37,3	37,4	37,6	37,4	37,7	37,8	38,1	38,4	39,2	40,2
При $N_T = 0,9N_{T_{max}}$	$N_{T_3}$ , кВт	64,5	78,7	97,4	111,6	118,4	117,4	116,6	58,0	70,0	87,6	97,9	104,4	89,5	85,9
	$P_{T_3}$ , кН	61,4	57,0	54,1	48,5	45,9	39,1	36,2	56,3	50,3	49,2	43,5	40,5	29,5	25,3
	$v_{p_3}$ , км/ч	3,8	5,0	6,5	8,3	9,3	10,8	11,6	3,7	5,0	6,4	8,1	9,3	10,9	12,2
	$\delta$ , %	22,0	18,0	16,5	15,0	13,0	10,0	9,0	23,0	18,0	17,0	15,0	13,0	11,0	9,0
	$G_{T_3}$ , кг/ч	40,5	40,7	40,8	40,9	41,1	41,3	41,6	41,4	41,6	41,8	42,3	42,4	42,6	42,8
При $N_T = N_{T_{max}}$	$N_{T_{max}}$ , кВт	71,7	87,4	108,2	124,0	131,6	130,6	129,5	64,4	77,8	97,3	108,7	116,0	99,5	95,4
	$P_{T_{max}}$ , кН	73,8	69,1	64,6	59,1	55,4	47,5	43,6	65,4	61,3	58,4	52,2	48,4	35,3	30,4
	$v_{p_{max}}$ , км/ч	3,5	4,55	6,0	7,55	8,5	9,9	10,7	3,5	4,6	6,0	7,5	8,6	10,1	11,3
	$\delta$ , %	32,5	27,5	22,5	19,5	17,0	13,5	10,5	33,0	28,5	23,0	20,0	17,5	11,5	9,0
	$G_{T_3}$ , кг/ч	44,0	44,1	44,2	44,3	44,1	44,2	44,0	44,0	46,5	47,0	46,0	47,0	46,5	46,0
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	2120	2115	2110	2105	2100	2095	2090	2160	2150	2140	2130	2120	2100	2090
При $P_{T_{max}}$	$N_{T_3}$ , кВт	58,7	70,5	86,7	102,0	108,8	109,2	111,3	56,4	65,6	76,5	90,0	95,8	85,7	79,7
	$P_{T_{max}}$ , кН	82,3	79,4	74,3	68,0	63,7	54,6	50,1	75,2	70,5	67,2	60,0	55,6	40,6	35,0
	$v_p$ , км/ч	2,6	3,2	9,2	5,4	6,15	7,2	8,0	2,7	3,35	4,1	5,4	6,2	7,6	8,2
	$\delta$ , %	43,0	40,0	32,5	27,5	22,5	17,5	15,0	40,0	35,0	32,5	25,0	21,5	12,7	11,0
	$G_{T_3}$ , кг/ч	39,0	38,5	36,2	36,0	35,8	35,3	35,1	37,4	37,2	37,0	36,5	36,1	36,0	35,8
	$n$ , мин <sup>-1</sup>	1690	1630	1540	1510	1480	1470	1460	1690	1620	1540	1510	1490	1480	1470

## 2. ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАБОЧИХ МАШИН

### 2.1. АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАБОЧИХ МАШИН

Агротехнологические свойства рабочих машин характеризуют качество выполнения технологических процессов. Для каждого технологического процесса и различных типов машин применяют разнообразные показатели оценки их агротехнологических свойств. К числу основных показателей относят технологическую способность рабочих машин, ширину захвата агрегатов, объем технологических емкостей машин и запас рабочего хода, допустимую рабочую скорость агрегата, пропускную способность машин.

Показатели технологической способности машинного агрегата должны соответствовать технологическим параметрам, характеризующим качественные свойства выполняемых операций, и указанным в агротехнических требованиях (глубине обработки почвы, высоте среза растений, норме посева семян и внесения удобрений и др.). Задаются номинальные значения технологических параметров, а также допуски к ним (разности между наибольшими и наименьшими допускаемыми значениями технологических параметров). Действительные значения параметров измеряют с помощью инструментов и приспособлений при контроле качества в процессе сельскохозяйственной работы и после ее выполнения.

Ширина захвата агрегата или машины — это ширина полосы, обрабатываемой за один рабочий проход по полю. Различают конструктивную ширину захвата агрегата (машины)  $b$  и рабочую. Рабочая ширина захвата может быть равна, больше или меньше конструктивной в зависимости от того, соединяются ли соседние проходы агрегата без перекрытия или с перекрытием, ведется ли сплошная обработка поверхности рабочего участка или отдельными, отстоящими друг от друга полосами.

Отношение рабочей ширины захвата  $b_p$  к конструктивной  $b$  называется коэффициентом  $\beta$  использования конструктивной ширины захвата машины, т. е.

$$\beta = \frac{b_p}{b}. \quad (2.1)$$

Предельно допустимые значения  $\beta$  для различных сельскохозяйственных машин приведены в таблице 2.1. Коэффициент  $\beta$  может быть равен, больше или меньше единицы.

Таблица 2.1

Предельно допустимые значения $\beta$ использования конструктивной ширины захвата агрегата	
Сельскохозяйственные машины	$\beta$
Плуги:	
10-корпусные (2 пятикорпусных)	1,02
8-корпусные	1,05
5-корпусные	1,09
4-корпусные	1,10
Бороны	
зубовые прицепные	0,98
дисковые	0,96
Культиваторы:	
паровые	0,96
пропашные	1,00
Культиваторы-плоскорезы	0,96
Луцильники:	
дисковые	0,96
лемешные	1,10
Сеялки зерновые	1,00
Катки	0,96–0,98
Комбайны:	
зерновые	0,96
свекло- и картофелеуборочные	1,00
кукурузо- и силосоуборочные	1,00–1,16
Жатки, косилки	0,93–0,95
Ботвоуборочные машины	1,0
Льнотеребилки	0,96
Грабли	0,96–0,97

На основании производственного опыта в таблице 2.2 приведена оптимальная ширина захвата основных агрегатов.

Таблица 2.2

Оптимальная ширина захвата агрегатов, м

Вид агрегатов	Длина гона, м				
	100	200	400	600	1000 и более
Пахотные	1,05	1,05–1,4	1,4–1,75	1,75–2,1	2,8–3,5
Луцильные	5	5	10	15	20
Культиваторные	3–4	4	6	8–9	12–16
Бороновальные	9	12	18–21	24–30	36–42
Посевные	3,6	7,2	10,8	10,8–14,4	18–21,6
Жатвенные	4,9	4,9–6	6–9,6	12	14
Сенокосные	2	4	6	8	10–12

Объем  $V$  ( $\text{м}^3$ ) технологической емкости наряду с урожайностью или нормой расхода материала  $h$  ( $\text{т/га}$ ), рабочей шириной захвата агрегата  $b_p$  ( $\text{м}$ ), коэффициентом использования объема технологической емкости  $\lambda$  и объемной массой сельскохозяйственного груза  $\gamma$  ( $\text{т/м}^3$ ) определяет запас рабочего хода агрегата по технологической емкости  $l_{\text{ост}}$  ( $\text{м}$ ), т. е. длину пути агрегата в рабочем положении между двумя последовательными заправками (разгрузками) технологической емкости:

$$l_{\text{ост}} = \frac{10^4 V \gamma \lambda}{b_p h}. \quad (2.2)$$

Значения названных показателей приведены в табл. 2.3, 2.4 и 6.2.

Таблица 2.3

## Размеры технологических емкостей посевных (посадочных) и уборочных агрегатов

Марка	Размер технологических емкостей $V$ , м <sup>3</sup>		Марка	Размер технологических емкостей $V$ , м <sup>3</sup>	
	для семян	для удобрений		для семян	для удобрений
<i>Зерновые сеялки</i>					
СЗО-3,6	0,453	0,212	СЗП-3,6	0,453	0,212
СЗТ-3,6	0,453	0,212	СЗС-2,1	0,275	0,140
СЗ-3,6	0,453	0,212	СЗПЦ-12	2,00	0,90
СЗУ-3,6	0,453	0,212	СЗС-14	3,89	–
СЗА-3,6	0,453	0,212	СПП-3,6	1,0/0,01	0,25
СПУ-3	0,5	–	С-6	1,0	–
СПУ-4	0,5	–	ПА-3	0,5	–
СПУ-6	1,0	–	ПА-3М	0,5	–
СПЛ-3,6	0,453	0,212	СЗТМ-4 (4Н)	0,74	0,36
АППА-6	2,77	0,77	АКПИ-6	3,0	–
Ферабокс 300	0,75	–	АК-4Р (АК-4Г)	1,05	–

Продолжение табл. 2.3

Марка	Размер технологических емкостей $V$ , м <sup>3</sup>		Марка	Размер технологических емкостей $V$ , м <sup>3</sup>	
	для семян	для удобрений		для семян	для удобрений
АЗТК-4	1,2	–	АППА-4	2,7	0,77
АПП-6АБ	1,65	–	АППМ-6	3,0	–
АПП-4А	0,5	–	АПП-6А	2,3	–
<i>Кукурузные сеялки</i>					
СПЧ-6МФ	0,108	0,180	СПЧ-8	0,096	0,224
СКНК-8	0,104	0,120	СБК-4	0,026	0,060
СУПН-8	0,176	0,120	СКН-6ГМ-01	0,150	0,24
<i>Зерноольняные сеялки</i>					
СЗЛ-3,6	0,453	0,212	СПУ-4ЛЦ	0,5	–
АПП-6АБ-АЛ	1,65	–	СПУ-6ЛЦ	1,0	–
<i>Свекловичные сеялки</i>					
ССТ-12А	0,007×12	0,030×6	СТВ-6	0,028×6	–
ССТ-12Б	0,015×12	0,060×6	СТВ-8К	0,028×8	–
ССТ-8	0,007×8	0,030×4	СТВ-12	0,028×12	–
СМН-12	0,01	–	Ферабокс	0,025×8	0,29×2
<i>Овощные сеялки</i>					
ТС-1,4	0,040	0,058	СЛН-8Б	0,550	–
СКОН-4,2	0,094	–	СУПО-6	0,132	–

Марка	Размер технологических емкостей $V$ , м <sup>3</sup>		Марка	Размер технологических емкостей $V$ , м <sup>3</sup>	
	для семян	для удобрений		для семян	для удобрений
СО-4,2	0,132	0,175	АПК-4	0,0015×4	–
<i>Зерноуборочные комбайны</i>					
СК-5, СКД-5	3,0	–	«Дон-1500»	6,0	–
СК-6	3,0	–	СК-10 «Ротор»	6,0	–
Дон-1200	6,0	–	КЗР-10	7,0	–
КЗС-7	5,0	–	Лида-1300	4,8	–
КЗС-10К	7	–	КЗС-8	6	–
<i>Картофелесажалки</i>					
СКС-4	1500 кг	540 кг	КСМГ-6	3200 кг	–
КСМ-4	1600 кг	600 кг	КСМ-6	2000 кг	900 кг
КСМГ-4	2300 кг	–	САЯ-4	250 кг	96 кг
СКМ-6	1200 кг	–	Л-207	1500 кг	200 кг
Л-202	700 кг	–	Л-205	100 кг	–
Л-201	250 кг	–			

Таблица 2.4

Нормативные значения коэффициентов  $\lambda$   
использования объема технологических емкостей

Сельскохозяйственные машины	$\lambda$
Зерноуборочные комбайны	0,95
Сеялки	0,75–0,85
Картофелесажалки	0,75

Размеры технологических емкостей разбрасывателей удобрений и транспортных агрегатов, а также значения плотности сельскохозяйственных грузов приведены в разделе 6.

Агротехнически допустимая рабочая скорость  $v_{P_{max}}^{agr}$  — это такое значение скорости движения агрегата на рабочем гоне, при котором отклонения действительных значений технологических параметров от номинальных не превышают допустимых пределов. Значения интервала агротехнически допустимых скоростей конкретной машины приводятся в ее технической характеристике. Интервал значений технологически допустимых рабочих скоростей агрегатов для различных сельскохозяйственных работ приведен в таблице 2.5.

Пропускная способность агрегата  $q$  — это количество сельскохозяйственного материала (зеленой или хлебной массы, вороха или зерновой смеси и др.), которое агрегат способен переработать за единицу времени при соблюдении агротехнических требований к качеству работы. Чаще пропускная способность измеряется в кг/с, ее допустимое значение  $q_d$  во многом определяется технологическими свойствами перерабатываемого материала и конструктивным совершенством рабочего органа машины. Действительная пропускная способность агрегата  $q_\phi$  зависит от его рабочей скорости  $v_p$  (м/с) и количества материала  $H_m$  (кг/м), поступающего в агрегат на одном метре пути:

$$q_\phi = H_m v_p \quad (2.3)$$

Допустимая пропускная способность агрегата  $q_n$  указывается, как правило, для уборочных машин (табл. 2.5).

Таблица 2.5

Примерные значения пропускной способности для уборочных машин

Сельскохозяйственные машины	Перерабатываемая масса; технологический процесс	Номинальная (паспортная) пропускная способность $q_n$ , кг/с
Зерноуборочные комбайны: СК-5, СКП-5, СКД-5 СК-6, СКПР-6 Дон-1200 Дон-1500 КЗР-10 Е-516 КЗС-7 КЗС-8 Лида-1300 КЗС-10К КЗС-1218 КЗС-14 Лида-1600	Зерно с соломой	5,0
		7,0
		6,5
		8,0
		10
		10,5
		7,0
		8,0
		7,0
		9,7–11,6
		12,0
		14,0
		12,0
Машины для заготовки кормов: косилка-подборщик-измельчитель-погрузчик КС-1П	Уборка трав	9
		4,5
	Сенаж	4,5

Продолжение табл. 2.5

Сельскохозяйственные машины	Перерабатываемая масса; технологический процесс	Номинальная (паспортная) пропускная способность $q_n$ , кг/с
косилка-измельчитель роторная КИР-1,5Б	Уборка трав	8
	–	9
косилка-подборщик-измельчитель-погрузчик Е-280	Уборка силосных культур при подборе массы из валков	16
	Уборка трав	4,5
Е-281/Е-282	Уборка трав	9
	Уборка силосных культур при подборе массы из валков	20
КГС-Ф-70	Уборка трав	6
	Уборка трав	8
Уборка силосных культур при подборе массы из валков		19
		6
КСК-100	Уборка трав	10
КСК-100А	Уборка силосных культур при подборе массы из валков	25
КВК-800	Уборка трав	7
	Уборка силосных культур при подборе массы из валков	20,8
КДП-3000	Уборка силосных культур при подборе массы из валков	36,1
	Уборка трав	15,3
Уборка кукурузы на силос		8–10
		12–25
На уборке подвяленных трав		4–14
	Уборка трав	15
КПП-4,2 КИН-Ф-1500 «Полесье»	Уборка трав	5

Продолжение табл. 2.5

Сельскохозяйственные машины	Перерабатываемая масса; технологический процесс	Номинальная (паспортная) пропускная способность $q_n$ , кг/с
КИП-1,5	Уборка трав	4,5
КПР-6	Уборка трав	9,5–10
КПР-9	Уборка трав	10–11
К-Г-6	Уборка трав	8,0
	Уборка силосных культур при подборе массы из валков	25,0
КС-80	Уборка трав	14,0
	Уборка трав	8,4–8,8
комбайн самоходный силосоуборочный КСГ-3,2А	Зеленая масса	12
комбайн самоходный силосоуборочный КСС-2,6	–	25
комбайн прицепной кормоуборочный КПКУ-75	Уборка трав	8
	Уборка силосных культур при подборе массы из валков	20
КПИ-2,4	Уборка трав	6
	Уборка силосных культур при подборе массы из валков	6,2
Уборка силосных культур при подборе массы из валков		8,5
		4
Пресс-подборщики:	Сено, солома	
ПСБ-1,6		2,5–3,0
ПС-1,6		6,5
ППЛ-Ф-1,6		7
К-454		7
Пресс-подборщик рулонный:	Сено, солома	
ПР-Ф-750, ПР-Ф-145, ПР-Ф110		5; 4; 3

Окончание табл. 2.5

Сельскохозяйственные машины	Перерабатываемая масса; технологический процесс	Номинальная (паспортная) пропускная способность $q_n$ , кг/с
ПРП-1,6		7
ПРЛ-150		7
Подборщик-копнитель ПК-1,6		3,0–3,5
Картофелеуборочные комбайны: ККУ-2; ППК-2-02, Л-605, Л-606	Картофель (с почвой)	220–450
Льноуборочные машины с вязальным аппаратом КЛС-1,7, ЛКВ-4 «Русь»	Стеблей на 1 м <sup>2</sup>	2500–4500

## 2.2. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАБОЧИХ МАШИН И СЦЕПОК

Основные энергетические характеристики включают тяговое сопротивление машины  $R_m$  или сцепки  $R_{сц}$ , удельное тяговое сопротивление машины  $k_0$  и мощность  $N_{в\text{ом}}$ , необходимую для привода рабочих органов и механизмов машин через вал отбора мощности (ВОМ) трактора.

Таблица 2.6

Рекомендуемые скорости движения МТА на основных работах

Вид работ	км/ч	м/с
Вспашка	4,5–12	1,3–3,3
Лушение:		
дисковыми лушильниками	8–12	2,2–3,3
лемешными орудиями	6–12	1,7–3,3
Дискование	6–12	1,7–3,3
Боронование		
зубовыми боронами	5–12	1,4–3,3
всходов зерновых культур	6–10	1,7–2,8
зубовыми боронами		
всходов сетчатыми боронами	3,6–8	1,0–2,2
Шлейфование	5–7	1,4–1,9

Окончание табл. 2.6

Вид работ	км/ч	м/с
Культивация:		
подрезающими лапами	6–12	1,7–3,3
пружинными лапами	6–7	1,7–1,9
Обработка почвы:		
штанговыми культиваторами	5–11	1,4–3,1
комбинированными агрегатами	4,5–8	1,3–2,2
Прикатывание почвы	6–12	1,7–3,3
Внесение твердых органических удобрений	6–12	1,7–3,3
Внесение жидких органических удобрений	6–10	1,7–2,8
Внесение минеральных удобрений		
туковыми сеялками	6–12	1,7–3,3
разбрасывателями	8–12	2,2–3,3
Посев:		
зерновых культур	7–12	1,9–3,3
кукурузы	5–12	1,4–3,3
сахарной свеклы	6–8	1,7–2,2
Посадка картофеля	6–9	1,7–2,5
Междурядная обработка культур	6–10	1,7–2,8
Шаровка, вдольрядное прореживание и букетирование сахарной свеклы	5–9	1,4–2,5
Рыхление междурядий свеклы	6–10	1,7–2,8
Окучивание картофеля	5–9	1,4–2,5
Кошение трав на сено	6–12	1,7–3,3
Уборка трав косилками-измельчителями	6–8	1,7–2,2
Уборка зерновых в валки:		
рядковыми жатками	6–12	1,7–3,3
комбайнами	6–8	1,7–2,2
Подбор валков комбайнами	4,5–8	1,3–2,2
Прямое комбайнирование	3–8	0,8–2,2
Уборка:		
силосных культур	5–12	1,4–3,3
сахарной свеклы комбайнами	3–9	0,8–2,5
картофеля копателями	2–8	0,6–2,2
картофеля комбайнами	1–5	0,3–1,4
Теребление льна	5–10	1,4–2,8

Таблица 2.7

Средние значения удельного сопротивления сельскохозяйственных машин

Работа	Сельскохозяйственная машина	$k_0^*$ , кН/м	
Боронование	Бороны:		
	зубовая тяжелая	0,4–0,7	
	зубовая средняя	0,3–0,6	
	зубовая посевная	0,25–0,45	
	сетчатая и шлейфбороны	0,45–0,65	
	пружинная и лапчатая	1,0–1,8	
	дисковая	1,6–2,2	
	игольчатая	0,45–0,8	
Сплошная культивация на глубину, см:	Культиваторы:		
	паровой	1,2–2,6	
	«-»	1,6–3,0	
	штанговый	1,6–2,6	
Глубокое рыхление	Глубокорыхлитель	8,0–13,0	
Обработка почвы плоскорезами	Плоскорез	4,0–6,0	
Лушение стерни на глубину, см	Луцильники:		
	8–10	дисковый	1,2–2,6
	10–14	лемешный	2,5–6,0
14–18	«-»	6,0–10,0	
Рядовой посев зерновых культур	Сеялки:		
	дисковая	1,1–1,6	
	с междурядьями 0,15 м		
	узкорядная	1,5–2,5	
	сеялка-луцильник	1,2–2,8	
Посев сахарной свеклы	зернопрессовая	1,2–1,8	
	Свекловичная	0,6–1,0	
Посев кукурузы	Кукурузная	1,0–1,4	
Посадка картофеля	Картофелесажалка	2,5–3,5	
Прикатывание: посевов	Катки:		
	гладкий водоналивной	0,55–1,2	
предпосевное	кольчато-шпоровый	0,6–1,0	

Продолжение табл. 2.7

Работа	Сельскохозяйственная машина	$k_0^*$ , кН/м
Первая обработка междурядий пропашных культур Мотыжение Шаровка и букетирование сахар- рой свеклы Рыхление междурядий сахарной свеклы Рыхление междурядий картофеля с подкормкой Рыхление междурядий кукурузы и подсолнечника с подкормкой Окучник картофеля Кошение трав	Культиватор со стрельчатыми лапами и бритвами	1,2–1,8
	Вращающаяся мотыга	0,40–0,75
	Свекловичный культиватор	0,5–0,8
	То же	1,2–2,0
	Культиватор- растениепитатель	1,4–1,8
	То же	1,3–1,6
	Культиватор-окучник	1,5–2,5
	Тракторная косилка: с приводом от ВОМ с приводом от ходовых колес	0,7–1,1
	Косилка-измельчитель	0,9–1,4
	Сгребание трав	0,8–1,3
Кошение: зерновых колосовых зернобобовых Уборка кукурузы на зерно и силос Уборка сахарной свеклы Уборка картофеля	Грабли: тракторные поперечные валкообразователи	0,5–0,75
	Жатка: рядковая прицепная бобовая безмотовильная	0,7–0,9
	Кукурузоуборочный комбайн	1,2–1,5
	Силосоуборочный комбайн	0,6–0,9
	Свеклоуборочный комбайн	2,8–3,5
	Транспортерный картофелекопатель	2,6–3,3
	Картофелеуборочный комбайн	6,0–12,0
	Копатель-валкоукладчик	5,0–7,0
		10,0–12,0
		7,0–8,5

Окончание табл. 2.7

Работа	Сельскохозяйственная машина	$k_0^*$ , кН/м
Теребление льна	Прицепная льнотеребилка	3,0–4,0
	Льноуборочный комбайн	4,0–5,0
Уборка ботвы	Ботвоуборочная машина	2,5–3,5
Уборка корнеплодов	Свеклоподъемник	3,0–4,0
	Копатель корнеплодов	6,5–7,5
Дискование пашни	Дисковая борона	3,0–6,0
Дискование лугов и пастбищ	– « –	4,0–8,0
Разбрасывание минеральных удобрений	Туковая сеялка	0,3–0,4

\* Значения  $k_0$  учитывают все виды сопротивлений при движении рабочей машины по участку со скоростью до 1,4 м/с (5 км/ч).

Для большинства сельскохозяйственных машин, кроме плугов  $k_0$ , определяют в кН/м, а для плугов  $k_{пл}$  – в кН/м<sup>2</sup> или кПа.

Удельное тяговое сопротивление машины зависит от вида и состояния обрабатываемого сельскохозяйственного материала, от технологических параметров обработки и от рабочей скорости движения агрегата  $v_p$ . Зная темп  $\Delta_c$  нарастания удельного тягового сопротивления в зависимости от скорости агрегата и значение  $k_0$ , соответствующее скорости  $v_0$  (обычно принимается равной 1,4 м/с), подсчитывают  $k_{0v}$  для заданного значения скорости  $v_p$ :

$$k_{0v} = k_0 \left[ 1 + (v_p - v_0) \frac{\Delta_c}{100} \right]. \quad (2.4)$$

Примерные значения удельных тяговых сопротивлений  $k_0$  для основных сельскохозяйственных машин приведены в таблице 2.7, средние значения удельных тяговых сопротивлений

плугов при скорости до 1,38–1,66 м/с — в таблице 2.8 и значения темпа нарастания удельного тягового сопротивления  $\Delta_c$  — в таблице 2.9. При практических расчетах с некоторым приближением можно принять  $\Delta_c$  равным 3 %.

Таблица 2.8

Средние сопротивления различных типов почв при вспашке

Почва	Агрофон	Значение $k_{пл}$ для почв, кН/м <sup>2</sup> (кПа)				
		глинистых	тяжелосуглинистых	среднесуглинистых	супесей и легкосуглинистых	торфяник $W = 60-79\%$
Чернозем	Стерня озимых	68	49	35	25	–
	Пласт многолетних трав	86	57	45	31	–
	Целина, залежь	90	71	52	39	–
Дерново-подзолистая	Стерня озимых	66	47	34	26	–
	Пласт многолетних трав	74	56	43	30	–
	Целина, залежь	92	71	50	40	–
Каштановая	Стерня озимых	69	47	36	22	–
	Целина, залежь	98	68	55	29	–
	Стерня озимых	–	82	73	65	–
Торфяно-болотная	Стерня	–	–	–	–	40–42
	Целина	–	–	–	–	44–48

Таблица 2.9

Темп нарастания удельного тягового сопротивления

Работа	Сельскохозяйственная машина	$\Delta_c, \%$
Вспашка целины, залежи, пласта многолетних трав, стерни озимых (последнее при $k_{пл} > 60 \text{ кН/м}^2$ )	Тракторный плуг	5–7
Вспашка стерни озимых, кукурузы, подсолнечника при $k_{пл} = 45–60 \text{ кН/м}^2$	-«-	3–5
Вспашка легких и рыхлых (песчаных и супесчаных) почв при $k_{пл} < 45 \text{ кН/м}^2$	-«-	2–3
Посев зерновых	Сеялка рядовая или узкорядная	1,5–3,0
Лущение стерни озимых	Луцильники: лемешный	2,5–3,5
	дисковый	2–3
Разделка пласта	Дисковая борона	2,5–4,0
Прикатывание	Тракторный каток	1–2
Боронование	Зубовая борона	1,5–2,5
Сплошная культивация	Культиваторы: паровой	2–5
	пропашной	2,5–3,5
Уборка кукурузы на зерно или силос	Кукурузо- или силосоуборочный комбайн	1,5–2,0
Уборка сахарной свеклы или картофеля	Свекло- или картофелеуборочный комбайн	3–6

Тяговое сопротивление рабочей машины с учетом угла склона определяется по выражению:

$$R_1 = k_0 b \pm G_1 \frac{i}{100}, \quad (2.5)$$

где  $G_M$  – вес машины, кН;

По этой формуле определяется рабочее сопротивление всех почвообрабатывающих машин, культиваторов для междурядной обработки, картофеле- и корнеуборочных машин и т. п.

Величина  $k_0$  учитывает все виды внешнего сопротивления перемещению работающей машины по полю. В первом приближении при расчете  $k_{0v}$  по формуле 2.4 значение рабочей скорости рекомендуется принимать равным верхнему пределу агротехнически допустимой скорости  $v_{agr}^{доп}$ , после уточнения  $v_p$  производится перерасчет  $k_{0v}$ .

Однако при движении прицепных машин без выполнения технологических операций, например, на поворотах или при переезде с одного участка на другой, тяговое сопротивление равно только сопротивлению качения ходовых колес машины по почве. В этом случае

$$R_{M_x}^п = G_{M_n} \left( f_M \pm \frac{i}{100} \right), \quad (2.6)$$

где  $f_M$  – коэффициент сопротивления качению ходовых колес машины (табл. 2.10).

Если машина навесная, то в транспортном положении ее вес полностью передается на ходовые колеса трактора, увеличивая его вес и сопротивление качению, поэтому:

$$R_{M_x}^н = G_{M_n} \left( f_T \pm \frac{i}{100} \right), \quad (2.7)$$

где  $f_T$  – коэффициент сопротивления качению ходовых колес или гусениц трактора.

Коэффициент сопротивления качению ходовых колес сельскохозяйственных машин  $f_m$  и сцепок  $f_c$ 

Условия движения	На пневматических шинах		
	весной	в конце весны, летом, в начале осени	осенью
Асфальтированная дорога	–	0,03–0,04	–
Уплотненная полевая дорога	0,14–0,06	0,04–0,03	0,05–0,08
Сухая стерня клевера	0,17–0,07	0,06–0,05	0,08–0,09
Стерня клевера после дождя	–	0,12–0,14	–
Полевая дорога	0,15–0,07	0,06–0,04	0,06–0,09
Целина, луг полугустой, травостой высотой до 10 см	0,15–0,07	0,07–0,05	0,08–0,09
Клеверище, густой травостой высотой до 20 см	0,10–0,09	0,09–0,07	0,08–0,10
Клеверище, обработанное на глубину 5–6 см	0,20–0,11	0,09–0,08	0,09–0,14
Стерня после озимых	0,24–0,09	0,09–0,07	0,09–0,15
Стерня на супеси	0,25–0,11	0,10–0,09	0,10–0,16
Стерня взлущенная	–	–	0,10–0,12
Поле из-под картофеля	0,27–0,13	0,11–0,09	0,12–0,18
Культивируемое поле	0,33–0,15	0,13–0,11	0,14–0,20
Слежавшаяся пашня, прошлогодняя зябь	0,40–0,20	0,15–0,12	0,15–0,19
Свежевспаханное поле	0,44–0,24	0,25–0,18	0,20–0,30
Укатанная снежная дорога	–	0,04–0,06	–

Примечания: 1. В указанных интервалах коэффициент сопротивления качению ходовых колес тем больше, чем выше скорость движения агрегата.

2. Коэффициент сопротивления перемещению тракторных саней по снегу равен примерно 0,04–0,06.

В эксплуатационных расчетах при определении рабочего сопротивления кормоуборочных машин можно использовать выражение 2.6.

При работе зерноуборочных комбайнов, машин для внесения удобрений и ядохимикатов, т. е. машин, имеющих технологические емкости, их эксплуатационный вес будет изменяться с наполнением (опорожнением) бункера или емкости. Поэтому среднее сопротивление (кН) таких машин на холостом ходу (поворотах) определяют по формуле:

$$R_{M_x}^{\text{tex}} = \left( G_M + \frac{1}{2} G_{\text{Гр}} \right) \left( f_M \pm \frac{i}{100} \right), \quad (2.8)$$

где  $G_{\text{Гр}}$  – вес груза в бункере или емкости, кН;

$$G_{\text{Гр}} = 9,81V\gamma\lambda. \quad (2.9)$$

При определении сопротивления этих машин на рабочем ходу следует учитывать полный вес груза в бункере или емкости:

$$R_{M_p}^{\text{tex}} = (G_M + G_{\text{Гр}}) \left( f_M \pm \frac{i}{100} \right). \quad (2.10)$$

Тяговое сопротивление тракторного транспортного агрегата, состоящего в общем случае из нескольких прицепов или полуприцепов, определяют по уравнению:

$$R_M^{\text{Гр}} = n_{\text{пр}} G_{\text{Гр}}^{\text{Гр}} \left( f_{\text{пр}} \pm \frac{i}{100} \right), \quad (2.11)$$

где  $n_{\text{пр}}$  – количество прицепов в тракторном транспортном агрегате;

$f_{\text{пр}}$  – коэффициент сопротивления качению прицепа (табл. 3.1).

Общий вес прицепа:

$$G_{\text{Гр}}^{\text{Гр}} = G_{\text{пр}} + G_{\text{Гр}}, \quad (2.12)$$

где  $G_{\text{пр}}$  – конструктивный вес прицепа, кН;

$G_{\text{Гр}}$  – вес груза в прицепе, кН.

По уравнению 2.5 тяговое сопротивление машины определяется как некоторая средняя постоянная величина. В действительности, при движении машинного агрегата  $v_p$  непостоянна, и  $R_M$  является случайной величиной, распределение которой соответствует нормальному закону. Она характеризуется, в частности, размахом варьирования:

$$W_{R_M} = R_{M_{\text{max}}} - R_{M_{\text{min}}}, \quad (2.13)$$

степенью неравномерности:

$$\delta_{R_M} = \frac{R_{M_{\text{max}}} - R_{M_{\text{min}}}}{R_{M_{\text{cp}}}}, \quad (2.14)$$

где  $R_{M_{\text{max}}}$ ,  $R_{M_{\text{cp}}}$  и  $R_{M_{\text{min}}}$  – соответственно максимальное, среднее арифметическое и минимальное значения тягового сопротивления машины по данным тяговых испытаний.

Значения степени неравномерности тяговых сопротивлений для некоторых полевых механизированных работ приведены в таблице 2.11.

Таблица 2.11

Степень неравномерности тягового сопротивления

Работа	Значения $\delta_{R_M}$ при числе плужных корпусов или машин в агрегате					
	1	2	3	4	5	6
Вспашка легких почв	0,18	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07
Вспашка тяжелых и задернелых почв	–	0,25	0,23	0,20	0,18	0,16
Вспашка очень тяжелых пересохших и каменистых почв	–	–	0,35	0,30	0,27	0,25
Сплошная культивация	0,40	0,30	0,24	0,18	0,15	–
Боронование (на 10 звеньев)	0,25	0,20	0,16	0,12	0,10	–
Посев зерновых	0,22	0,18	0,15	0,12	0,10	–
Лущение стерни (захват 5 м)	0,15	0,12	0,09	0,07	–	–
Кошение зерновых (захват 4,8 м)	0,16	0,14	0,12	–	–	–
Кошение трав (захват 2 м)	0,15	0,12	0,10	–	–	–

С повышением плотности и глубины обработки почвы  $\delta_{R_m}$  возрастает, а с увеличением числа машин в агрегате — уменьшается. Величина  $\delta_{R_m}$  используется обычно при уточненных расчетах состава машинных агрегатов и при оценке загрузки тракторного двигателя по мощности или крутящему моменту. Практические эксплуатационные расчеты проводят большей частью с определением  $R_m$  по формуле 2.5.

Мощность на привод ВОМ зависит от пропускной способности  $q$  машины, от удельных затрат мощности  $N_{уд}$  на технологический процесс, приходящихся на единицу пропускной способности, от затрат мощности  $N_{ВОМ_x}$  на холостой ход механизмов машины, от затрат мощности  $N_{ВОМ_d}$  на привод вспомогательных агрегатов (гидропривод и др.). Эту зависимость можно выразить в виде уравнения:

$$N_{ВОМ} = N_{уд}q + N_{ВОМ_x} + N_{ВОМ_d} \quad (2.15)$$

В расчетах часто используют средние значения  $N_{ВОМ}$  (табл. 2.12), устанавливаемые в ходе испытаний машин и приводимые в справочной литературе.

Затраты мощности  $N_{ВОМ_x}$  на холостое вращение механизмов машин (кВт) приведены в таблице 2.12.

Таблица 2.12

Мощность на холостое вращение механизмов машин			
Марка машины	Значение $N_{ВОМ_x}$ , кВт	Марка машины	Значение $N_{ВОМ_x}$ , кВт
СК-5, СКД-5	10–11	КВК-800	11–12
СК-6	11–12	КГ-6	10–11
Дон-1200, Дон-1500	12–14	КСК-100	15–20
ККУ-2А, Е-667/2	9–10	Е-281	12–14
Е-686	12–13	КПИ-2,4	11–13
		КПКУ-75	14–15
		КСС-2,6	5–7

На привод дополнительных механизмов (устройств) затраты мощности  $N_{ВОМ_d}$  при расчете следует принять: для зерноуборочных комбайнов — 3–5 кВт, для самоходных кормоуборочных и корнеуборочных машин — 2–4 кВт.

Таблица 2.13

Мощность, затрачиваемая на привод сельскохозяйственных машин

Сельскохозяйственная машина	Марка машины	$N_{ВОМ}$ , кВт
Сеялка универсальная пунктирная пневматическая	СУПН-8	7,4–11,0
Картофелесажалки	КСМ-6	64
	СКС-4	3,7–5,5
	КСМГ-4	32,8–41,2
	КСМ-4	33,7–42,3
	СКМ-6	7,2
Культиваторы	КСМ-8	112,5
	ФПУ-4,2 КФ-5,4	25,8–36,8 29,4–36,8
Комбинированный агрегат для обработки солонцовых почв	АЛС-2,5	73,6
Комбайны силосоуборочные	КС-1,8	25,8–40,5
	КСС-2,6	58,9–73,6
	КС-2,6	15,5
	КПКУ-75	58,9–73,6
	КПИ-2,4	35–50
Косилки-измельчители	КИР-1,5Б	15,8
	КУФ-1,8	25,8–40,5
Косилки	КТП-6	22,1–25,8
	КДП-4,0	7
	КС-2,1	3,7
	КРН-2,1	4,5
Косилка-валкователь	КПВ-3,0	11,0
Косилка-измельчитель	Е-281	60–70
Жатка	ЖРС-4,9	22,1–25,8

Продолжение табл. 2.13

Сельскохозяйственная машина	Марка машины	$N_{\text{ВМ}}$ , кВт
	ЖВС-6	7,8–10,2
Машина ботвоуборочная	БМ-6	22,1–29,4
Машина корнеуборочная	РКС-6	40,6–47,9
Картофелекопатели	КСТ-1,4	11,0–14,7
	УКВ-2	18,4–22,1
	КТН-2Б	7–9
	Z-609	18,4
Картофелеуборочный комбайн	ККУ-2А	26,7–29,8
	Е-684	44,1
	КПК-3	28,96
	Е-686	32,1–36,7
	КПК-3-1	47,28
Разбрасыватели минеральных удобрений и извести, опрыскиватели	Е-667/2	22,1–25,1
	1РМГ-4	7,4–11,0
	РУМ-16	25,8–37,5
	ОМ-630-2	5
	РУП-8	29,4–36,8
Разбрасыватели органических удобрений	РУМ-8	18,4–22,1
	РПН-4	11,0–14,7
	РЖТ-4	14,7–18,4
	РОУ-5	20,2–23,0
	ПРТ-10	29,8–40,4
	МЖТ-10	20,8–25,2
	РЖТ-8	29,4–36,8
	МТТ-19	31,5–43,3
	РУН-15Б	58,9–73,6
	МЖТ-16	35,3–42,6
	МЖТ-23	34,9–43,5
	ПРТ-16	36,8–51,5
	РЖТ-16	34,1–43,2
	МТТ-23	34,0–72,2

Окончание табл. 2.13

Сельскохозяйственная машина	Марка машины	$N_{\text{ВМ}}$ , кВт
Льнотеребилка	ТЛН-1,5А	4–6
Льнокомбайн	ЛКВ-4Т	11–14
	ЛК-4А	11–14
Комбайн кормоуборочный	КСК-100	90–113
	ЯСК-170	65–80
Пресс-подборщик	ПС-1,6	8–11
Машины для уборки кормовой свеклы	МКК-6	45–52

Таблица 2.14

Удельные затраты мощности на технологический процесс зерно- и кормоуборочных комбайнов

Зерноуборочные комбайны		Кормоуборочные комбайны	
Марка машины	Значение * $N_{\text{уд}}$ , кВт/(кг/с) при $q$ , кг/с	Марка машины	Значение * $N_{\text{уд}}$ , кВт/(кг/с) при $q$ , кг/с
Дон-1200	8,5 кВт при $q_n = 6,5$ кг/с	КЗС-1000, УЭС-250	На подборе валков и измельчении семенной массы
Дон-1500	10 кВт при $q_n = 8$ кг/с		
СК-5	7,0 кВт при $q_n = 5$ кг/с	КПИ-2,4, Е-280	8–10
СК-6	7,5 кВт при $q_n = 6$ кг/с		
Лида 1300	12 кВт при $q_n = 12$ кг/с	КВК-800	10–12
Лида 1600	12 кВт при $q_n = 12$ кг/с		
КЗС-1218	12 кВт при $q_n = 12$ кг/с	КГ-6	11–14
		КСК-100, УЭС-250	Уборка силосных культур
			3–4

Окончание табл. 2.14

Зерноуборочные комбайны		Кормоуборочные комбайны	
Марка машины	Значение * $N_{уд}$ , кВт/ (кг/с) при $q$ , кг/с	Марка машины	Значение * $N_{уд}$ , кВт/ (кг/с) при $q$ , кг/с
КЗ-14	12,5 кВт при $q_n = 14$ кг/с	КПИ-2,4, Е-280	2–3
Лида 1300	9 кВт при $q_n = 7,0$ кг/с	КВК-800	4–5
КЗС-7	9 кВт при $q_n = 7$ кг/с	КГ-6	3–4
КЗС-8	10 кВт при $q_n = 8$ кг/с		
КЗС-10К	11 кВт при $q_n = 10$ кг/с	КСК-100, УЭС-250	7–8
		КПИ-2,4, Е-280	6–7

\* При соотношении зерно – солома (1:1,5) и оптимальной влажности

Удельные затраты мощности  $N_{уд}$  для рулонного пресс-подборщика составляют 3,5–6,4 кВт/кг/с. Для зерноуборочных комбайнов и кормоуборочных машин эти показатели приведены в таблице 2.14. В таблицах 2.17 и 2.18 приведены технические характеристики зерно- и кормоуборочных комбайнов производства Республики Беларусь.

**Сцепки и их эксплуатационные свойства.** При выборе сцепки необходимо знать фронт сцепки, т. е. расстояние по основному тяговому брусу между крайними возможными точками присоединения удлинителей, сниц или навесок машин. В зависимости от количества машин  $n_m$ , которые нужно соединить с трактором, определяется необходимый фронт сцепки:

$$b' = b(n_m - 1). \quad (2.16)$$

Энергетической характеристикой сцепки является тяговое сопротивление  $R_{сц}$ . Оно подсчитывается по уравнениям:

– для прицепной сцепки:

$$R_{сц} = G_c \left( f_c \pm \frac{i}{100} \right), \quad (2.17)$$

– для полунавесной:

$$R_{сц} = G_{сц} \left[ \lambda f_T + (1 - \lambda) \left( f_c \pm \frac{i}{100} \right) \right], \quad (2.18)$$

где  $G_{сц}$  – вес сцепки, кН;

$f_c, f_T$  – коэффициент сопротивления качению ходовых колес сцепки (табл. 2.10), а трактора (табл. 1.5);

$\lambda$  – доля веса сцепки, приходящаяся на трактор.

Краткие технические характеристики универсальных сцепок приведены в таблице 2.15.

При расчете тяговых сопротивлений рабочих машин необходимо знать эксплуатационный вес машины. При отсутствии конкретных значений веса машины можно использовать удельные показатели веса, приведенные в таблице 2.16. Эксплуатационный вес машины в этом случае рассчитывается по формуле, кН :

$$G_M = g_M \cdot b, \quad (2.19)$$

где  $g_M$  – удельный вес машины, кН/м;

$b$  – конструктивная ширина захвата машины, м.

Типы сцепок и их характеристика

Наименование	Марка	Трактор класса тяги	Максимальная ширина захвата, м	Количество машин в агрегате	Масса, кг	Способ агрегатирования	Перечень операций
Прицепная универсальная, гидрофицированная	СП-16	3–5	1–20	3–5	1762	Шеренговый, эшелонированный	Посев, культивация, прикатывание
Прицепная гидрофицированная	СП-11	3	10,8	2–3	915	То же	Посев, культивация
Универсальная	СПУ	1,4–3	12	4	700	—«—	Посев, культивация, борование, прикатывание
Полунавесная	СН-75	3	12,6	3	1250	Эшелонированный	Посев, междурядная обработка пропашных культур
Гидрофицированная	СГ-21	3	20,6	21 (бороны)	1800	Шеренговый	Борование, прикатывание

Таблица 2.16

Примерные значения удельного веса  
(на 1 м ширины захвата) машин отечественного производства

Сельскохозяйственные машины	$g_M$ , кН/м	Сельскохозяйственные машины	$g_M$ , кН/м
Плуги навесные для почв, засоренных камнями		Агрегаты для предпосевной обработки почвы:	
3–5– корпусные		универсальные	4,6–5,1
с корпусами 40 см	7,1–7,8	комбинированные	5,4–6,0
с корпусами 35 см	7,3–8,2	Культиваторы чизельные:	
с корпусами 30 см	3,2–3,6	для безотвальной обработки почвы	6,3–6,7
7– корпусные		для рыхления почвы	3,8–4,3
с корпусами 40 см	8,4–8,7	Культиваторы для сплошной обработки почвы	1,4–3,0
с корпусами 35 см	10,0–11,6	Сеялки механические	4,8–6,3
Плуги навесные для почв, не засоренных камнями		Сеялки пневматические	1,8–2,4
3–5– корпусные		Комбинированные почвообрабатывающе-посевные агрегаты	8,0–10,0
с корпусами 35 см	4,3–4,9	Картофелесажалки	6,4–8,2
с корпусами 30 см	2,5–2,7	Культиваторы для междурядной обработки почвы	2,0–2,5
Плуги навесные модульные для почв, засоренных камнями		Косилки-измельчители тракторные	6,0–6,5

Окончание табл. 2.16

Сельскохозяйственные машины	$g_M$ , кН/м	Сельскохозяйственные машины	$g_M$ , кН/м
3–5– корпусные (корпус 35 см)	5,7–6,3	Косилки:	
Плуги полунавесные для почв, засоренных камнями		плющилки	4,3–4,8
3–5– корпусные		сегментные	0,6–0,9
с корпусами 40 см	8,5–9,3	роторные	2,3–2,5
с корпусами 35 см	12,4–13,1	Жатки травянные и зерно-травянные	3,2–3,5
Плуги полунавесные для почв, не засоренных камнями		Грабли тракторные	1,1–2,1
3–5– корпусные (корпус 35 см)	7,5–8,6	Картофелеуборочные комбайны	28,7–39,3
Плуги поворотные		Картофелекопатели:	
3–5– корпусные (корпус 43 см)	4,4–5,4	2-рядные	5,8–8,9
Плуги болотные 3–6 – корпусные	5,5–7,0	1-рядные	3,6–7,0
Бороны:			
легкие и средние	3,5–4,6		
тяжелые	5,2–7,1		
мелиоративные	11,2–11,6		

Таблица 2.17

## Техническая характеристика зерноуборочных комбайнов производства предприятий Республики Беларусь

Марка	Пропускная способность по хлебной массе, кг/с	Производительность по зерну за час сменного времени, т/ч	Мощность двигателя, кВт	Часовой расход топлива при номинальном режиме, кг/ч	Ширина захвата жатки, м	Объем бункера зерна, м <sup>3</sup>	Вес, кН	Тип трансмиссии	Агротехнически допустимая скорость, км/ч
«Лида-1300»	7,0	10,0	118/132	28,0/31,0	6,0	4,8	90,4	Гидростатическая гидроробъемная с коробкой переключения режимов до 2,77–3,33 м/с (10–12 км/ч)	
КЗС-7	7,0	10,0	154	35,4	6,0	5,0	118,4		
КЗС-8	8,0	11,5	155	36,4	6,0	6,0	118,4		
КЗР-10 «Полесье-Ротор»	10,0	14,4	195/213	46,0/50,0	6,0;7,0	7,0	164,8 (с УЗС)		
КЗС-10	11,6	14,4	195	46,0	6,0	7,0	–		
КЗС-10К	9,5–10	9,5	214	50,3	6,0; 7,0	7,0	153,0		
КЗС-1218	12	18	243	57,1	7,0	8,0	173,3		
КЗС-14	14	20	265	62,3	7,5	10,0	191,2		

Таблица 2.18

## Техническая характеристика кормоуборочных комбайнов производства предприятий Республики Беларусь

Показатель	Марка				
	КСК-100А КСК-100Б	КСК-100А-2 КСК-100Б-2	КТ-6 КВК-800	«Полесье-800»	КДП-3000
1. Агрегатирование	самоходный	самоходный	самоходный	самоходный	прицепной
2. Агротехнически допустимая скорость, м/с (км/ч)	до 3,3 (12,0)	до 3,3 (12,0)	до 3,3 (12,0)	до 3,3 (12,0)	до 2,8 (10,0)
3. Пропускная способность, кг/с					
– на кошении трав	10,0	9,0	26,0	20,8	8,0
– на подборе валков трав	7,0	20,0	14,4	15,3	7,0

Окончание табл. 2.18

Показатель	Марка				
	КСК-100А КСК-100Б	КСК-100А-2 КСК-100Б-2	КТ-6 КВК-800	«Полесье-800»	КДП-3000
– на кошении кукурузы	25,0	20,0	34,0	36,0	12,0
4. Ширина захвата, м					
– подборщика	2,2	2,2	1,85 2,6	3,0	2,2
– жатки для уборки грубостебельных культур	3,4	3,4	3,0	4,5	3,0
– жатки для уборки трав	4,2	4,2	4,2	5,0	3,4
5. Мощность двигателя, кВт	158,0	158,0	198 213	264	$N_{\text{вом}}$ до 120 кВт на уборке кукурузы при $q_{\text{н}} = 12 \text{ кг/с}$
6. Часовой расход топлива при номинальном режиме, кг/ч	38,7	38,7	48,5 52,2	64,7	
7. Вес, кН	72,8	76,9	66,3	109,0	Трактор класса 2,0–5,0
– измельчителя	6,1*	6,1*	15,3	–	31,6
– подборщика	–	–	6,4	–	6,4
– жатки для уборки трав	14,8	14,8	12,2	–	12,2
– жатки для уборки кукурузы	15,8	15,8	12,8	–	12,8

\* Самоходный подборщик-измельчитель

### 3. КОМПЛЕКТОВАНИЕ И ДВИЖЕНИЕ МАШИНО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

#### 3.1. РАСЧЕТ СОСТАВА АГРЕГАТА

При комплектации машинно-тракторных агрегатов необходимо подобрать машины, определить их количество и выбрать рациональный скоростной режим, чтобы агрегат обеспечивал высокое качество, наибольшую производительность и наименьшие затраты труда и средств при выполнении сельскохозяйственной работы.

Задача определения состава агрегата решается двумя способами: опытным и расчетным. Расчетный способ определения состава агрегата с учетом конкретных производственных условий, тягово-скоростных показателей трактора и агротехнологических свойств машин рассматривается ниже.

**Аналитический (расчетный) метод определения состава простого (прицепного) агрегата** предусматривает: сбор и обобщение исходных данных; подбор трактора и рабочих машин; выбор рабочих передач (основной и резервной); установление количества машин в агрегате и определение фронта сцепки; оценку правильности тягового расчета состава агрегата.

Расчет агрегата производится в следующей последовательности:

– для выбранной марки трактора по его тяговой характеристике (табл.1.6–1.16) строится потенциальная тяговая характеристика, которая является огибающей кривой максимальных значений тяговой мощности трактора по передачам (рис. 3.1, верхняя часть). В нижней части нанесена кривая скорости движения и номинальных тяговых усилий, соответствующих передачам потенциальной тяговой характеристики.

Так как оптимальными с точки зрения загрузки двигателя и производительности МТА являются передачи с наибольшей тяговой мощностью, а расчет ведется для 2–3-х передач, на потенциальной характеристике их ограничиваем вертикальными прямыми (в данном случае это II, III и IV передачи)

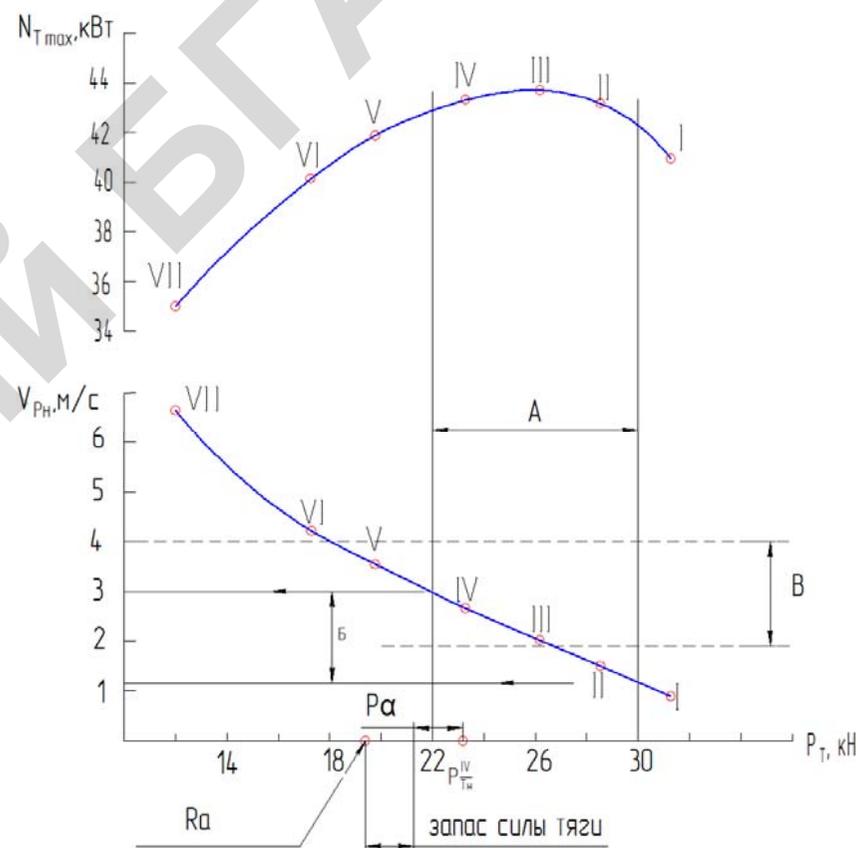


Рис. 3.1. Выбор передач и режима работы агрегата по потенциальной тяговой характеристике трактора:

A – зона рациональной тяговой характеристики трактора; B – интервал рациональных по нагрузке рабочих скоростей; B – интервал технологически допустимых скоростей для машины

(зона А), которые на кривой скорости отсекают интервал рациональных по нагрузке двигателя скоростей (зона Б). На шкале скоростей отмечаем диапазон агротехнически допустимых скоростей (зона В), который включает III, IV и V передачи, причем II передача не попадает в интервал В агротехнически допустимых скоростей, а V передача не входит в интервал Б скоростей рациональных по нагрузке двигателя. Поэтому расчет следует вести для III и IV передач, а V передачу можно использовать как резервную в случае недогрузки двигателя на основных (III и IV) передачах.

2. На выбранных передачах определяется номинальное тяговое усилие трактора с учетом угла склона и почвенных условий одним из следующих способов:

- по тяговой характеристике для данного агрегата. Так как тяговые характеристики снимают на ровных горизонтальных участках, определяем номинальное тяговое усилие с учетом худшего случая движения трактора на подъем:

$$P_{Тн}^{\alpha} = P_{Тн} - G \frac{i}{100}, \quad (3.1)$$

где  $P_{Тн}$  – номинальное тяговое усилие трактора на данной передаче по тяговой характеристике (табл. 1.6–1.16), кН;

$G$  – эксплуатационный вес трактора, кН.

В таблицах 1.6–1.16 приведены данные для двух фонов — стерни и поля, подготовленного под посев. Если расчеты ведутся для условий работы агрегата на каком-то другом фоне, рекомендуется использовать данные тяговой характеристики, фон которой больше соответствует фактическому, и в этом случае:

$$P_{Тн}^{\alpha} = P_{Тн} - G \left( f_{Тф} - f_{Т} + \frac{i}{100} \right), \quad (3.2)$$

где  $f_{Т}$  – коэффициент сопротивления качению трактора на том фоне (стерня или поле под посев), для которого используется тяговая характеристика (табл. 1.5);

$f_{Тф}$  – коэффициент сопротивления качению для фона, на котором работает трактор (табл. 1.5);

Расчет выполняется для случая  $f_{Тф} > f_{Т}$ , в противном случае справедлива формула 3.1;

- расчетным способом, когда отсутствуют справочные данные по тяговому усилию трактора  $P_{Тн}$ :

$$P_{Тн} = P_{дв} - G \left( f_{Тф} + \frac{i}{100} \right), \quad (3.3)$$

где  $P_{дв}$  – движущая сила агрегата, кН.

При достаточном сцеплении  $P_{дв} = P_{кн}$  и рассчитывается по формуле 1.21, при недостаточном —  $P_{дв} = F_{сц}$ .

Значения  $F_{сц}$ , в зависимости от типа движителя и числа ведущих колес, рассчитывается по формулам 1.27 или 1.29.

3. Определяется максимально возможная ширина захвата (м) агрегата:

$$b_{max} = \frac{P_{Тн}^{\alpha} \eta_{пр} - R_{сц}}{k_{0v} + g_m \frac{i}{100}}, \quad (3.4)$$

где  $R_{сц}$  – сопротивление сцепки, кН. Выбирается предварительно,  $R_{сц} \approx 1,5$ , кН;

$k_{0v}$  – удельное сопротивление машины, кН/м;

$g_m = G_m / b$  – удельный вес машины, приходящийся на метр захвата, кН/м (приведен в табл. 2.16 или рассчитывается);

$b$  – конструктивная ширина захвата машины, м.

$$k_{0v} = k_0 \left[ 1 + (v_p - v_0) \frac{\Delta_c}{100} \right], \quad (3.5)$$

где  $k_0$  – принимают по таблице 2.7.;

$\Delta_c$  – принимают по таблице 2.9;

$v_p$  – по наибольшему значению агротехнически допустимой скорости таблицы 2.5.

4. Выбираются тип, марка машины и определяется количество машин в агрегате:

$$n_M = b_{\max} / b. \quad (3.6)$$

Если получается дробное число, то число машин округляется в меньшую сторону.

5. Если при расчете  $n_M > 2$  и их можно агрегатировать с использованием сцепки, то определяется потребный фронт сцепки и выбирается ее марка (табл. 2.15)

$$b' = b(n_M - 1). \quad (3.7)$$

6. На каждой из выбранных передач определяется тяговое сопротивление агрегата

$$R_a = k_{0_i} b n_M + G_{\text{сц}} f_c \pm G_a \frac{i}{100}, \quad (3.8)$$

где  $G_a$  – вес агрегата, кН;

$$G_a = G_M n_M + G_{\text{сц}}, \quad (3.9)$$

где  $G_M$  – вес одной рабочей машины, кН.

7. Определяются показатели рациональности состава агрегата  $\eta_{p_r}$ ,  $\eta_{N_r}$ ,  $\eta_{N_c}$  (см. формулы 3.37–3.39).

8. Зная тяговое сопротивление агрегата, уточняется фактическая скорость движения на выбранных передачах по тяговым характеристикам или расчетным путем, как указано ниже (см. 3.32 и 3.33).

9. По формулам 4.4, 4.21, 4.24 определяются производительность агрегата, расход топлива и затраты труда на единицу выполненной работы на выбранных передачах.

За основную рабочую передачу принимают ту, где производительность выше, а расход топлива и затраты труда меньше. Более высокая и низкая передачи будут использоваться как резервные (движение под уклон, преодоление временных перегрузок и др.).

Состав навесного тягового агрегата определяют в такой же последовательности, как и прицепных, но с учетом догрузки трактора навесной машиной или сцепкой, т. е.:

$$b_{\max} = \frac{P_{T_n}^{\alpha} \eta_{p_r}}{k_{0_n} + g_M \left( \lambda f_T + \frac{i}{100} \right) + g_{\text{сц}} \left( f_T + \frac{i}{100} \right)}, \quad (3.10)$$

где  $k_{0_n}$  – удельное сопротивление навесной машины, кН/м;

$$k_{0_n} = (0,8 - 0,85) k_0;$$

$\lambda$  – коэффициент, учитывающий величину догрузки трактора при работе с навесными машинами (при пахоте  $\lambda = 0,5-1,0$ ; при культивации  $\lambda = 1,0-1,5$ ; при глубоком рыхлении  $\lambda = 1,6-2,0$ ).

Тяговое сопротивление навесного агрегата:

$$R_{a_n} = b n_M \left[ k_{0_n} + g_M \left( \lambda f_T \pm \frac{i}{100} \right) \right] + G_c \left( f_T \pm \frac{i}{100} \right). \quad (3.11)$$

**Расчет состава комплексных тяговых агрегатов.** Так как такой агрегат состоит из машин различных типов, то предельная ширина захвата равна:

$$b_{\max} = \frac{P_{T_n}^{\alpha} \eta_{p_r} - R_{\text{сц}}}{\sum \left( k_{0_i} + g_{M_i} \frac{i}{100} \right)}, \quad (3.12)$$

где  $k_{0_i}$ ,  $g_{M_i}$  – соответственно удельное тяговое сопротивление (кН/м) и удельный вес (кН/м)  $i$ -й машины, входящей в состав комплексного агрегата.

Количество машин каждого типа в агрегате определяется из выражения:

$$n_{M_i} = b_{\max} / b_i, \quad (3.13)$$

где  $b_i$  – ширина захвата машины  $i$ -й марки, м.

При этом общая ширина захвата каждого типа машин в агрегате должна быть примерно одинакова и равняться ширине захвата комплексного агрегата, т. е.:

$$b \approx b_1 n_{M_1} \approx b_2 n_{M_2} \approx \dots b_i n_{M_i}. \quad (3.14)$$

Тяговое сопротивление комплексного агрегата определяется по формуле:

$$R_a = \sum k_{0i} b_i n_{M_i} + G_{\text{цп}} f_c \pm \sum G_{M_i} n_{M_i}. \quad (3.15)$$

**Особенности расчета пахотного агрегата.** При расчете простого пахотного агрегата определяют число плужных корпусов, которые нормально загрузят трактор на выбранной передаче (с округлением до ближайшего целого числа в меньшую сторону)

$$n_k = \frac{P_{T_n}^a \eta_{p_T}}{k_{\text{пл}} a b_k + c g_{\text{п}} b_k \frac{i}{100}}, \quad (3.16)$$

где  $k_{\text{пл}}$  – удельное сопротивление почв при вспашке (табл. 2.8), кН/м<sup>2</sup>;

$a$  – глубина вспашки, м;

$b_k$  – ширина захвата корпуса плуга, м;

$c$  – поправочный коэффициент, учитывающий вес почвы на корпусах плуга. В зависимости от глубины вспашки  $c$  изменяется от 1,1 до 1,4 (при  $a = 0,22-0,25$  м он равен примерно 1,2);

$g_{\text{п}}$  – удельный вес плуга, который предполагается агрегатировать с данным трактором на данном фоне (табл. 2.16), кН/м.

Тяговое сопротивление плуга (кН) будет равно:

$$R_{\text{пл}} = k_{\text{пл}} a b_k n_k \pm c G_{\text{пл}} \frac{i}{100}. \quad (3.17)$$

При расчете состава комплексного (комбинированного) пахотного агрегата количество плужных корпусов в агрегате определяется по формуле:

$$n_k = \frac{P_{T_n}^a \eta_{p_T}}{\left( k_{\text{пл}} a + c g_{\text{п}} \frac{i}{100} + k_0 + g_M \frac{i}{100} \right) b_k}, \quad (3.18)$$

где  $k_0$  – удельное тяговое сопротивление машины (табл. 2.7), идущей в агрегате за плугом, кН/м;

$g_M$  – удельный вес дополнительной машины (табл. 2.16), кН/м.

Количество дополнительных машин (зубовых борон, катков и др.), входящих в состав пахотного агрегата (с округлением до ближайшего большего целого числа):

$$n_M = n_k b_k / b. \quad (3.19)$$

Общее тяговое сопротивление агрегата (кН) определяется по зависимости:

$$R_a = R_{\text{пл}} + n_M \left( k_0 b \pm G_M \frac{i}{100} \right), \quad (3.20)$$

где  $R_{\text{пл}}$  – тяговое сопротивление плуга (формула 3.13), кН;

$b$  – ширина захвата дополнительной машины, м.

**Расчет состава тягово-приводных агрегатов.** Здесь возможны два случая: а) комплектование одномашинных агрегатов с различной шириной захвата (например, 4-, 6-, 8-рядных и т. д.); б) комплектование многомашинных тягово-приводных агрегатов.

*Одномашинные агрегаты.* Так как у тягово-приводного агрегата часть мощности ( $N_{\text{вом}}$ ) затрачивается на привод рабочих органов машины, то максимальная ширина захвата (м) будет равна:

$$b_{\text{max}} = \frac{P_{T_n}^a \eta_{p_T}}{k'_{0_{\text{пр}}} + g_M \frac{i}{100}}, \quad (3.21)$$

где  $P_{T_n}^a$  – тяговое усилие трактора на данной передаче, необходимое для передвижения тягово-приводной машины, подсчитанное по формуле 1.37, кН;

$k'_{0_{\text{пр}}}$  – удельное тяговое сопротивление тягово-приводной машины,

принимается по таблице 2.7, кН/м и уточняется по формуле 2.4.

Подбирается ближайшая по ширине захвата машина (с округлением в меньшую сторону).

В тех случаях, когда по условиям агрегатирования возможно комплектование *многомашинных тягово-приводных агрегатов*, определяется количество машин в агрегате (с округлением до целого числа в меньшую сторону).

$$n_M = \frac{P_{T_n}^{\alpha} \eta_{пр} - R_{сц}}{R_M}, \quad (3.22)$$

где  $R_M$  – тяговое сопротивление одной машины, кН (см. раздел 2, формула 2.5).

Общее сопротивление тягово-приводного агрегата определяется по формуле:

$$R_{а,пр} = R_M \cdot n_M + R_{сц}. \quad (3.23)$$

Дальнейший порядок расчета аналогичен тяговому агрегату.

**Расчет транспортных машинно-тракторных агрегатов.** Метод комплектования агрегата в основном совпадает с тем, который применяется при определении состава МТА для выполнения технологических операций. Вместо числа рабочих машин здесь определяют число прицепов в составе поезда, которые может транспортировать трактор по дороге на одной из высоких передач.

В первую очередь на транспортных передачах определяют максимально допустимый вес тракторного поезда  $G_{max}$  (кН) с учетом угла склона и повышенного сопротивления при трогании с места по формулам:

$$G_{max} = \frac{P_{кн} - G f_T a_{тр}}{f_{пр} a_{пр}} \quad (3.24)$$

или

$$G_{max} = \frac{P_{T_n} - G f_T (a_{тр} - 1)}{f_{пр} a_{пр}}, \quad (3.25)$$

где  $P_{кн}$  – номинальная касательная сила тяги трактора, кН;

$G$  – вес трактора, кН;

$f_{пр}$  – коэффициенты сопротивления качению трактора и прицепа (табл. 1.5 и 3.1);

$a_{тр}$ ,  $a_{пр}$  – коэффициенты, учитывающие повышение сопротивления движению трактора и прицепа при трогании с места (табл. 3.2);

$P_{T_n}$  – номинальное тяговое усилие трактора (табл. 1.6–1.16), кН.

Таблица 3.1

Значения  $f_{пр}$  и  $\mu$  для транспортных агрегатов

Группа дорог	$f_{пр}$	$\mu$	
		для гусеничных тракторов	для колесных тракторов
I	0,05	0,9–1,0	0,7–0,8
II	0,08	0,7–0,8	0,5–0,6
III	0,15	0,4–0,6	0,3–0,4

Примечание. Классификация дорог приведена в главе 6.

Таблица 3.2

Значения коэффициентов  $a_{пр}$  и  $a_{тр}$

Дорожные условия	$a_{пр}$	$a_{тр}$
Асфальт, асфальтобетон	1,5	–
Сухая грунтовая дорога	1,8	2,48
Переувлажненная грунтовая дорога	1,76	1,84
Вспаханное поле	1,87	2,12

Учитывая ограничения на количество прицепов в составе тракторного транспортного агрегата  $n_{пр}$ , при  $n_{пр} = 1$

$$G_{max} = G_{пр} + 10q_n \gamma_c, \quad (3.26)$$

где  $G_{пр}$  – вес прицепа, кН;

$q_n$  – номинальная грузоподъемность прицепа, т;

$\gamma_c$  – коэффициент использования грузоподъемности прицепа (см. раздел 6).

Среднее сопротивление транспортного агрегата:

$$R_a^{TP} = G_{\max} \left( f_{\text{пр}} \pm \frac{i}{100} \right). \quad (3.27)$$

В условиях недостаточного сцепления в формулу 3.20 вместо  $P_{\text{кн}}$  следует подставить номинальное значение силы сцепления трактора с почвой  $F_{\text{сн}}$  (см. раздел 1).

В том случае, когда состав транспортного агрегата известен заранее, расчет сводится к выбору низшей передачи для преодоления максимального подъема при трогании с места на участке движения, исходя из неравенства:

$$P_{\text{тн}} \geq G_{\text{пр}}^{TP} \left( f_{\text{пр}} a_{\text{пр}} + \frac{i}{100} \right) + G \left[ f_{\text{т}} (a_{\text{тр}} - 1) + \frac{i}{100} \right]. \quad (3.28)$$

По тяговой характеристике или справочным данным находится необходимая передача для преодоления максимального подъема. По величине  $R_a^{TP}$  (формула 3.27) находят аналогичным образом основные транспортные передачи.

При составлении тракторного транспортного агрегата с использованием его на дорогах общего пользования следует учитывать требования правил дорожного движения, раздел «Буксировка транспортных средств», которым запрещается буксировать более одного прицепа. (Пункт 193.6, с. 37 «Правила дорожного движения» Республика Беларусь, Минск, 2008).

Поэтому рекомендуется на транспортных работах использовать один прицеп с максимально возможной грузоподъемностью.

При большой массе прицепа (поезда) и недостаточной силе сцепления трактора с полотном дороги, в случае перехода от движения на ровной местности к движению на подъем, возможно стаскивание трактора назад, а при спуске – наезд прицепа на трактор. Достаточность силы сцепления для преодоления подъема (особенно при трогании с места на переувлажненной грунтовой дороге, влажной стерне, снежной дороге и др.) проверяют по выражению:

$$F_{\text{сн}} - G \left( f_{\text{т}} a_{\text{тр}} + \frac{i}{100} \right) \geq G_{\text{пр}}^{TP} \left( f_{\text{пр}} a_{\text{пр}} + \frac{i}{100} \right). \quad (3.29)$$

Номинальное значение сцепления  $F_{\text{сн}}$  (кН) для трактора с прицепами находят по уравнениям 1.27 или 1.29, а с полуприцепами – по уравнению:

$$F_{\text{сн}} = \left( G_{\text{сц}} + \frac{L + l_{\text{пр}}}{l} G_{\text{доп}} \right) \mu, \quad (3.30)$$

где  $l_{\text{пр}}$  – расстояние от прицепной серьги до вертикальной плоскости, проходящей через ось ведущих колес трактора, м;

$G_{\text{сц}}$  – сцепной вес трактора, кН;

$G_{\text{доп}}$  – нагрузка полуприцепа на прицепную серьгу трактора, кН;

$\mu$  – коэффициент сцепления движителей транспортного агрегата с дорогой (табл. 3.1).

Условием проходимости тракторного поезда на труднопроходимых участках маршрута является соблюдение следующей зависимости:

$$\frac{G_{\text{сц}}}{G_{\max}} \geq \frac{f_{\text{пр}} + \frac{i}{100}}{\mu}. \quad (3.31)$$

**Обоснование режима работы агрегатов.** После расчета состава агрегата уточняется фактическая скорость движения на основной рабочей передаче (или нескольких передачах) расчетным путем или по тяговым характеристикам трактора.

1. Рабочую скорость движения агрегата на выбранной передаче в общем случае можно определить по уравнению:

$$v_p = v_t \left( 1 - \frac{\delta}{100} \right) \frac{n}{n_n}, \quad (3.32)$$

где  $v_T = \frac{6,28r_k n_H}{i_T}$  – теоретическая скорость движения, м/с;

$\delta$  – буксование движителей, %. Берется по тяговой характеристике для данного фона при  $P_T = R_a$  (табл. 1.6–1.16);

$r_k$  – радиус качения колеса (табл. 1.2), м;

$n_H$  – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя (табл. 1.2),  $c^{-1}$ ;

$i_T$  – передаточное число трансмиссии на данной передаче (таблица 1.2).

Действительная частота вращения коленчатого вала  $n$  определяется по уравнению:

$$n = n_H + (n_x - n_H) \frac{P_{H.c} + P_{H.з}}{P_{KH}}, \quad (3.33)$$

где  $n_x$  – максимальная частота вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу (табл. 1.1),  $c^{-1}$ ;

$P_{H.c} = P_{KH} - F_{cH}$  – сила, не используемая по сцеплению, кН;

$P_{H.з} = P_{Tн} - R_a$  – сила, не используемая по условиям загрузки трактора, кН;

$R_a$  – сопротивление агрегата в кН. Для тягово-приводных агрегатов необходимо брать  $R_{aпр}$  и  $P'_{Tн}$ .

Расчет сил  $P_{KH}$ ,  $F_{cH}$ ,  $P'_{Tн}$  дан в подразделе 1.2. Аналогичным образом определяется скорость движения агрегата на холостом ходу, учитывая, что  $\delta = \delta_x$ , а  $n = n_x$ .

2. Тяговая характеристика трактора, заданная в виде таблицы или графика (см. раздел 1), дает возможность: а) определить скорость движения агрегата на рабочем  $v_p$  и холостом  $v_x$  режимах на выбранных передачах; б) подобрать рабочую и резервные передачи.

**Определение скорости движения.** Зная сопротивление агрегата  $R_a$  (для тягово-приводных –  $R_{aпр}$ ) на основной рабочей передаче, по графику (рис. 3.2) находят действительную скорость движения  $v_p$  и часовой расход топлива  $G_{Tp}$ . При этом должно соблюдаться условие, что сопротивление агрегата  $R_a$  ( $R_{aпр}$ ) не должно превышать тяговых возможностей трактора, т. е.:

$$R_a \leq \eta_{pT} \left( P_{Tн} - G \frac{i}{100} \right), \quad (3.34)$$

где  $\eta_{pT}$  – коэффициент использования номинальной силы тяги трактора (табл. 3.3).

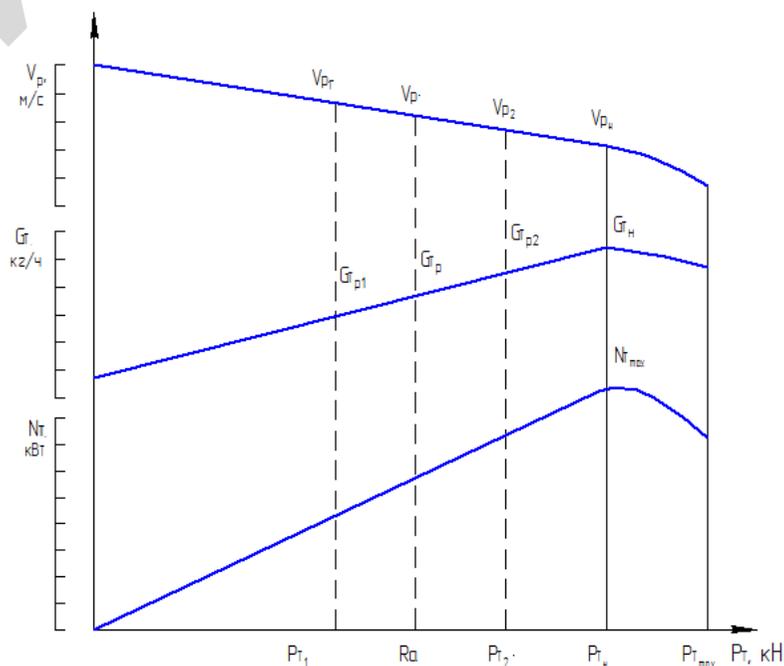


Рис. 3.2. Определение рабочей скорости агрегата и часового расхода топлива по тяговой характеристике трактора

Для тех же целей можно использовать непосредственно таблицы тяговых характеристик (табл. 1.6–1.16). Они содержат тяговые показатели тракторов на основном скоростном режиме (т. е. при полной подаче топлива) при различной степени загрузки двигателя  $0,8N_{T_{\max}}$ ,  $0,9N_{T_{\max}}$ ,  $N_{T_{\max}}$ , что упрощает проведение эксплуатационных расчетов.

Таблица 3.3

Значения коэффициента использования тягового усилия трактора

Виды работ	Оптимальные значения $\eta_{p_t}$
Вспашка легких и средних почв ( $k_{пл} \leq 55$ кПа)	0,92–0,95
Вспашка тяжелых почв ( $k_{пл} > 55$ кПа)	0,88–0,90
Вспашка уплотненных пересохших и каменистых почв	0,80–0,92
Культивация сплошная	0,92–0,94
Боронование	0,93–0,95
Обработка плоскорезами	0,90–0,93
Лущение дисковыми лущильниками	0,94–0,96
Посев дисковыми сеялками	0,95–0,97

Чтобы определить действительную скорость движения агрегата на выбранной передаче, необходимо по таблицам 1.6–1.16 тяговых характеристик взять два значения тягового усилия  $P_{T_1}$  и  $P_{T_2}$  с таким условием, чтобы сопротивление агрегата  $R_a$  ( $R_{a_{np}}$ ) находилось между ними, т. е.  $P_{T_1} < R_a < P_{T_2}$  (рис. 3.2). Это могут быть значения  $0,8N_{T_{\max}}$  и  $0,9N_{T_{\max}}$  или  $0,9N_{T_{\max}}$  и  $N_{T_{\max}}$ . Рабочая скорость и часовой расход топлива определяются по уравнениям:

$$v_p = v_{p_1} - \frac{(v_{p_1} - v_{p_2})(R_a - P_{T_1})}{P_{T_2} - P_{T_1}}, \quad (3.35)$$

$$G_{T_p} = G_{T_{p_1}} + \frac{(G_{T_{p_2}} - G_{T_{p_1}})(R_a - P_{T_1})}{P_{T_2} - P_{T_1}}, \quad (3.36)$$

где  $v_{p_1}$ ,  $v_{p_2}$  – скорость трактора при соответствующих значениях  $P_{T_1}$  и  $P_{T_2}$ ;

$G_{T_{p_1}}$ ,  $G_{T_{p_2}}$  – часовой расход топлива при тех же значениях тягового усилия.

Аналогично можно подсчитать скорость движения  $v_0$  и часовой расход топлива  $G_{T_x}$  при холостом ходе агрегата. В этом случае сопротивление агрегата  $R_x$  (см. раздел 2) может быть промежуточным значением между  $P_T = 0$  и  $0,8N_{T_{\max}}$ , т. е. в формулах 3.35 и 3.36 вместо  $R_a$  подставляют  $R_x$  и  $P_{T_1} = 0$ .

**Выбор передачи.** При известном составе агрегата определяют его тяговое сопротивление  $R_a$  и  $R_{a_{np}}$  (см. раздел 2 и 3) и по тяговой характеристике, используя зависимость (3.34), подбирают возможную ближайшую передачу. Затем по тяговой характеристике или по формулам 3.35 и 3.36 находят скорость движения  $v_p$  и часовой расход топлива  $G_{T_p}$ , как было изложено выше.

Если окажется, что на данной передаче скорость выше допустимой по агротехническим требованиям или технологическим возможностям машины (пропускной способности), то необходимо перейти на низшую передачу (если  $R_a \approx (0,85 - 0,95)P_{T_n}$ ) или на частичный режим с уменьшенной подачей топлива на этой передаче (если  $R_a$  было значительно меньше  $R_{T_n}$ ) и в соответствии с новым режимом определить рабочую скорость и часовой расход топлива.

**Работа на частичном режиме.** Иногда при работе двигателя на основном скоростном режиме на выбранной передаче трактор значительно недогружен, а переход на более высокую передачу невозможен из-за ограничения скорости по агротехническим требованиям. В таких условиях следует проверить возможность работы агре-

гата на повышенной передаче на частичном режиме работы двигателя, т. е. с уменьшенной подачей топлива.

Например, на III передаче трактор значительно недогружен по тяговому усилию  $R_a < P_{T_n}^{III}$  и тяговой мощности  $N_{T_p}^{III} < N_{T_{max}}^{III}$ , а переход на IV передачу невозможен из-за того, что скорость движения на ней превышает агротехнически допустимую, т. е.  $v_{p_{max}}^{agr} < v_p^{IV}$  (рис. 3.3). Для определения возможности работы агрегата на частичном режиме следует выполнить некоторые графические построения. Можно допустить, что с достаточной для практических целей точностью линии, показывающие изменение скорости и часового расхода топлива, на частичном режиме будут проходить параллельно основному скоростному режиму.

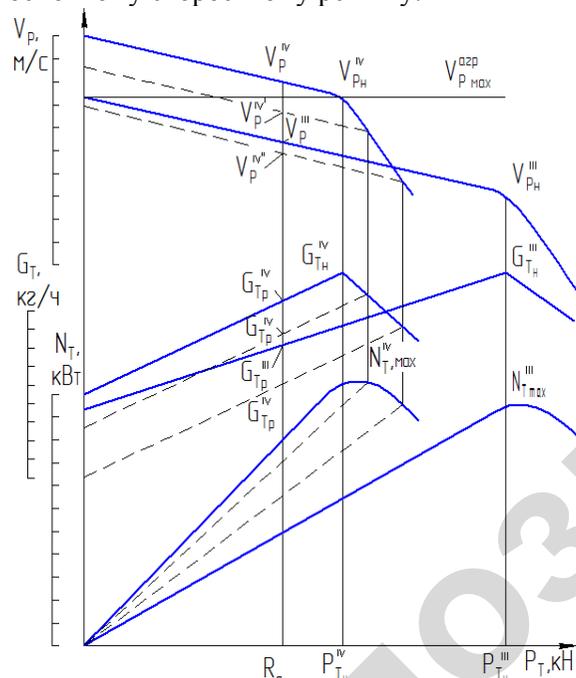


Рис. 3.3. Выбор рабочей передачи с использованием тяговых характеристик трактора на различных скоростных режимах работы двигателя  
 ————— основным; - - - - - частичном

Как видно из графика (рис. 3.3), переход на частичный режим позволяет получить такие значения скорости, которые не превышают  $v_{p_{max}}^{agr}$ , т. е. можно работать на IV передаче. При этом значительно экономится топливо, так как  $G_{T_p}^{IV'} < G_{T_p}^{III'}$ , а производительность фактически не изменится, так как на частичном режиме скорость движения агрегата на IV передаче практически одинакова, как и на III передаче основного режима.

Такой переход на частичный режим возможен при работе тягово-приводных агрегатов с синхронным приводом ВОМ.

**Оценка правильности расчета агрегата.** Для оценки правильности расчета состава агрегата и выбора рабочей передачи трактора необходимо определить следующие показатели:

1. Коэффициент использования тягового усилия трактора:

$$\eta_{p_t} = \frac{R_a}{P_{T_n}^\alpha} \quad (3.37)$$

Оптимальные значения этого коэффициента приведены в таблице 3.3.

Если окажется, что  $\eta_{p_t}$  выше оптимального по таблице 3.3, то необходимо перейти на низшую передачу, увеличить  $P_{T_n}^\alpha$  или уменьшить ширину захвата агрегата за счет количества машин, либо использовать машины с меньшей шириной захвата (уменьшить  $R_a$ ).

2. Коэффициент использования тяговой мощности трактора:

$$\eta_{N_t} = \frac{N_t}{N_{T_{max}} - N_a} \quad (3.38)$$

где  $N_t = R_a v_p$  — мощность, необходимая для агрегатирования, кВт;

$N_{T_{\max}}$  – максимальная тяговая мощность трактора, кВт. Берется по тяговой характеристике или рассчитывается по выражению  $N_{T_{\max}} = P_{T_n} v_{p_n}$ ;

$N_{\alpha} = v_p G \frac{i}{100}$  – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления подъему трактора, кВт.

Если расчеты проведены верно, то всегда  $\eta_{N_T} > \eta_{p_T}$ .

Для тягово-приводных агрегатов вместо  $\eta_{p_T}$  и  $\eta_{N_T}$  определяют коэффициент загрузки двигателя по мощности или крутящему моменту двигателя.

3. Коэффициент загрузки двигателя по мощности:

$$\eta_{N_c} = \frac{N_{e_p}}{N_{e_n}} \quad (3.39)$$

Мощность, на которую загружен двигатель на рабочем режиме, определяется по выражению:

$$N_{e_p} = \frac{(R_a + P_f + P_{\alpha})v_p}{\eta_{M_T}\eta_{\delta}} + \frac{N_{\text{ВОМ}}}{\eta_{\text{ВОМ}}}, \quad (3.40)$$

где  $\eta_{\delta} = 1 - \frac{\delta}{100}$  – КПД буксования.

4. Коэффициент загрузки двигателя может быть определен по крутящему моменту:

$$\eta_{M_c} = \frac{M_{e_p}}{M_{e_n}}, \quad (3.37)$$

где  $M_{e_p}$  – средний крутящий момент двигателя при соответствующей нагрузке.

Зная частоту вращения коленчатого вала двигателя  $n$ , его можно определить по регуляторной характеристике (табл. 1.1).

Допустимое значение этого коэффициента можно определить по формулам 1.17 и 1.18.

Фактическую загрузку трактора проверяют на пробной работе в загоне по частоте вращения коленчатого вала двигателя с помощью тахоспидометра, которым оснащаются современные тракторы.

## 3.2. РАСЧЕТ ТЯГОВО-ПРИВОДНЫХ И САМОХОДНЫХ УБОРОЧНЫХ АГРЕГАТОВ

При комплектовании машинно-тракторных агрегатов исходят из наличного состава тракторов и машин, рекомендаций разработчиков тракторов и машин по их агрегатированию, а также практического опыта работы подобных агрегатов в условиях хозяйства. Поэтому считается, что состав агрегата известен, и расчет в этом случае сводится к выбору рационального скоростного режима при оптимальных технико-эксплуатационных показателях работы МТА.

Скоростной режим работы агрегата может ограничиваться следующими тремя факторами: агротехническими требованиями (качество работы), пропускной способностью основного рабочего органа и мощностью двигателя.

В связи с этим сначала по справочным данным (инструкциям, рекомендациям) определяют агротехнически допустимую скорость движения данного агрегата  $v_{p_{\max}}^{\text{агр}}$  (табл. 2.5).

Затем определяют максимально допустимую скорость движения агрегата (м/с) исходя из пропускной способности основного рабочего органа (молотилки, измельчающего аппарата и т. д.):

$$v_{p_{\max}}^g = \frac{10q_H}{b_p H}, \quad (3.42)$$

где  $q_H$  – допустимая (номинальная) пропускная способность машины (табл. 2.6), кг/с;

$H$  – биологическая урожайность культуры, норма внесения материала и т. д., т/га.

Биологическую урожайность культуры (т/га) определяют по формуле

$$H = h(1 + \delta_2), \quad (3.43)$$

где  $h$  – урожайность основной продукции (зерна и т. д.), т/га;

$\delta_2$  – доля побочной продукции (соломы, половы и т. п.).

Данные о соотношении основной и побочной продукции приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4

Примерное соотношение между выходом основной, побочной (сопряженной) продукции

Сельскохозяйственная культура и продукция	Соотношение
Зерно и солома:	
озимая рожь	1 : (1,2–1,5)
озимая пшеница	1 : (1,0–1,3)
ячмень	1 : (1,0–1,2)
овес	1 : (1,2–1,3)
бобовые	1 : (1,0–1,2)
гречиха	1 : (1,5–1,8)
Льноволокно и соломка	1 : 5
Льноволокно и треста	1 : (4–4,5)
Свекла сахарная (корни и ботва)	1 : 0,5
Свекла кормовая (корни и ботва)	1 : 0,4
Картофель (клубни и ботва)	1 : 0,3
Многолетние травы (сено и зеленая масса)	1 : 4,5

Иногда в справочных данных вместо пропускной способности дается производительность машины  $W_{\text{ч}}$  в т/ч. В этом случае

$$q_{\text{н}} = \frac{W_{\text{ч}}}{3,6}, \text{ кг/с.}$$

После этого проверяют возможность работы агрегата со скоростью  $v_{\text{p}} = v_{\text{pmax}}^q$  при допустимой по мощности загрузке двигателя трактора или самоходной машины.

Для тягово-приводного агрегата:

$$N_{\text{eп}} = \frac{(R_{\text{м}} + P_{\text{f}} + P_{\text{а}})v_{\text{pmax}}^q}{\eta_{\text{мг}}\eta_{\delta}} + \frac{N_{\text{вОМ}}}{\eta_{\text{вОМ}}}; \quad (3.44)$$

для самоходного машинного агрегата:

$$N_{\text{eп}} = \frac{R_{\text{м}}v_{\text{pmax}}^q}{\eta_{\text{мг}}\eta_{\delta}\eta_{\text{рп}}\eta_{\text{гп}}} + \frac{N_{\text{вОМ}}}{\eta_{\text{вОМ}}}, \quad (3.45)$$

где  $\eta_{\text{рп}}$  – КПД клиноременной передачи от ведущего шкива на валу двигателя (табл. 1.3);

$R_{\text{м}}$  – сопротивление машины (агрегата), кН;

$\eta_{\text{гп}}$  – КПД гидропривода (табл. 1.3);

$\eta_{\text{вОМ}}$  – КПД ВОМ ( $\eta_{\text{вОМ}} = 0,94-0,96$ ).

Зависимости для определения сопротивления машины (агрегата)  $R_{\text{м}}$  и затрат мощности на привод ВОМ  $N_{\text{вОМ}}$  приведены в разделе 2.

При  $N_{\text{eп}} < N_{\text{eн}}$  агрегат должен работать на скорости не выше  $v_{\text{pmax}}^q$ . Если же  $N_{\text{eп}} > N_{\text{eн}}$ , то необходимо определить максимальную допустимую скорость движения  $v_{\text{pmax}}^{N_{\text{e}}}$  (м/с) исходя из мощности двигателя.

В этом случае агрегат будет работать на скорости, не превышающей  $v_{\text{pmax}}^{N_{\text{e}}}$ . При этом рабочая скорость не должна превышать агротехнически допустимую  $v_{\text{pmax}}^{\text{ар}}$ .

Для тягово-приводного агрегата:

$$v_{P_{\max}}^{\text{агр}} = \frac{\left( N_{e_n} \eta_{N_e} - \frac{N_{\text{ВОМ}}}{\eta_{\text{ВОМ}}} \right) \eta_{\text{МГ}} \eta_{\delta}}{R_{\text{М}} + G \left( f_{\text{T}} + \frac{i}{100} \right)}. \quad (3.46)$$

Для самоходного агрегата:

$$v_{P_{\max}}^{N_e} = \frac{\left( N_{e_n} \eta_{N_e} - \frac{N_{\text{ВОМ}}}{\eta_{\text{ВОМ}}} \right) \eta_{\text{МГ}} \eta_{\delta} \eta_{\text{рп}} \eta_{\text{гп}}}{R_{\text{М}}}, \quad (3.47)$$

где  $\eta_{N_e}$  – допустимый коэффициент загрузки двигателя по мощности ( $\eta_{N_e} \approx 0,80 - 0,95$ );

$N_{\text{ВОМ}} = N_{\text{ВОМ}_p} + N_{\text{ВОМ}_x} + N_{\text{ВОМ}_d}$  – суммарная мощность, затрачиваемая на работу ВОМ (раздел 2), кВт;

$\eta_{\text{МГ}}$  – КПД трансмиссии. Ориентировочно можно принять для современных колесных тракторов  $\eta_{\text{МГ}} = 0,85 - 0,9$ , гусеничных —  $\eta_{\text{МГ}} = 0,82 - 0,88$ .

В том случае, когда в справочных данных приводятся удельные затраты мощности на технологический процесс  $N_{\text{уд}}$  в кВт/кг/с (табл. 2.14), более точно эту скорость (м/с) можно определить по формулам:

– тягово-приводной агрегат:

$$v_{P_{\max}}^{N_e} = \frac{N_{e_n} \eta_{N_e} - \frac{N_{\text{ВОМ}_x} + N_{\text{ВОМ}_d}}{\eta_{\text{ВОМ}}}}{R_{\text{М}} + G \left( f_{\text{T}} + \frac{i}{100} \right)} \cdot \frac{N_{\text{уд}} b_p H}{\eta_{\text{МГ}} \eta_{\delta} + 10 \eta_{\text{ВОМ}}}; \quad (3.48)$$

– самоходный агрегат:

$$v_{P_{\max}}^{N_e} = \frac{N_{e_n} \eta_{N_e} - \frac{N_{\text{ВОМ}_x} + N_{\text{ВОМ}_d}}{\eta_{\text{ВОМ}}}}{R_{\text{М}}} \cdot \frac{N_{\text{уд}} b_p H}{\eta_{\text{МГ}} \eta_{\delta} \eta_{\text{рп}} \eta_{\text{гп}} + 10 \eta_{\text{ВОМ}}}. \quad (3.49)$$

**Особенности расчета некоторых агрегатов.** В зависимости от свойств обрабатываемого материала, технических возможностей машин и их конструктивных особенностей существуют некоторые отличия при расчете агрегатов.

**Самоходные зерноуборочные комбайны.** Допустимая пропускная способность молотилки зерноуборочного комбайна (кг/с) определяется в зависимости от урожайности, солоmistости и влажности убираемой культуры:

$$q_d = 0,6 a_1 q_n \left( 1 + b_1 \frac{h_3 - 4}{4} \right) \left( 1 + \frac{1}{\delta_c} \right) [1 - 0,03(W_{\phi} - 15)], \quad (3.50)$$

где  $a_1$  – коэффициент, учитывающий обмолачиваемость культур. Он равен: для безостых легкообмолачивающих культур  $a_1 = 1$ , для труднообмолачиваемых культур (остистых и др.) при обмолоте однопарабанными комбайнами  $a_1 = 0,70$  и  $a_1 = 0,75$  – при обмолоте двухпарабанными комбайнами;

$q_n$  – номинальная (паспортная) пропускная способность молотилки (табл. 2.6), кг/с;

$b_1$  – коэффициент, учитывающий тип молотильного устройства комбайна. Для однопарабанных комбайнов  $b_1 = 0,30$ , для двухпарабанных комбайнов  $b_1 = 0,27$ ;

$h_3$  – урожайность зерна, т/га;

$\delta_c$  – доля побочной продукции (соломы, половы). Примерные значения этого коэффициента даны в таблице 3.4;

$W_\phi$  – фактическая влажность хлебной массы, %.

Допустимую пропускную способность комбайна (кг/с) можно определить более просто, используя зависимость:

$$q_d = q_n k_c k_\omega k_3 k_\Pi, \quad (3.51)$$

где  $q_n$  – номинальная пропускная способность (в зависимости от вида убираемой культуры), кг/с;

$k_c$ ,  $k_\omega$ ,  $k_3$ ,  $k_\Pi$  – коэффициенты, учитывающие соответственно влияние соломистости, влажности, засоренности и полеглости убираемой хлебной массы (табл. 3.5), или коэффициент  $k_c = 0,6 \left( \frac{1 + \delta_c}{\delta} \right)$ .

Буксование движителей колесных зерноуборочных комбайнов в зависимости от скорости движения составляет примерно 3–5 %, гусеничных — 1–3 %. КПД механической трансмиссии комбайнов можно принять равным 0,83; на полугусеничном ходу – 0,75. Для комбайнов с гидрообъемным приводом этот показатель составляет 0,68.

Затраты мощности  $N_{\text{вoм}_x}$  и  $N_{\text{вoм}_d}$ , а также удельные затраты мощности  $N_{\text{уд}}$  (кВт/кг/с) на технологический процесс при различных значениях пропускной способности  $q_d$  (кг/с) приведены в разделе 2 (табл. 2.6).

Основные данные по зерноуборочным комбайнам приведены в таблице 2.17.

Значение коэффициентов, учитывающих изменение пропускной способности комбайнов

От влажности хлебной массы	$W, \%$	10–15	16–20	21–25	26–30	31–35		
	$k_\omega$	1,0	0,9	0,7	0,45	0,26		
От засоренности хлебостоя	$z, \%$	5–10	11–20	21–30	31–40	41–50	51–60	св.60
	$k_3$	1,0	0,9	0,85	0,81	0,77	0,73	0,69
От полеглости хлебостоя	Характер полеглости	Слабая (работа возможна с трех сторон)		Средняя (работа возможна с двух сторон)		Сильная (работа возможна с одной стороны)		
	$k_\Pi$	0,75		0,63		0,50		

**Льноуборочные машины с вязальным аппаратом.** Допустимая рабочая скорость по пропускной способности вязального аппарата (м/с) определяется по выражению:

$$v_{\text{Pmax}}^q = \frac{q_n}{Ab_p}, \quad (3.52)$$

где  $q_n$  – пропускная способность вязального аппарата, которая составляет 4000–4500 стеблей в секунду.  $A$  – густота стеблестоя льна. В зависимости от состояния посевов  $A \approx 1500$ –2200 стеблей/м<sup>2</sup>.

При этом рабочая скорость  $v_p = v_{\text{Pmax}}^q$ , если  $v_{\text{Pmax}}^q \leq v_{\text{Pmax}}^{\text{agr}}$  и  $v_p = v_{\text{Pmax}}^{\text{agr}}$ , если  $v_{\text{Pmax}}^q > v_{\text{Pmax}}^{\text{agr}}$ .

Так как при работе льноуборочного агрегата (комбайна) в его состав входит прицеп для сбора вороха, то загрузка двигателя трактора (кВт) будет равна:

$$N_{e_p} = \frac{(R_m + R_m^{\text{pp}} + P_f + P_a) v_p}{\eta_{\text{MГ}} \eta_\delta} + \frac{N_{\text{вoм}}}{\eta_{\text{вoм}}}, \quad (3.53)$$

где  $R_M = k_0 b + G_M \frac{i}{100} + 1,3 \cdot 10^{-4} A v_p$  – тяговое сопротивление льноуборочного комбайна, кН;

$R_M^{np}$  – сопротивление прицепа с грузом (формула 3.59), кН;

$P_f, P_\alpha$  – сопротивление качению и подъему трактора (формулы 1.31 и 1.32) кН;

$k_0$  – удельное сопротивление комбайна, кН/м.

Затраты мощности (кВт) на привод ВОМ можно принять по таблице 2.13 или определить расчетным путем:

$$N_{\text{ВОМ}} = 6,28 n_{\text{ВОМ}} (M_{\text{ВОМ}_x} + M_{\text{ВОМ}_p}), \quad (3.54)$$

где  $n_{\text{ВОМ}}$  – частота вращения ВОМ. Обычно  $n_{\text{ВОМ}} = 9 \text{ с}^{-1}$ ;

$M_{\text{ВОМ}_x} = 0,08 - 0,12$  – крутящий момент на ВОМ при холостом вращении, кН·м;

$M_{\text{ВОМ}_p} = 1,13 \cdot 10^{-5} A \cdot v_p$  – крутящий момент на ВОМ при выполнении технологического процесса, кН·м.

**Картофелеуборочные комбайны.** Максимально допустимая скорость по пропускной способности (м/с) будет равна:

$$v_{p_{\text{max}}}^q = \frac{q_d}{K_{\text{гр}} a b \beta \gamma_B}, \quad (3.55)$$

где  $q_d \approx 220-250$  кг/с – допустимая подача вороха на рабочие органы комбайна;

$K_{\text{гр}} \approx 0,5$  – коэффициент гребнистости поверхности поля;

$a$  – глубина хода лемеха комбайна. В расчетах принимается  $a \approx 0,18 - 0,22$  м;

$b$  – конструктивная ширина захвата комбайна м;

$\beta \approx 0,9$  – коэффициент использования конструктивной ширины захвата;

$\gamma_B = 1400 - 1800 \text{ кг/м}^3$  – плотность вороха.

Мощность двигателя трактора  $N_{e_p}$  (кВт) определяется по формуле 3.44. Затраты мощности на ВОМ принимаются по таблице 2.13 или определяются по формуле:

$$N_{\text{ВОМ}} = N_{\text{ВОМ}_x} + N_d q_d, \quad (3.56)$$

где  $N_{\text{ВОМ}_x}$  – затраты мощности на холостое прокручивание механизмов комбайна, кВт. Она примерно равна 9–10 кВт для двухрядных комбайнов и 11–12 кВт – для четырехрядных. Удельные затраты мощности на технологический процесс составляют соответственно 0,04–0,06 и 0,08–0,09 кВт/кг/с.

**Машины для внесения органических удобрений.** Используя зависимость 3.59, рассчитывают тяговое сопротивление груженого разбрасывателя, а по формуле 3.46 – максимально допустимую скорость исходя из мощности двигателя. Затраты мощности на привод ВОМ принимают по табл. 2.13. По тяговым характеристикам (табл. 1.6–1.16) выбирают ближайшую передачу, на которой  $v_{p_n} \leq v_{p_{\text{max}}}^{N_e}$  (при  $N_{T_{\text{max}}}$ ). При этом необходимо учитывать то обстоятельство, что рабочая скорость разбрасывателей твердых и жидких органических удобрений не должна превышать агротехнически допустимую  $v_{p_{\text{max}}}^{\text{agr}} \leq 9-10$  км/ч. При выбранной скорости движения  $v_p$  теоретическую дозу  $h_p$  (т/га) определяют по формуле:

$$h_p = \frac{v_p h}{v_p'}, \quad (3.57)$$

где  $v_p$  – скорость движения агрегата на выбранной передаче; км/ч;

$h$  – норма внесения удобрений, т/га;

$v_p'$  – расчетная скорость разбрасывателя, при которой обеспечивается теоретическая доза  $h_p$  (табл. 3.6).

Пользуясь данными таблицы 3.6, по величине  $h_p$  нужно подобрать требуемую звездочку, положение рычага или задвижку. Более

точное регулирование дозы внесения удобрений будет осуществляться изменением ширины разбрасывания.

Затраты мощности (кВт) для работы механизмов разбрасывателя находят по формуле:

$$N_{\text{вом}_p} = \frac{phb_p v_p}{10^4 \gamma}, \quad (3.58)$$

где  $p$  – удельное сопротивление навоза измельчению,  $\text{кН/м}^2$ . Для хорошо разложившегося навоза  $p = 250 - 500$ , для полуразложившегося —  $500 - 600$ , для плохо разложившегося —  $700 - 1000 \text{ кН/м}^2$ ;

$b_p$  – ширина разбрасывания, м;

$h$  – норма внесения навоза, т/га;

$v_p$  – рабочая скорость разбрасывателя, м/с;

$\gamma$  – объемная масса навоза (табл. 6.2),  $\text{т/м}^3$ .

Затраты мощности на технологический процесс машин по внесению органических удобрений, полученные по результатам испытаний, приведены в таблице 2.13.

Тяговое сопротивление навозоразбрасывателя (кН):

$$R_M^{\text{пп}} = (G_{\text{пр}} + G_{\text{гр}}) \left( f_{\text{пр}} \pm \frac{i}{100} \right), \quad (3.59)$$

где  $G_{\text{пр}}$  – конструктивный вес разбрасывателя, кН;

$G_{\text{гр}}$  – вес груза, кН;

$f_{\text{пр}}$  – коэффициент сопротивления качению разбрасывателя (табл. 3.1) при движении по дороге, либо из таблицы 2.10 — при движении вне дорог.

Таблица 3.6

Расчетные нормы и скорости движения при внесении удобрений

Марка машины	Расчетная скорость, $v'_p$ , км/ч	Деление на шкале кривошипа или число зубьев звездочка	$h_p$ , т/га	Марка машины	Расчетная скорость, $v'_p$ , км/ч	Диаметр выливного отверстия, мм	$h_p$ , т/га					
РОУ 6	10	1	4	МЖТ-6	9,5	70	15					
		2	9			90	22					
		3	13			100	30					
		4	17			120*	45					
		5	21			70 (60)	10					
		РЖТ-8 (МЖТ-10)	10	6	25	10,2	10,2	80 (90)	20			
				7	29			100	30			
				РЖТ-16	10,2			8	34	(110)	10	
								9	38	120*		40
								10	41	(120*)		70
								11	46	80		20
								12	50	90		30
ПРТ-10	10	Z=13	15	МЖТ-10 МЖТ-8	10,8	100	40					
		Z=22	30			110	50					
		Z=28	45			120*	60					
ПРТ-16	10	Z=13	20			70	10					
		Z=22	40			80	15					
		Z=28	60			90	20					
МТТ-23	10	Z=14	20			100	25					
		Z=25	40			110	30					
		Z=32	60			120*	40					

\* Диаметр выливного патрубка без задвижки.

**Выбор передачи.** Имеются некоторые особенности в выборе рабочей передачи самоходных и тягово-приводных уборочных агрегатов, скорость которых может ограничиваться пропускной способностью основного рабочего органа или агротехническими требованиями.

У самоходных агрегатов при наличии гидрообъемной трансмиссии практически можно получить рабочую скорость, равную расчетной. Это же будет справедливо и для тягово-приводных агрегатов, если трактор имеет гидрообъемную трансмиссию.

У тракторов со ступенчатыми коробками передач возникает необходимость подбора соответствующей передачи. При этом необходимо учитывать то обстоятельство, что такие агрегаты должны работать на основном скоростном режиме, т. е. при полной подаче топлива.

Рассчитав возможную скорость движения тягово-приводного агрегата, необходимо по таблицам тяговых характеристик (табл. 1.6–1.16) подобрать передачу трактора. Выбирается ближайшая передача, на которой скорость движения  $v_p$  при значениях тяговой мощности  $N_{T_{max}}$  несколько ниже расчетной. Затем, применяя метод интерполирования, по формулам 3.35 и 3.36 находят действительную скорость движения и расход топлива. При этом в формулы вместо  $R_a$  подставляется общее сопротивление  $R_{a_{np}}$ , определяемое по формуле 3.23. Если полученная скорость окажется выше допустимой по агротехническим требованиям или пропускной способности, то необходимо перейти на более низкую передачу и повторить расчеты.

**Расчет длины вылета маркера и следоуказателя.** Для того чтобы обеспечить прямолинейность движения и одинаковую ширину стыковых междурядий при посеве (посадке), агрегаты оборудуют маркерами и следоуказателями.

*Маркер* представляет собой приспособление, проводящее на почве след. Обычно маркер конструктивно выполнен в виде сферического диска, смонтированного на конце раздвижных штанг, которые шарнирно связаны с рамой сеялки или сценки. Маркер делает в почве бороздку со стороны незасеянного поля, по которой тракторист при последующем проходе направляет правое переднее колесо (край гусеницы) или ориентирует следоуказатель.

*Следоуказатель* крепится к передней части трактора и представляет собой легкую штангу, к концам которой подвешивают небольшой груз, направляемый по следу маркера. В широкозахватных агрегатах следоуказатель применяют с целью уменьшения вылета маркера. В одномашинных агрегатах следоуказатель можно использовать и без маркеров, направляя груз по следу колеса машины или центру крайнего рядка пре-

дыдущего прохода. По маркерному следу можно вести и середину трактора (визиром, установленным по направлению продольной оси трактора или пробкой радиатора).

Вылет маркера ( $X_{л}$ ,  $X_{п}$ ), т. е. расстояние от его диска до крайнего рабочего органа, можно определить, используя схему на рисунке 3.4. Как видно из схемы, вылет маркера вправо и влево для симметричного агрегата при наличии по следоуказателю:

$$X_{п} = X_{л} = 0,5b - X_c + m, \quad (3.60)$$

где  $b$  – конструктивная ширина захвата агрегата, м;  
 $m$  – ширина стыкового междурядья, м;  
 $X_c$  – вылет следоуказателя, м.

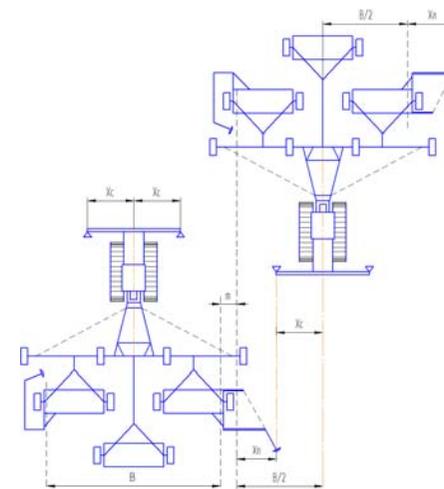


Рис. 3.4. Схема к определению вылета маркера и следоуказателя

Если тракторист направляет по следу маркера середину правого колеса или внешний обрез правой гусеницы, то вылет маркера определяется следующим образом:

$$X_{л} = 0,5(b + C) + m; \quad (3.61)$$

$$X_{п} = 0,5(b - C) + m, \quad (3.62)$$

где  $C$  – расстояние между серединами передних колес трактора или внешними обрезами гусениц, м.

При движении серединой трактора по следу маркера (визиром, пробкой радиатора) вылеты левого и правого маркера будут одинаковыми

$$X_{л} = X_{п} = 0,5b + m. \quad (3.63)$$

Вылет следоуказателя должен быть небольшим, чтобы обеспечить точность вождения и исключить утомляемость тракториста. Угол зрения в связи с этим не должен превышать  $45^\circ$ .

В зависимости от состава агрегата и способа движения применяют один или два маркера. При работе одномашинного агрегата используется один перекидной маркер. Для загонных способов движения всвал и вразвал требуется только один маркер, при челночном способе — два.

У одно- и двухмашинных агрегатов маркеры прикрепляют непосредственно к машине, а у многомашинных — обычно к сцепке.

В настоящее время для вождения агрегатов по полю с возможностью запоминания координат агрегата и необходимой информации о полях применяются системы вождения TRACK-GUIDE, работающие в режиме параллельного или контурного движения.

При параллельном вождении между двумя точками А–В определяется главная колея, остальные колеи относительно главной определяются автоматически. При контурном вождении колея движения определяется непрерывным запоминанием пройденных точек между началом и концом движения. Колеи прокладываются и нумеруются в обе стороны соответственно первому (главному) контуру. При необходимости для обозначения и запоминания препятствия нажимается соответствующая кнопка.

### 3.3. ДВИЖЕНИЕ МАШИНО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

**Рабочие участки и их элементы.** Часть поля (или все поле), на котором выполняется определенная производственная операция, называется *рабочим участком* (рис. 3.5).



Рис. 3.5. Схема рабочего участка:

$C_{уч}$  – ширина участка (поля);  $L$  – длина;  $C$  – ширина загона;  $L_p$  – рабочая длина гона;  $C'$  – ширина делянки;  $E$  – ширина поворотной полосы

Для выполнения технологической операции в соответствии с принятым способом движения участок поля разбивается на *загоны*. Иногда для более рациональной организации работы МТА внутри загонов выделяют *делянки*.

На концах рабочих участков для поворотов агрегатов временно выделяется *поворотная полоса*. Она отделяется *контрольной линией* от остальной части загона и служит ориентиром для включения и выключения рабочих органов машин. Поворотные полосы

выделяют тогда, когда нельзя выполнить повороты агрегата вне обрабатываемого поля.

При обработке участка в двух направлениях поворотные полосы выделяют с четырех сторон, с последующей их обработкой круговым способом. Ширина поворотной полосы  $E$  для посевных и посадочных агрегатов должна быть кратна рабочей ширине захвата агрегата.

Подготовка полей к работе (разбивка на участки, нарезка контрольных линий, обкосы загонов, прокосы транспортных магистралей и т. д.) выполняется заблаговременно, до начала работ.

**Основные кинематические параметры агрегатов.** Различные точки агрегата при повороте проходят неодинаковый путь, поэтому о траектории и скорости движения МТА судят по движению его *кинематического центра*. В качестве кинематического центра агрегата условно приняты (рис. 3.6): для агрегатов с колесным трактором, имеющим одну ведущую ось, — проекция середины ведущей оси на плоскость движения; для агрегатов с гусеничным трактором — проекция на плоскость движения пересечения продольной оси с прямой, соединяющей середины опорных частей гусеницы (центр давления); для агрегатов с трактором, имеющим две ведущие оси и управляемые колеса на каждой, — проекция на плоскость движения середины прямой, соединяющей середины ведущих осей; для агрегатов с колесными тракторами, имеющими шарнирный остов, — центр шарнира (проекция на плоскость движения).

*Кинематическая длина агрегата*  $l_k$  (рис. 3.7, а) — проекция расстояния от центра агрегата (ц. а) до линии расположения последних рабочих органов. При наличии сцепки в агрегате:

$$l_k = l_T + l_{сц} + l_M, \quad (3.64)$$

где  $l_T$  — кинематическая длина трактора;

$l_{сц}$  — кинематическая длина сцепки;

$l_M$  — кинематическая длина машины.

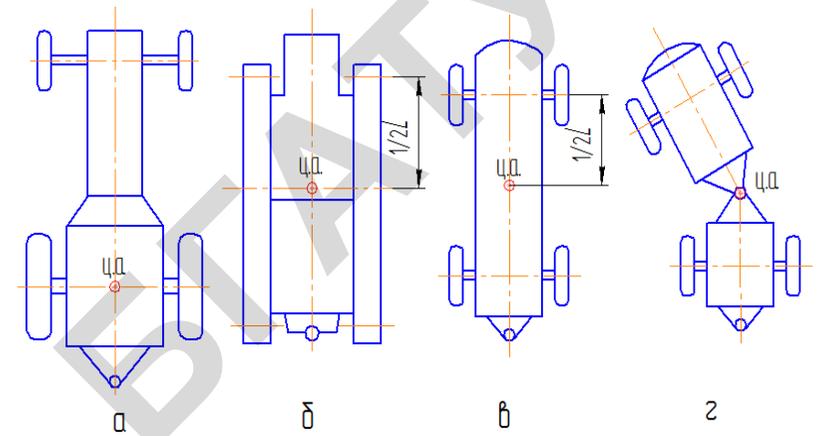


Рис. 3.6. Расположение условного центра агрегата:

а — колесный трактор с одной ведущей осью; б — гусеничный трактор; в — колесный трактор с двумя ведущими осями и управляемыми колесами на каждой; г — колесный трактор с шарнирным остовом

*Кинематическая ширина агрегата*  $d_k$  — расстояние между крайними точками по ширине (проекция). *Продольная база*  $L$  — расстояние (проекция) между осями колес или крайних опорных катков. *Центр поворота агрегата* (ц. п) — это точка, относительно которой осуществляется поворот (рис. 3.7, б).

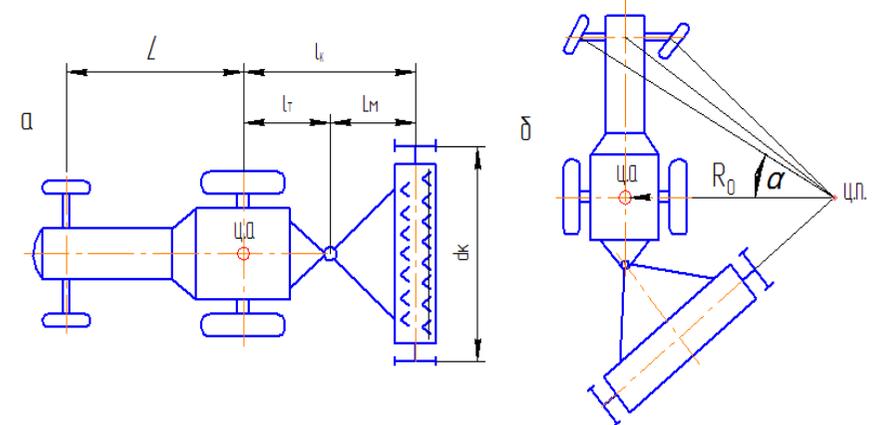


Рис. 3.7. Схемы к определению кинематических характеристик агрегата:

а — при прямолинейном движении; б — на повороте: ц. а — центр агрегата; ц. п — центр поворота

Радиус поворота  $R_0$  – расстояние между центрами агрегата и поворота. Он является одной из важнейших кинематических характеристик, определяющих длину поворота и ширину поворотной полосы.

В действительности радиус поворота агрегата является переменной величиной, однако для упрощения эксплуатационных расчетов допускается принимать его постоянным, но при этом длина дуги окружности подбирается так, чтобы она равнялась фактической длине поворота (рис. 3.8).

Вид поворота	на 90°			на 180°
	беспетлевой	петлевой с открытой петлей	петлевой с закрытой петлей	беспетлевой дугообразный
Схема				
Длина, Lx	$(16/18)R_0 + 2e$	$(6/8,5)R_0 + 2e$	$(5/6,5) R_0 + 2e$	$(3,2/4) R_0 + 2e$
E	$1,1 R_0 0,5d_1 + e$	$2,8 R_0 0,5 d_1 + e$	$2R_0 0,5d_1 + e$	$1,1 R_0 0,5d_1 + e$

на 180°				
беспетлевой с прямолинейным участком	петлевой грушевидный	петлевой восьмеркообразный	грибковидный, с открытой петлей	грибковидный с закрытой петлей
$(14/2) R_0 + x + 2e$	$(6,6/8) R_0 + 2e$	$(8/9)R_0 + 2e$	$(4,1/5) R_0 + 2e$	$(5/5,5)R_0 + 2e$
$1,1 R_0 0,5d_1 + e$	$2,8 R_0 0,5d_1 + e$	$3R_0 0,5d_1 + e$	$1,1R_0 0,5d_1 + e$	$1,1R_0 0,5d_1 + e$

Рис. 3.8. Основные виды поворотов и их длина

Значения  $l_T, l_{CC}, l_M$

а) тракторы

Марка трактора	Тип навесного устройства трактора	Значение $l_T, м$	Типы машин, агрегатируемых с трактором с данным типом навесного устройства
«Беларус 2522»	Заднее навесное устройство НУ-3	1,34	Навесные плуги, культиваторы, сеялки, фрезы, полунавесные плуги, агрегаты почвообрабатывающие, сеялки, картофелеуборочные комбайны
	Тягово-сцепное устройство ТСУ-2В (вилка)	0,825	Полуприцепы, машины для внесения удобрений, дисковые бороны, почвообрабатывающие агрегаты, лучильники, сцепки борон, культиваторов, сеялок
	Тягово-сцепное устройство ТСУ-3К (крюк)	1,065	Прицепы двухосные автомобильного типа, косилки, пресс-подборщики, ботвоуборочные машины, полуприцепы различного назначения с петлей на дышле (снице)
	Тягово-сцепное устройство ТСУ-1М-01 (тяговый брус)	1,165	Полуприцепные и прицепные машины, требующие привода от ВОМ
«Беларус 1523»	Заднее навесное устройство НУ-3	1,10	То же, что и для НУ-3 трактора «Беларус 2522»
	Тягово-сцепное устройство ТСУ-1 (поперечина одинарная)	0,827 0,927	Машины полунавесные: (сеялки, картофелесажалки, картофелеуборочные комбайны, машины для уборки овощей). Машины полуприцепные: (косилки, пресс-подборщики, ботвоуборочные машины)
	Тягово-сцепное устройство ТСУ-1М-01 (тяговый брус)	0,827 0,927	Машины полуприцепные и прицепные
	Тягово-сцепное устройство ТСУ-1М-01 (тяговый брус)		Машины полуприцепные и прицепные

Марка трактора	Тип навесного устройства трактора	Значение $l_T$ , м	Типы машин, агрегируемых с трактором с данным типом навесного устройства
	Тягово-сцепное устройство ТСУ-2Р («Итгон»)	0,543	Машины полуприцепные: (полуприцепные, машины для внесения удобрений) Машины прицепные: (дисковые бороны, почвообрабатывающие агрегаты, лузильники, сцепки борон, культиваторов, сеялок)
	Тягово-сцепное устройство ТСУ-3В (лифтовое)	0,752	То же, что у ТСУ 3К трактора «Беларус 2522»
Трактор «Беларус 1221», «Беларус 1021»	Заднее навесное устройство НУ-2	1,025	Машины навесные: (плуги, культиваторы, сеялки, фрезы) Машины полунавесные: (плуги, агрегаты, почвообрабатывающие сеялки, картофелеуборочные комбайны)
	Тягово-сцепное устройство (поперечина) ТСУ-1	1,025	Машины полунавесные: (сеялки, картофеле-сажалки, картофелеуборочные комбайны, машины для уборки овощей). Машины полуприцепные: (косилки, пресс-подборщики, ботвоуборочные машины)
	Тягово-сцепное устройство (вилка) ТСУ-2	0,590 0,540	Машины полуприцепные: (полуприцепные, машины для внесения удобрений) Машины прицепные: (дисковые бороны, почвообрабатывающие агрегаты, лузильники, сцепки борон, культиваторов, сеялок)
	Тягово-сцепное устройство ТСУ-1М-01 (тяговый брус)		Машины полуприцепные: (те же, что на ТСУ-2В, ТСУ-3В) Машины прицепные: (те же, что на ТСУ-2В, ТСУ-3В)
«Беларус 80.1/80.2»	Заднее навесное устройство НУ	1,2	Машины навесные: (плуги, сеялки, культиваторы) Машины полунавесные: (картофелеуборочные комбайны, корнеуборочные машины, льнокомбайны, льнотеребилки)
	Тягово-сцепное устройство (поперечина) ТСУ-1-Ж	0,82	Машины прицепные: (кукурузоуборочные, силосоуборочные комбайны, пресс-подборщики, зерновые сеялки, паровые культиваторы)
	Тягово-сцепное устройство (гидрокрюк) ТСУ-2	0,57	Одноосные транспортные прицепы, разбрасыватели минеральных и органических удобрений
	Тягово-сцепное устройство (буксирный крюк) ТСУ-3-К	–	Двухосные транспортные прицепы,

## б) сцепки и сельскохозяйственные машины

Марка машины или сцепки	$l_{сц}$ , $l_M$	Марка машины или сцепки	$l_{сц}$ , $l_M$
Сцепки:		Пресс рулонный	
СП-11У	6,8	ПР-Ф-180	2,2
СП-15	7,2	ПРЛ-150	2,6
СП-16	6,4	Энергосредство УЭС-350	- 2,3
СП-21	2,0	с измельчителем	- 2,8
Плуги:		с жаткой для трав	- 3,3
ППО-5-40	8,0	жатка для высокостебельных культур	
ПЛП-6-35	6,1	Разбрасыватели органических удобрений	8,0
ПЛП-5-35	4,3	МЖТ-16 (мжт-11)	8,6
ПЛП-4-35	3,6	ПРТ-16	5,3
ПЛП-3-35	2,6	МТТ-3	6,1
ПЛП-7-35	6,6	ПРТ-7А	7,1
ПКМ-5-40 Р	6,9	ПРТ-11	
ПКМ-6-40 Р	7,9	Картофелеуборочный комбайн «Полесье РТ-22»	2,2
Бороны дисковые:		Л-605 (Л-606)	2,4
БНД-1,8	3,0	Подборщик-погрузчик корнеплодов	
БДТ-3,0	4,5	ППК-6	6,0
БДТ-7,0	5,4	Комбайн свеклоуборочный навесной	
Культиваторы		КСН-6	3,4
Л-802-02 (Л-802)	1,5	Опрыскиватели:	
КПГ-4,0, КПС-4	4,6*	ОТМ 2-3	
КПН-4	1,6	при ширине захвата 12 м	5,2
КМС-5,4-01	1,7	при ширине захвата 18 м	5,4
ОКГ-4	2,4	Сеялки	
АК-2,8	2,4	СПУ-6ЛЦ	2,0
Агрегат почвообрабатывающий		СПУ-4ЛЦ	2,5
АПО-3	4,5	СТВ-12 «Полесье»	1,3
Косилка		СПУ-3 (СПУ-4)	2,0
КП-310	6,5	СПУ-6 (СПУ-6Л)	7,0
КПП-3,1	3,7	Картофелесажалки	
КФР-4,2	2,5	Л-201 (Л0202)	1,0
Грабли-ворошилка		Л-205	0,9
ГВР-630	4,5	Машины для внесения минеральных удобрений	
Л-503	4,7	МТТ-4Ш (МТТ-4У)	5,4
ГВР-320/420	5,0		
ГВЦ-3,0	3,0		

\* Прицепной вариант.

Длина выезда агрегата ( $e$ ) — это путь, пройденный агрегатом с момента выключения (включения) рабочих органов машины до их полного выхода (входа) при поворотах агрегата. Для прицепных агрегатов длину выезда принимают  $e = (0,25 - 0,75)l_k$ , для навесных —  $e = (0 - 0,1)l_k$ , для агрегатов передней фронтальной навесной машины —  $e = -l_k$ .

Значения кинематической длины тракторов, машин и сцепок приведены в таблице 3.7.

Для машин, не приведенных в таблице 3.7, допускается принимать  $l_m = l_{\text{габ}}$  габаритной длине машины в рабочем положении, учитывая расположение ее рабочих органов относительно кинематического центра.

**Виды поворотов и их длина.** Различают повороты на  $180^\circ$ , на  $90^\circ$  и другие (угловые). Основные из них показаны на схеме (рис. 3.8).

Повороты бывают *петлевые* и *беспетлевые*. Петлевые повороты применяются тогда, когда расстояние между двумя смежными проходами меньше двух радиусов поворота. Если же расстояние между проходами больше двух радиусов, повороты беспетлевые. С точки зрения экономии времени наиболее выгодными являются беспетлевые повороты. Грибовидные повороты, как видно из схемы, позволяют до минимума уменьшить ширину поворотной полосы  $E$ , однако они занимают много времени, так как приходится дважды переключать передачи. Эти повороты чаще всего применяются при междурядной обработке пропашных культур, т. е. по засеянной поворотной полосе. Обычно же при работе агрегатов имеет место сочетание различных поворотов на одном участке.

Возможность применения того или иного вида поворота зависит от выполняемой операции, условий работы, состава и типа агрегата (ширина захвата, прицепной или навесной, наличие оборотных рабочих органов на машинах, самоустанавливающихся колес, реверса) и других факторов. Главное условие выбора поворота — улучшение качества и технико-эксплуатационных показателей работы агрегата. Для уменьшения затрат времени на холостые ходы надо стремиться к тому, чтобы радиус поворота был минимальным. Величина минимального радиуса поворота зависит от состава агрегата, его маневренности и скорости движения. В

практических эксплуатационных расчетах сельскохозяйственных мобильных агрегатов различного типа для определения наименьшего допустимого радиуса поворота  $R_0$  можно воспользоваться данными таблицы 3.8.

Опыт показывает, что при работе навесных агрегатов с тракторами класса 1,4 радиус  $R_0$  составляет 5–6 м, класса 3 — 7–8 м и класса 5 — 8–9 м.

Для гусеничных тракторов класса 3, в зависимости от способа осуществления поворота и скорости движения,  $R_0$  находится в пределах от 5 до 13 м.

При работе прицепных тягово-приводных агрегатов с карданным приводом механизмов машины от ВОМ трактора радиус поворота может ограничиваться допустимым углом излома карданного вала. Для таких агрегатов с тракторами класса 1,4 радиус  $R_0 \geq 7-8$  м, класса 3 —  $R_0 \geq 9-11$  м, класса 5 —  $R_0 \geq 10-13$  м.

Для зерноуборочных комбайнов радиус поворота составляет 8–10 м. При работе самоходных кормоуборочных и корнеуборочных комбайнов  $R_0 \approx 6-8$  м.

Ориентировочно можно принять, что для широкозахватных агрегатов (при  $b$  не менее 8–10 м) радиус поворота  $R_0 \approx b$ , для агрегатов с большой кинематической длиной  $R_0 \approx l_k$ .

**Способы движения МТА на полевых работах.** Основные способы движения агрегатов приведены на рисунке 3.9.

Зависимость радиуса поворота  $R_0$ от ширины захвата агрегата  $b$  и коэффициента увеличения радиуса от скорости движения  $v_p$ 

Агрегаты	Радиус поворота при скорости движения 5 км/ч		Коэффициент увеличения радиуса от скорости движения, км/ч					
	навесных	прицепных	7		8		9	
			навесных	прицепных	навесных	прицепных	навесных	прицепных
Пахотные	3	4,5	1,05	1,15	1,20	1,42	1,35	1,60
Культиваторные (для сплошной обработки) и бороновальные	$0,9 b$	$(1-1,5) b$	1,06	1,25	1,32	1,55	1,46	1,75
Посевные:								
одно- и двухсеялочные	$1,1 b$	$1,6 b$	1,08	1,32	1,41	1,57	1,58	1,80
трех- и пятисеялочные	$0,9 b$	$(1,1-1,3) b$	1,08	1,32	1,41	1,57	1,58	1,80
Пропашные (культиваторные)	$0,8 b$	$(1,1-1,2) b$	1,06	1,35	1,34	1,68	1,48	1,85
Жатвенные	$0,9 b$	$(1,2-1,4) b$	1,09	1,30	1,46	1,62	1,52	1,82

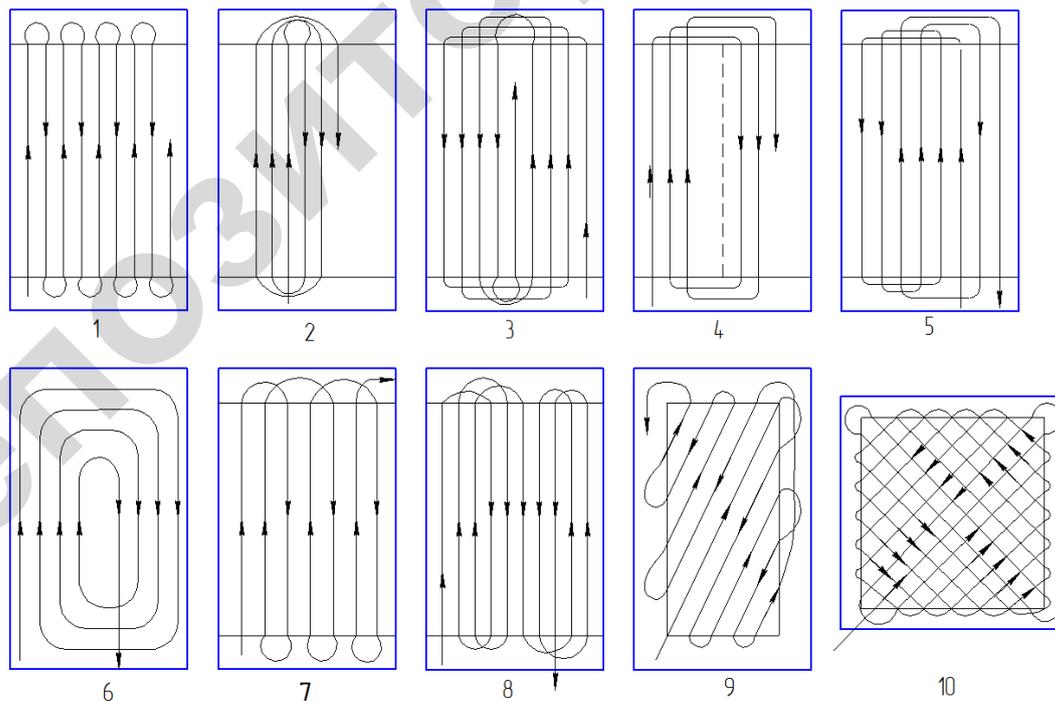


Рис. 3.9. Основные способы движения агрегатов:

1 – челночный; 2 – всвал; 3 – вразвал; 4 – перекрытием; 5 – комбинированный;  
6 – круговой; 7 – челночный односторонний; 8 – пропашка; 9 – диагонально-челночный; 10 – диагонально-перекрестный

Они классифицируются по ряду признаков: направлению рабочих ходов (гоновый, круговой, диагональный), организации территории (загонный, беззагонный), направлению поворотов (правоповоротный, левоповоротный, комбинированный), способу обработки рабочего участка (однозагонный, двухзагонный, многозагонный), способу выполнения поворотов (беспетлевой, петлевой, с задним ходом и др.), схеме обработки участка (всвал, вразвал, комбинированный, челночный, перекрестный и др.).

На практике наибольшее распространение получила классификация способов движения по направлению рабочих ходов: *гоновое, круговое и диагональное*. При круговом движении рабочие ходы агрегата параллельны всем сторонам участка. Движение по диагонали характеризуется перемещением агрегата под углом к сторонам участка.

Способ движения выбирают исходя из особенностей технологического процесса и конструкции машин. Из возможных способов движения выбирают тот, который обеспечивает высокое качество работы, максимальную производительность, удобство обслуживания, безопасность работы.

Важнейшей характеристикой выбранного способа движения, влияющей на производительность агрегата, является коэффициент рабочих ходов:

$$\varphi = \frac{S_p}{S_p + S_x}, \quad (3.65)$$

где  $S_p$  – общая длина рабочего пути агрегата на загоне, м;

$S_x$  – общая длина холостого пути агрегата на загоне, м.

Чем больше коэффициент  $\varphi$ , тем меньше доля холостого пути агрегата и выше его производительность. Величина  $\varphi$  зависит не только от выбранного способа движения, но также от вида поворота ( $R_0$ ), состава агрегата ( $b$ ), размеров участка ( $C$ ,  $L_p$ ). В связи с этим для загонных способов движения (всвал, вразвал, комбинированный и др.) существует оптимальная ширина заго-

на, при которой  $\varphi$  будет иметь максимальное значение. Эти значения приведены в таблице 3.9.

Наибольшее влияние на величину  $\varphi$  оказывает длина гона. Коэффициент  $\varphi$  особенно резко уменьшается при работе агрегата на участке с длиной гона менее 600–800 м.

С увеличением радиуса поворота  $R_0$  коэффициент рабочих ходов уменьшается, так как рост  $R_0$  ведет к увеличению длины холостого поворота. По этой же причине при петлевых поворотах агрегата  $\varphi$  будет меньше, чем при беспетлевых. Однако с увеличением длины гона это влияние заметно уменьшается.

Поскольку радиус поворота непосредственно связан с шириной захвата агрегата, то последняя аналогичным образом влияет на  $\varphi$ . При этом на коротких участках  $\varphi$  больше у агрегатов с меньшей шириной захвата.

При выборе направления движения агрегата учитывают требования к качеству обработки почвенного пласта, подготовке поверхности поля, заделке семян и др. Чтобы обеспечить высокопроизводительную работу машин, необходимо предусмотреть возможность движения агрегата вдоль длинных сторон участка на повышенной скорости, свободного подъезда к агрегату для разгрузки (загрузки) технологических емкостей, работы на склонах без опрокидывания машин, подбора полеглых хлебов и др. Кроме того, обязательно принимают во внимание характер предыдущих обработок, рельеф местности и направление господствующих ветров, особенно в районах, где почвы подвержены эрозии.

Наиболее распространенным гоновым способом движения агрегатов является челночный. Он используется в основном при работе симметричных агрегатов (посев, посадка, культивация, внесение удобрений и др.).

Зависимости для определения коэффициента  $\varphi$  и кинематических характеристик рабочего участка

Способ движения	Коэффициент рабочих ходов	Ширина загона, м
Челночный	$\varphi = L_p / (L_p + 6R_0 + 2e)$	—
Всвал	$\varphi = L_p / [L_p + 0,5C + 4R_0 / C(2R_0 - b_p) + R_0 + 2e]$	$C_{\text{опт}} = \sqrt{2(L_p b_p + 8R_0^2)}$
Вразвал	$\varphi = L_p / [L_p + 0,5C + R_0(1 + 4b_p / C) + b_p + 2e]$	То же
Комбинированный	$\varphi = L_p / (L_p + 0,5C + R_0 + 2e)$	$C_{\text{min}} = 8R_0$
Диагонально-перекрестный	$\varphi = L_p C / (L_p C + 6R_0 b_p)$	$C = (0,75 - 1,0)L$
Двухзагонный	$\varphi = L_p / [L_p + 0,5C + 3R_0 + 2(e - R_0^2 / C)]$	$C_{\text{опт}} = \sqrt{2(L_p b_p - 2R_0^2)}$
Четырехзагонный (уборка сахарной свеклы и картофеля)	$\varphi = L_p / (L_p + 0,5C + 1,14R_0 + 2e)$	Для двухрядных машин: $C = 144$ рядка при $m = 45$ см – для свеклы, $C = 64$ рядка при $m = 70$ см – для картофеля
С перекрытием, с расширением прокосов	$\varphi = L_p / (L_p + 0,5C + 1,14R_0 + 2e)$	$C_{\text{опт}} = \sqrt{3L_p b_p}$
Круговой: для симметричных агрегатов	$\varphi = LC / [L(C + 0,5b_p) + (6R_0 + 2e)(2R_0 - b_p)]$	$C = L / (5 - 8)$
для несимметричных агрегатов	$\varphi = LC / \left[ \begin{aligned} &L(C + 0,5b_p) + \pi(0,5b_p + \alpha^*)(C - 2R_0) + \\ &+ (6R_0 + 2e)(2R_0 - b_p) \end{aligned} \right]$	То же

\*  $\alpha$  – расстояние от продольной оси агрегата до крайней точки по ширине захвата.

Способы движения всвал и вразвал применяются при вспашке, уборке сельскохозяйственных культур. При уборке зерновых и силосных культур широко используются также круговые способы движения. Диагональные способы движения применяются преимущественно при поверхностной обработке почвы, а диагонально-перекрестный — и при посеве. Способ движения перекрытием чаще всего наблюдается на уборке пропашных культур.

## 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ЗАТРАТ НА РАБОТУ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

---

### 4.1. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ АГРЕГАТА

*Производительность агрегата* — это объем работ в установленных единицах (га, т, ткм и т. п.) и определенного качества, выполненный агрегатом за единицу времени (час, смену, сутки, сезон). В соответствии с принятой единицей времени производительность бывает часовой, сменной и т. д. Различают следующие виды производительности: теоретическую, техническую и эксплуатационную, или фактическую. *Теоретическая производительность* имеет место при полном использовании конструктивной ширины захвата  $b$ , теоретической скорости движения  $v_T$  и времени  $T$ . *Техническая (нормативная) производительность* определяется при технически, технологически и организационно возможном использовании ширины захвата, скорости движения и времени. *Эксплуатационная (фактическая) производительность* устанавливается по фактически выполненному объему работы, т. е. фактической ширине захвата  $b_p$ , скорости движения  $v_p$  и времени работы  $T_p$ . Производительность агрегата можно определить: по ширине захвата и скорости движения агрегата; по тяговой мощности трактора (или мощности двигателя) и удельному сопротивлению агрегата.

**Расчет производительности агрегата по ширине захвата и скорости движения.** Часовая и сменная *теоретическая производительность* агрегата (соответственно в га/ч и га/см) определяется по следующим зависимостям:

$$W_{ч} = 0,36b \cdot v_T, \quad (4.1)$$

$$W_{\text{см}_T} = 0,36b \cdot v_T T_{\text{см}}, \quad (4.2)$$

где  $T_{\text{см}}$  – нормативное время смены (7 ч — на полевых работах, 6 ч — при работе с пестицидами).

*Техническая (нормативная) производительность* агрегата за час и смену (га/ч и га/см) равна:

$$W_{\text{ч}_h} = 0,36b\beta v_T \varepsilon \tau = 0,36b_p v_p \tau; \quad (4.3)$$

$$W_{\text{см}_h} = 0,36b\beta v_T \varepsilon T \tau = 0,36b_p v_p T_p, \quad (4.4)$$

где  $\beta = b_p / b$  – коэффициент использования конструктивной ширины захвата (табл. 2.1);

$\varepsilon = v_p / v_T$  – коэффициент использования скорости движения;

$\tau = T_p / T_{\text{см}}$  – коэффициент использования времени смены;

$b_p$ ,  $v_p$ ,  $T_p$  – соответственно нормативные значения ширины захвата агрегата (м), скорости движения (м/с) и времени смены (ч).

Эксплуатационная производительность определяется по этим же формулам, но вместо технически возможных  $b_p$ ,  $v_p$  и  $T_p$  подставляются их действительные значения. Скорость  $v_p$  можно принять из тяговых характеристик трактора при значении тягового усилия  $P_T = R_a$  (табл. 1.6 – 1.16) или определить расчетным путем (см. раздел 3).

**Расчет производительности по мощности трактора и двигателя** (га/см) производится по следующим формулам:

$$W_{\text{см}} = 0,36 N_T \beta T_{\text{см}} \tau / k_0; \quad (4.5)$$

$$W_{\text{см}} = 0,36 N_e \eta_T \beta T_{\text{см}} \tau / k_0, \quad (4.6)$$

где  $N_T = R_a v_T$  – тяговая мощность, необходимая для агрегатирования, кВт;

$N_e$  – эффективная мощность двигателя, кВт;

$\eta_T$  – тяговый КПД трактора;

$k_0 = R_a / b$  – удельное сопротивление агрегата (табл. 2.7), кН/м.

**Учет тракторных работ в условных единицах.** В качестве единицы суммарного учета объемов полевых механизированных работ принят *условный эталонный гектар* (эт. га). Он представляет собой объем работ, соответствующий вспашке одного гектара старопахотных земель в эталонных условиях: агрофон — стерня зерновых; тип почвы — средний суглинок; удельное сопротивление почвы — 50 кПа; скорость движения — 5 км/ч; влажность почвы — 20–22 %; глубина вспашки — 20–22 см; длина гона — 800 м; высота над уровнем моря — до 200 м; рельеф ровный (угол склона до 1°); конфигурация поля правильная (прямоугольная); каменистость и препятствия отсутствуют.

Трактор каждой марки, работая в таких условиях, выполнит определенный объем работ, который называется *часовой*  $W_{\text{ч}_3}$  или *сменной*  $W_{\text{см}_3}$  *эталонной выработкой*.

Трактор, имеющий выработку в эталонных условиях за 1 ч сменного времени один условный эталонный гектар, принят за *условный эталонный трактор*.

При планировании и анализе использования работы машинно-тракторного парка приходится переводить различные марки тракторов в условные эталонные тракторы и физические объемы работ в эталонные гектары.

Перевод физических тракторов в условные эталонные осуществляется путем умножения количества физических тракторов  $X$  на коэффициент перевода в условные, численно равный часовой эталонной выработке (табл. 4.1), т. е.

$$X_3 = X W_{\text{ч}_3}. \quad (4.7)$$

Для получения объема работ в условных эталонных гектарах (эт. га) необходимо определить количество выполненных нормосмен и умножить их на сменную эталонную выработку  $W_{\text{см}_3}$ , т. е.

$$W_{\text{см}_3} = 7 W_{\text{ч}_3}.$$

Таблица 4.1

## Часовая и сменная эталонная выработка тракторов

Марка трактора	Нормативная эталонная выработка, эт. га	
	часовая $W_{ч}$ (коэффициент перевода в эталонные тракторы)	сменная $W_{см}$ ( $T_{см} = 7$ ч)
К-701 «Беларус 2522/3022»	2,70	18,90
К-744, К-700А	2,20	15,40
К-700	2,10	14,70
Т-130	1,76	12,32
Т-150, Т-150К	1,65	11,55
«Беларус 1522»	1,56	10,92
«Беларус 1221»	1,30	9,10
ДТ-75М	1,10	7,70
«Беларус 1005/1025»	1,05	7,35
МТЗ-80/82, «Беларус 900/920»	0,80	5,60
«Беларус 570 (572, 510Е, 512Е, 520, 522)»	0,62	4,34
«Беларус 550Е/552Е»	0,57	3,99
Т-40/40А	0,50	3,50
Т-25А, «Беларус 310/320»	0,30	2,10
Т-16М, «Беларус 210/220»	0,22	1,54
Джон Дир 8100	1,85	12,95
Джон Дир 640	1,00	7,00
Урсус 1614	1,52	10,64
Урсус 1134	0,97	6,79
Зетор 16245	1,60	11,20
Зетор 11245	1,00	7,00
Дайтц-Фар 6.71	1,65	11,55
Дайтц-Фар 6.05	1,05	7,35
Мерседес МБ-трак 700	0,65	4,55
МБ-трак 800	0,75	5,25
МБ-трак турбо 900	0,85	5,95
МБ-трак 1000	0,95	6,65
МБ-трак 1100	1,10	7,70
МБ-трак 1300	1,25	8,75
МБ-трак 1500	1,50	10,50

$$U_{\text{эт.га}} = N_{\text{см}} W_{\text{см}} = 7 N_{\text{см}} W_{\text{ч}}, \quad (4.8)$$

где  $N_{\text{см}} = U_{\text{ф}} / W_{\text{см}}$  – количество выполненных нормосмен (число выполненных сменных технически обоснованных норм выработки);

$U_{\text{ф}}$  – объем работ в физических единицах, выполненный трактором (га, т, ткм, м<sup>3</sup> и т. д.);

$W_{\text{см}}$  – техническая норма выработки, установленная в сельскохозяйственном предприятии на данном виде работ. Перевод объемов работ в эталонные гектары, на которые не установлены нормы выработки (новые агрегаты), допускается путем умножения количества отработанных часов  $n_{\text{ч}}$  (при выполнении этой работы без учета простоев) на часовую эталонную выработку  $W_{\text{ч}}$ , т. е.

$$U_{\text{эт.га}} = n_{\text{ч}} W_{\text{ч}}. \quad (4.9)$$

Суммарный учет работы трактора в течение сезона (года) производится умножением количества выполненных нормосмен (нормочасов) в течение этого срока на различных видах работ на сменную (часовую) эталонную выработку.

## 4.2. БАЛАНС ВРЕМЕНИ СМЕНЫ

В любом производстве фактор времени имеет важное значение. Рациональное использование времени смены влияет как на производительность МТА, так и на своевременное выполнение сельскохозяйственных работ.

Для характеристики абсолютного использования времени смены рассмотрим его баланс:

$$T_{\text{см}} = T_{\text{р}} + t_{\text{х}} + t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6, \quad (4.10)$$

где  $T_{\text{р}}$  — основное (чистое) время работы, ч;

$t_{\text{х}}$  — время на холостые повороты и заезды при работе на загонах, ч;

$t_1$  — время остановок на технологическое обслуживание (выгрузка бункера зерна на остановках, загрузка сеялок, сажалок и т. д.), ч;

$t_2$  — время на техническое обслуживание (ТО) в борозде, ч;

$t_3$  — время на устранение технических неисправностей, ч;

$t_4$  — время простоев по организационным причинам, ч;

$t_5$  — время на отдых и личные надобности, ч;

$t_6$  — подготовительно-заключительное время, ч.

Подготовительно-заключительное время:

$$t_6 = t_{\text{ЕТО}} + t_{\text{ПП}} + t_{\text{ПНК}} + t_{\text{ПН}}, \quad (4.11)$$

где  $t_{\text{ЕТО}}$  — время на проведение ежесменного технического обслуживания, ч;

$t_{\text{ПП}}$  — время на подготовку агрегата к переезду (например, перевод агрегата в транспортное положение и т. д.), ч;

$t_{\text{ПНК}}$  — время на переезд агрегата в начале и конце смены, ч;

$t_{\text{ПН}}$  — время на получение наряда и сдачу работы, ч.

Для анализа коэффициента времени смены и баланса времени смены введем следующие обозначения:

$\tau_1 = \frac{T_{\text{см}} - t_1}{T_{\text{см}}}$  — коэффициент, учитывающий остановки на технологическое обслуживание;

нологическое обслуживание;

$\tau_2 = \frac{T_{\text{см}} - t_2}{T_{\text{см}}}$  — коэффициент, учитывающий простои агрегата на ТО в борозде;

ТО в борозде;

$\tau_3 = \frac{T_{\text{см}} - t_3}{T_{\text{см}}}$  — коэффициент, учитывающий простои из-за неисправностей;

исправностей;

$\tau_4 = \frac{T_{\text{см}} - t_4}{T_{\text{см}}}$  — коэффициент, учитывающий простои по организационным причинам;

зационным причинам;

$\tau_5 = \frac{T_{\text{см}} - t_5}{T_{\text{см}}}$  — коэффициент, учитывающий простои на личные надобности;

надобности;

$\tau_6 = \frac{T_{\text{см}} - t_6}{T_{\text{см}}}$  — коэффициент, учитывающий затраты времени на ЕТО, переезды, сдачу работы;

ЕТО, переезды, сдачу работы;

$\tau_{\text{дв}} = \frac{T_{\text{р}}}{T_{\text{р}} + t_{\text{х}}}$  — коэффициент использования времени движения.

Так как коэффициент использования времени смены  $\tau = \frac{T_{\text{р}}}{T_{\text{см}}}$ , то

$$T_{\text{р}} = \tau T_{\text{см}} = \tau_{\text{дв}} (T_{\text{р}} + t_{\text{х}}). \quad (4.12)$$

Откуда

$$\tau = \tau_{\text{дв}} \frac{T_{\text{р}} + t_{\text{х}}}{T_{\text{см}}}. \quad (4.13)$$

Из баланса времени смены

$$T_{\text{р}} + t_{\text{х}} = T_{\text{см}} - t_1 - t_2 - t_3 - t_4 - t_5 - t_6. \quad (4.14)$$

Отсюда

$$\begin{aligned} \tau &= \tau_{\text{дв}} \frac{T_{\text{см}} - t_1 - t_2 - t_3 - t_4 - t_5 - t_6}{T_{\text{см}}} = \\ &= \tau_{\text{дв}} \left( 1 - \frac{t_1}{T_{\text{см}}} - \frac{t_2}{T_{\text{см}}} - \frac{t_3}{T_{\text{см}}} - \frac{t_4}{T_{\text{см}}} - \frac{t_5}{T_{\text{см}}} - \frac{t_6}{T_{\text{см}}} \right). \end{aligned} \quad (4.15)$$

Из уравнения частных коэффициентов следует:

$$\tau_1 = \frac{T_{\text{см}} - t_1}{T_{\text{см}}} = 1 - \frac{t_1}{T_{\text{см}}}, \text{ тогда } -\frac{t_1}{T_{\text{см}}} = \tau_1 - 1; \quad -\frac{t_2}{T_{\text{см}}} = \tau_2 - 1 \text{ и т. д.}$$

Подставив эти значения в уравнение  $\tau$ , получим

$$\begin{aligned} \tau &= \tau_{\text{дв}} (1 + \tau_1 - 1 + \tau_2 - 1 + \tau_3 - 1 + \tau_4 - 1 + \tau_5 - 1 + \tau_6 - 1) = \\ &= \tau_{\text{дв}} (\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5 + \tau_6 - 5). \end{aligned} \quad (4.16)$$

В эксплуатационных расчетах допускают, что скорости движения на рабочем и холостых ходах примерно одинаковы, т. е.  $v_p \approx v_x$ . Тогда

$$\tau_{\text{дв}} = \frac{T_p}{T_p + t_x} = \frac{\frac{S_p}{v_p}}{\frac{S_p}{v_p} + \frac{S_x}{v_x}} = \varphi. \quad (4.17)$$

Таким образом,

$$\tau = \varphi (\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5 + \tau_6 - 5). \quad (4.18)$$

Эта формула используется для анализа и оценки работы МТА.

При техническом нормировании тракторных работ простой по организационным причинам и техническим неисправностям не учитываются.

Тогда

$$\tau = \varphi (\tau_1 + \tau_2 + \tau_5 + \tau_6 - 3).$$

Это выражение  $\tau$  входит в формулу расчета производительности агрегата.

Нормативные значения  $\tau$  для технологических операций находятся в пределах 0,45–0,90. При слабой организации работы  $\tau$  находится в пределах 0,35–0,60. Для почвообрабатывающих агрегатов  $\tau$  приближается к нормированным значениям.

### 4.3. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ ПРИ РАБОТЕ АГРЕГАТА

К эксплуатационным затратам при работе агрегата относят затраты труда, расход топлива и смазочных материалов, затраты энергии на единицу работы и затраты денежных средств.

**Затраты труда.** Прямые затраты труда на единицу выполненной работы (ч/га, т, ткм и т. п.) определяются по выражению:

$$Z_o = \frac{m+n}{W_q}, \quad (4.19)$$

где  $m$  — количество механизаторов;

$n$  — количество вспомогательных рабочих на агрегате.

Затраты труда на гектар возделываемой культуры:

$$Z_{\text{га}} = \sum Z_{o_i}, \quad (4.20)$$

где  $Z_{o_i}$  — затраты труда на 1 га по  $i$ -ой работе, ч/га.

Если учитывается основная и побочная продукция (зерно, солома и др.), то затраты труда в расчете на 1 т (ч/т) основной и побочной продукции составят:

$$Z_T = \frac{Z_{\text{га}}}{h_1 \delta_2 + h_2 \delta_1}, \quad (4.21)$$

$$Z'_T = Z_T \delta_2,$$

где  $Z_T, Z'_T$  — затраты труда на 1 т основной и побочной продукции;

$\delta_1, \delta_2$  — доля затрат труда на основную и побочную продукцию;

$h_1, h_2$  — урожайность основной и побочной продукции, т/га.

**Расход топлива и смазочных материалов.** Расход топлива на единицу выполненной работы (кг/га, т, ткм) определяют по формуле:

$$\theta = \frac{G_{T_p} T_p + G_{T_x} t_x + G_{T_o} t_o}{W_{\text{см}}}, \quad (4.22)$$

где  $G_{T_p}, G_{T_x}, G_{T_o}$  — часовой расход топлива при рабочем ходе агрегата, при холостом ходе и на остановках, кг/ч;

$T_p, t_x, t_o$  — основное (чистое) время работы, время холостых поворотов и заездов, время остановок с работающим двигателем в течение смены, ч.

Поскольку часовой расход топлива на различных режимах работы пропорционален нагрузке двигателя, то на любом режиме его можно определить по следующим зависимостям:

$$G_{T_p} = G_{x.d} + \left( G_{T_n} - G_{x.d} \right) \frac{N_{e_p}}{N_{e_n}}; \quad (4.23)$$

$$G_{T_x} = G_{x.d} + \left( G_{T_n} - G_{x.d} \right) \frac{N_{e_x}}{N_{e_n}}, \quad (4.24)$$

где  $G_{x.d}, G_{T_n}$  — максимальный часовой расход топлива на холостом ходу двигателя и при номинальном режиме, кг/ч;

$N_{e_p}, N_{e_x}$  — мощность, на которую загружен двигатель на рабочем и холостом ходу агрегата, кВт.

Расход топлива  $G_{x.d}$  и  $G_{T_n}$  принимается по таблице 1.1 соответственно при  $N_e = 0$  и  $N_e = N_{e_{max}}$ . Номинальный (максимальный) часовой расход топлива  $G_{T_n}$  (кг/ч) можно определить также по формуле

$$G_{T_n} = \frac{g_{e_n} N_{e_n}}{1000}, \quad (4.25)$$

где  $g_{e_n}$  — удельный эффективный расход топлива при номинальном режиме (табл. 1.1), г/кВт · ч. Для большинства тракторных двигателей его значения равны 240–260 г/кВт · ч.

Для самоходных сельскохозяйственных машин значения  $G_{T_n}$  приведены в таблицах 2.17–2.18.

Мощность двигателя при рабочем ходе агрегата  $N_{e_p}$  определяется по формулам, приведенным в разделе 3. Загрузку двигателя при холостом ходе агрегата (кВт) определяют по формуле:

$$N_{e_x} = \frac{(R_{M_x} + P_f + P_a) v_x}{\eta_{MG} \eta_\delta}, \quad (4.26)$$

где  $R_{M_x}$  — сопротивление агрегата при холостом ходе (см. раздел 2), кН;

$v_x$  — скорость холостого хода, м/с;

$\eta_{MG}$  — КПД трансмиссии (см. раздел 1);

$\eta_\delta$  — КПД буксования при холостом ходе агрегата. Буксование  $\delta$  (%) принимается по тяговой характеристике (табл. 1.6–1.16) при  $P_T = R_{M_x}$ .

Расход топлива на холостом ходу двигателя при максимальной частоте вращения коленчатого вала  $G_{x.d} \approx (0,27 - 0,30) G_{T_n}$ , а при минимальной —  $G_{T_o} = (0,12 - 0,15) G_{T_n}$ . Его можно принять также по данным таблицы 1.1.

Расчет расхода топлива транспортными агрегатами рассмотрен в разделе 6.

**Затраты механической энергии** на единицу работы (соответственно в кВт · ч и Дж/га) определяются по следующим зависимостям: полезная удельная энергоёмкость, кВт · ч/га:

$$A = \frac{N_{T_p} T_p}{W_{cm}} = \frac{k_0}{0,36}, \quad (4.27)$$

или, Дж/га,

$$A = 10^7 k_0; \quad (4.28)$$

тяговая удельная энергоёмкость, кВт · ч/га:

$$A_T = \frac{N_{T_p} T_p + N_{T_x} t_x}{W_{cm}} = \frac{1}{0,36} \left( k_0 + \frac{G_a f_M (1 - \varphi)}{b \cdot \varphi} \right), \quad (4.29)$$

или, Дж/га,

$$A_T = 10^7 \left( k_0 + \frac{G_a f_M (1 - \varphi)}{b \cdot \varphi} \right), \quad (4.30)$$

эффективная удельная энергоёмкость, кВт·ч/га:

$$A_e = \frac{N_{e_p} T_p + N_{e_x} t_x + N_{e_o} t_o}{W_{cm}}, \quad (4.31)$$

или

$$A_e = 10^7 \left( \frac{k_0}{\eta_{T_p}} + \frac{G_a f_M (1 - \varphi)}{b \varphi \eta_{T_x}} \right) + \frac{H_H G_{T_o} t_o \eta_e}{W_{cm}}, \quad (4.32)$$

полная удельная энергоёмкость, кВт·ч/га:

$$A_{\Pi} \cong 11,6 \cdot \theta, \quad (4.33)$$

или, Дж/га,

$$A_{\Pi} = H_H \theta, \quad (4.34)$$

где  $N_{T_p}$ ,  $N_{T_x}$  — тяговая мощность соответственно на рабочем и холостом ходу агрегата, кВт;

$G_a$  — вес агрегата, кН;

$N_{e_o}$  — затраты мощности на остановках агрегата, кВт;

$\eta_{T_p}$ ,  $\eta_{T_x}$  — тяговый КПД трактора при рабочем и холостом ходах агрегата;

$\eta_e$  — эффективный КПД двигателя;

$k_0$  — удельное сопротивление агрегата, кН/м;

$T_p$ ,  $t_x$ ,  $t_o$  — соответственно время основной работы, холостых переездов и остановок, ч;

$\theta$  — удельный расход топлива, кг/га;

$\varphi$  — коэффициент рабочих ходов;

$b$  — конструктивная ширина захвата агрегата, м;

$G_{T_o}$  — часовой расход топлива на остановках с работающим двигателем, кг/ч;

$W_{cm}$  — сменная производительность агрегата, га/см;

$H_H$  — удельная теплота сгорания топлива, Дж/кг. Принимается равной  $4,166 \cdot 10^7$  Дж/кг.

Механический КПД агрегата

$$\eta_{a_m} = \frac{A}{A_c}. \quad (4.35)$$

Энергетический КПД агрегата

$$\eta_{a_s} = \frac{A}{A_{\Pi}}. \quad (4.36)$$

**Затраты денежных средств.** Затраты денежных средств и методика их определения на ремонт, техническое обслуживание, хранение, стоимость топливо-смазочных материалов, оплату труда механизаторов и вспомогательных рабочих рассматриваются в дисциплине «Экономика сельскохозяйственного производства».

## 5. ОПЕРАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ

---

### 5.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

*Технология* — это закономерность выполнения операций, процессов, работ. В сельскохозяйственном производстве различают две технологии: технологию производства сельскохозяйственной продукции и технологию выполнения сельскохозяйственных работ (операционная технология).

*Технология производства сельскохозяйственной продукции* — это последовательный перечень операций с указанием агротехнических требований, сроков выполнения операций и технических средств, необходимых для возделывания сельскохозяйственной культуры.

Технологии возделывания сельскохозяйственных культур разрабатывают для каждой почвенно-климатической зоны соответствующие научно-исследовательские институты на основе результатов многолетних полевых опытов с учетом передового производственного опыта и издают в виде типовых (зональных) технологических карт, на основе которых специалисты каждого сельскохозяйственного предприятия разрабатывают технологические карты с учетом особенностей местных природно-производственных условий. Рекомендуемые технологии возделывания сельскохозяйственных культур с учетом почвенно-климатических условий каждой зоны и сельскохозяйственного предприятия делят на три группы, включая высокие, интенсивные и нормальные. Технология обычно оформляется в виде технологической карты, включающей ресурсные и экономические показатели (см. раздел 7).

*Высокие технологии* — система получения в конкретных почвенно-климатических условиях (агрolandшафтах) наивысшей урожайности соответствующих сельскохозяйственных культур высокого качества, которая в достаточной степени окупает затраты ресурсов на ее получение. Такие технологии предусматривают высокий уровень использования удобрений, новейших научных достижений и программирования урожая, новых высокоинтенсивных сортов сельскохозяйственных культур и методов борьбы с сорняками, болезнями и вредителями культурных растений. При этом обеспечивается реализация потенциала каждого сорта сельскохозяйственной культуры более чем на 80 % с минимальными затратами ресурсов на единицу продукции.

*Интенсивные технологии* — система получения высокоэффективного урожая сельскохозяйственных культур при компенсации соответствующих затрат и выноса из почвы питательных веществ в сочетании с мероприятиями по защите культурных растений от сорняков, болезней и вредителей. Уровень реализации потенциала каждого сорта при этом должен превышать 60 %.

*Нормальные технологии* — система получения урожая с использованием биологических ресурсов агроландшафта, обеспечивающая реализацию потенциала каждого сорта сельскохозяйственной культуры более чем на 40 %.

Материально-технической базой механизации растениеводства является *система машин*, представляющая собой совокупность технически, технологически и организационно взаимосвязанных средств механизации, предназначенных для выполнения требуемого объема работ в конкретных природно-производственных условиях.

*Производственный процесс* — последовательное и закономерное выполнение взаимосвязанных производственных операций, осуществляемых с помощью машин и механизмов в оптимальные агротехнические сроки с целью получения конечной продукции необходимого качества и количества (например, возделывание картофеля, пшеницы и других сельскохозяйственных культур).

*Производственная операция* — часть производственного процесса, характеризующая воздействие технических средств на предмет труда. Она может быть *технологической* (основной), направленной на изменение положения или свойств обрабатываемого материала, и *вспомогательной*, способствующей облегчению или

улучшению выполнения технологической операции. В состав сложных производственных операций входят также *погрузочно-разгрузочные* операции и *транспортные*, выполняемые для перемещения материала без изменения его состояния, перевозки технических средств и рабочей силы. Сочетание этих операций составляет *сельскохозяйственную работу*.

## **5.2. МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ОПЕРАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ РАБОТЫ**

Операционную технологию обычно представляют в виде операционно-технологической карты.

*Операционно-технологическая карта* (табл. 5.1) для соответствующих видов полевых механизированных работ в заданных условиях (длина гона, площадь поля, урожайность и др.) содержит следующие основные сведения: условия работы; агротехнические требования к выполнению данной операции; рациональное комплектование и подготовка агрегатов к работе; подготовку поля; работа агрегата на загоне; контроль качества выполняемой работы; указания по охране труда, технике безопасности; противопожарные мероприятия. В карте приводят схемы наиболее важных технологических регулировок машин, движения агрегатов на рабочем участке, размещения техники на стационарном пункте первичной обработки продукции, проведения замеров при контроле качества работы. Если на рабочем участке одновременно выполняются 2–3 работы (например, погрузка, транспортировка и внесение минеральных удобрений), то составляют график цикличности (согласованности работы) основного и вспомогательного агрегатов.

**Условия работы (исходная информация).** В операционно-технологической карте указывают основные показатели условий работы для конкретной операции: длину гона, размер поля, уклон местности, каменистость и др.

## Операционно-технологическая карта на выполнение

(наименование сельскохозяйственной работы)

Наименование показателей и параметров	Значения показателей	Схемы	Исполнители
1	2	3	4
<p><b>1. Условия работы (исходные данные):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– площадь поля, га</li> <li>– длина гона, м</li> <li>– тип почвы</li> <li>– удельное сопротивление, кН/м (кН/м<sup>2</sup>)</li> <li>– средний уклон местности, %</li> <li>– засоренность полей камнями</li> <li>– агрофон</li> <li>– урожайность, т/га</li> <li>– дальность транспортировки грузов, км и т. д.</li> </ul> <p><b>2. Агротехнические нормативы и показатели качества:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– сроки и продолжительность работы</li> <li>– технологические параметры, характеризующие качество сельскохозяйственных операций (глубина пахоты (м), высота среза (м), влажность почвы (%) и т. д.)</li> <li>– показатели, определяющие расход материалов (норма высева (т/га), норма внесения удобрений (т/га), соотношение зерна и соломы в продукте урожая и т. п.) и потери продукта (допустимые потери зерна (%), дробление зерна (%) и т. п.) и т. д.</li> </ul>		<p>Схема комплектования агрегатов</p>	

Продолжение табл. 5.1

1	2	3	4
<p><b>3. Состав и подготовка агрегата:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основного</li> <li>– вспомогательного</li> <li>– ширина захвата, м</li> <li>– длина выезда, м</li> <li>– радиус поворота, м</li> <li>– грузоподъемность, т</li> <li>– теоретическая производительность, т/ч</li> <li>– подготовка сельскохозяйственной машины к работе — основные регулировки</li> <li>составление агрегата в натуре для устойчивой и качественной работы его в поле</li> </ul> <p><b>4. Скорость движения (режим работы агрегата):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– агротехнически допустимая, м/с</li> <li>– предельная скорость по пропускной способности, м/с (км/ч)</li> <li>– максимально возможная скорость по нагрузке двигателя, м/с (км/ч)</li> <li>– рабочая скорость движения основного агрегата, м/с (км/ч)</li> <li>– рабочая скорость движения транспортного агрегата (скорость движения с грузом), м/с (км/ч)</li> <li>– скорость холостого хода транспортного агрегата (скорость движения без груза), м/с (км/ч)</li> <li>– рабочая передача основного (частичного) скоростного режима работы агрегата: <ul style="list-style-type: none"> <li>технологического</li> <li>транспортного</li> </ul> </li> <li>– коэффициент загрузки двигателя: <ul style="list-style-type: none"> <li>при рабочем ходе агрегата</li> <li>при холостом ходе агрегата</li> </ul> </li> </ul>			

1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> <li>– рабочая скорость движения транспортного агрегата (скорость движения с грузом), м/с (км/ч)</li> <li>– скорость холостого хода транспортного агрегата (скорость движения без груза), м/с (км/ч)</li> <li>– рабочая передача основного (частичного) скоростного режима работы агрегата: технологического транспортного</li> <li>– коэффициент загрузки двигателя: <ul style="list-style-type: none"> <li>при рабочем ходе агрегата</li> <li>при холостом ходе агрегата</li> </ul> </li> </ul> <p><b>5. Подготовка поля, отбивка контрольных линий, поворотных полос:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– оптимальная ширина загона, м</li> <li>– ширина поворотной полосы, м</li> <li>– количество загонов на поле</li> <li>– выбор направления движения</li> </ul> <p><b>6. Способ движения агрегата:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– коэффициент рабочих ходов</li> </ul> <p><b>7. Показатели организации процесса:</b></p> <p><b>7.1 Показатели работы на поле:</b></p> <p><i>основного агрегата:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– продолжительность цикла, ч</li> <li>– количество циклов за смену</li> <li>– выработка за цикл, га/цикл</li> </ul> <p><i>вспомогательного агрегата:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– продолжительность рейса, ч</li> <li>– количество рейсов за смену</li> <li>– выработка за рейс, т</li> </ul>		<p>Схема подготовки поля к работе и обработки поворотных полос</p> <p>Схема движения агрегата на поле</p> <p>Схема поточной технологической линии</p>	

1	2	3	4
<p><b>7.2. Итоговые показатели работы:</b></p> <p><i>основного агрегата:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– составляющие баланса времени смены, ч</li> <li>– коэффициент использования времени смены</li> <li>– выработка за час времени смены, га/ч</li> <li>– расход топлива при различных режимах работы, кг/ч</li> <li>– гектарный расход топлива, кг/га</li> </ul> <p><i>вспомогательного агрегата:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– коэффициент использования времени смены</li> <li>– выработка за час времени смены, га/ч</li> <li>– расход топлива, кг/т</li> </ul> <p><b>8. Контроль качества:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методика контроля качества</li> <li>– применяемые приборы</li> <li>– объем измерений (количество контрольных проверок)</li> </ul>		<p>Схема поточной организации работы основного и вспомогательного агрегатов (график цикличности и взаимодействия основного и вспомогательного агрегатов)</p> <p>Схема проведения замеров при контроле качества на поле</p>	

В агротехнических требованиях отражают номинальные значения и допустимые отклонения показателей качества, дополнительные условия и рекомендации по выполнению заданной операции в конкретных условиях с учетом следующих факторов: внешних условий работы (физико-механический состав почвы, состояние обрабатываемого материала), технических возможностей машин и их состояния и факторов, связанных с организацией использования техники.

Например, для уборки зерновых культур прямым комбайнированием необходимо отразить: сроки и продолжительность уборки, урожайность зерна, отношение зерна к соломе (соломистость), влажность зерна, высоту среза, потери зерна жаткой, потери зерна молотилкой, дробление зерна, засоренность зерна в бункере и др.

**Определение состава и подготовка агрегата к работе.** Определение состава агрегата предусматривает: сбор и обобщение исходных данных об условиях использования агрегата при выполнении заданной сельскохозяйственной работы, подбор трактора и рабочих машин, выбор основной и резервных рабочих передач трактора, определение количества машин и фронта сцепки (при необходимости), оценку правильности расчета состава агрегата по нагрузке двигателя.

К исходным данным относят агротехнические показатели качества выполняемой работы, характеристики обрабатываемого материала и рабочего участка, агрофон и тип почвы, интервал технологически допустимых рабочих скоростей, удельное тяговое сопротивление машин и эксплуатационные показатели тракторов применительно к конкретным условиям.

Подбор трактора и машин в состав агрегата зависит от вида выполняемой работы, особенностей зоны расположения сельскохозяйственного предприятия и применяемой технологии. Выбранные для агрегатирования средства механизации должны входить в состав рациональных технологических комплексов, рекомендованных системой машин для механизации растениеводства в зоне деятельности предприятия.

После выбора основного агрегата определяют состав вспомогательных (транспортных, погрузочных и др.) агрегатов, руководствуясь следующими принципами: непрерывностью работы машин (поточностью производства), пропорциональностью, согласованностью и ритмичностью процессов, достижением наиболее ра-

циональной загрузки машин при минимуме перемещений обслуживающего персонала, техники и обрабатываемого материала по рабочим местам и участкам.

*Подготовка агрегата к работе* включает: основные регулировки машин (установка на глубину пахоты, высоту среза, норму высева, глубину заделки семян и т. д.); составление агрегата (направление силы тяги в горизонтальной и вертикальной плоскости плуга, размещение машины вдоль бруса сцепки, составление комбинированного агрегата и т. д.); дооборудование агрегатов дополнительными устройствами (маркерами, следоуказателями, подборщиками или измельчителями соломы и т. д.); выбор способа движения и маршрута движения транспортного агрегата.

**Скоростной режим агрегата** устанавливают с учетом загрузки двигателя, пропускной способности машины и качества выполняемой работы (агротехнически допустимой скорости). При необходимости, выбирая рабочие передачи, дополнительно учитывают ограничения на скорость, например, по сцеплению и опрокидыванию.

Наиболее экономичный режим работы трактора обычно соответствует тем передачам, для которых тяговая мощность имеет наибольшее значение. Эти передачи целесообразно принимать в качестве рабочих. Однако при выборе передач трактора учитывают не только эффективность использования его тяговых возможностей, но и интервал агротехнически допустимых скоростей ( $v_{P_{\min}}^{\text{agr}} - v_{P_{\max}}^{\text{agr}}$ ) рабочей машины (см. табл. 2.5). При выборе передачи для уборочных и ряда других машин учитывают пропускную способность агрегата (основных рабочих органов), а также агротехнические требования.

Таким образом, рабочую скорость движения агрегата выбирают на основании следующих условий:

$$v_{P_{\max}}^q \geq v_p \leq v_{P_{\max}}^N; \quad v_{P_{\min}}^{\text{agr}} \leq v_p \leq v_{P_{\max}}^{\text{agr}}, \quad (5.1)$$

где  $v_{P_{\max}}^q$  — скорость движения, ограниченная пропускной способностью рабочих органов машины, м/с;

$v_{p_{\max}}^{N_c}$  — максимально возможная скорость по загрузке двигателя, м/с.

**Способ движения агрегата** устанавливается, исходя из требований агротехники и состояния поля. Из возможных способов движения выбирают тот, который обеспечивает наибольший коэффициент рабочих ходов при высоком качестве работы.

**Подготовка поля** заключается в его осмотре и устранении препятствий, которые могут ухудшить качество или создать неблагоприятные условия для работы машин.

При загонных способах движения большое значение имеет разбивка поля на загоны. Работа на плохо размеченных или плохо выделенных загонах приводит к появлению огрехов, на исправление которых затрачивается много времени и дополнительно уплотняется почва. До разбивки поля на загоны выбирают не только способ, но и направление движения агрегатов. Наилучшим по биологическим условиям является, как правило, движение с севера на юг. При этом учитывают также направление предыдущей обработки, конфигурацию поля, а также необходимость защиты от водной эрозии.

Работа на загонах, размеченных без провешивания линии первого прохода агрегата и границ (контрольных линий) поворотных полос, приводит к искажению прямолинейности рабочих ходов, а, следовательно, и к снижению выработки, перерасходу топлива и ухудшению качества работ.

Таким образом, подготовка поля заключается в определении количества загонов на участке, разбивке участка на загоны, отбивке поворотных полос, разметке линии первого прохода агрегата, указании мест технологического обслуживания агрегатов (загрузки семян, выгрузки зерна из бункера и т. д.), проведении обкосов и прокосов и других подготовительных мероприятий. При работе на загоне агрегат выполняет рабочие (технологические) ходы, развороты (холостой ход), проводится его техническое и технологическое обслуживание. Контроль за количеством выполняемой работы в течение смены (самоконтроль) осуществляется по таким показателям: время цикла —  $t_{\text{ц}}$ ; количество циклов за смену —  $n_{\text{ц}}$ ; производительность за цикл —  $W_{\text{ц}}$ , га/цикл.

При внесении удобрений, посевах и посадке сельскохозяйственных культур необходимо согласование длины гона с вместимостью технологической емкости. На уборочных работах при больших размерах полей целесообразна прокладка разгрузочных магистралей, чтобы сократить потери времени, связанные с технологическим обслуживанием агрегатов.

Для согласования длины гона с вместимостью технологической емкости пользуются равенством:

$$\frac{l_{\text{ост}} b_p h}{10^4} = V \gamma \lambda, \quad (5.2)$$

где  $l_{\text{ост}}$  — путь между технологическими остановками (наполнение бункера зерноуборочного комбайна, освобождение емкости разбрасывателя или сеялки и т. п.), м;

$b_p$  — рабочая ширина захвата агрегата, м;

$h$  — норма внесения удобрений (высева семян), урожайность и т. д., т/га;

$V$  — объем технологической емкости (семенного ящика, бункера и т. п.), м<sup>3</sup>;

$\gamma$  — объемная масса соответствующего материала, т/м<sup>3</sup>;

$\lambda$  — наибольший коэффициент использования объема.

Значение  $\lambda$  одновременно учитывает как заполнение, так и опорожнение технологической емкости. Например, при посеве семян для обеспечения равномерности высева не допускается полное опорожнение семенного бункера (ящика).

На основании равенства 5.2 путь между двумя технологическими остановками определяется по формуле:

$$l_{\text{ост}} = \frac{10^4 V \gamma \lambda}{b_p h}. \quad (5.3)$$

Соответствующее количество рабочих ходов агрегата в зависимости от длины гона равно:

$$n_p = \frac{l_{\text{ост}}}{L_p}, \quad (5.4)$$

где  $L_p$  — рабочая длина гона, м.

Длину гона  $L_p$  в соответствии с этим равенством выбирают такой, чтобы  $n_p$  было целым числом: четным, если технологическое обслуживание агрегата осуществляют на одном конце загона, и нечетным — при двустороннем технологическом обслуживании. Более эффективно с практической точки зрения одностороннее технологическое обслуживание при меньших потерях времени смены, уменьшается также потребность в разгрузочных средствах.

По формуле 5.3 при уборке сельскохозяйственных культур можно рассчитать расстояние между разгрузочными магистралями, на которых выгружается технологический материал из бункера комбайна в кузов транспортного средства. При этом  $V$  соответствует вместимости бункера комбайна, а  $h$  — урожайности убираемой сельскохозяйственной культуры.

Если работа агрегата возможна без разбивки поля на загоны (например, при челночном и круговом способе движения), то соответствующим образом подготавливают края обрабатываемого участка и поворотные полосы.

### Показатели организации процесса

**Время цикла работы агрегата.** Движение машинных агрегатов на загоне в большинстве случаев характеризуется определенной цикличностью. Время цикла включает продолжительность рабочего и холостого движения агрегата, а также технологических остановок.

Время *кинематического цикла* (время на выполнение одного круга для таких операций, как пахота, культивация, скашивание хлебов или трав в валки и т. д.) определяют по формуле:

$$t_{\text{цк}} = \frac{10^{-3}}{3,6} \left( \frac{2L_p}{v_p} + \frac{2l_x}{v_x} + 60t_{\text{оп}} \right). \quad (5.5)$$

Время *технологического цикла* (время от одного технологического обслуживания до другого, связанного с опорожнением или наполнением емкостей, при выполнении работ по внесению удобрений, посеву или уборке сельскохозяйственных культур) определяют по формуле:

$$t_{\text{цт}} = \frac{10^{-3}}{3,6} \left( \frac{l_{\text{ост}}}{v_p \varphi} + 60t_{\text{о1}} \right), \quad (5.6)$$

где  $l_x$  — длина поворота, м;

$v_p, v_x$  — скорость движения агрегата соответственно на рабочем и холостом ходу (принимают  $v_p \approx v_x$ ), м/с;

$t_{\text{оп}}, t_{\text{о1}}$  — время остановок на устранение технологических отказов (очистка рабочих органов и т. п.) и технологическое обслуживание агрегата (засыпка семян, погрузка удобрений и т. п.), приходящееся на один круг (табл. 5.2), мин.

В зависимости от сложности сельскохозяйственных машин затраты времени на их регулировку в течение смены составляют 5–15 мин, а на очистку рабочих органов — 4–22 мин. Контроль качества работы проводится в течение 5–10 мин.

Замена прицепа с ботвой у свеклоуборочного комбайна занимает 1,6 мин, а прицепа с корнями — 1,6–1,8 мин; на одну заправку опрыскивателей готовыми растворами затрачивается 11–15 мин; продолжительность разгрузки бункера картофелеуборочного комбайна составляет около 1,6 мин; время на выгрузку зерна из бункера комбайна составляет примерно 3–4 мин.

Более точно время (ч) механизированной разгрузки бункера зерноуборочного комбайна можно определить по формулам:

при выгрузке на остановках:

$$t_{M_t} = \frac{V\gamma\lambda}{3,6W_{\text{ш}}}, \quad (5.7)$$

при выгрузке на ходу:

$$t_{\text{мр}} = \frac{V\gamma\lambda}{3,6W_{\text{ш}}} \left( 1 + \frac{v_{\text{р}}b_{\text{р}}h_3}{10W_{\text{ш}}} \right), \quad (5.8)$$

где  $V$  — объем бункера, м<sup>3</sup>;

$\gamma$  — объемная масса зерна (таблица 6.2), т/м<sup>3</sup>;

$\lambda$  — наибольший коэффициент использования бункера (см. табл. 2.4);

$v_{\text{р}}$  — скорость движения комбайна, м/с;

$h_3$  — урожайность зерна, т/га;

$W_{\text{ш}}$  — производительность выгрузного шнека, кг/с.

Таблица 5.2

Затраты времени на загрузку технологических емкостей

Марка машины	Количество машин в агрегате, шт	Время одной заправки, мин	
		семенами	удобрениями
СЗ-3,6	4	10,2	6,0
СЗ-3,6	3	7,9	5,4
СЗ-3,6	2	5,6	4,8
СЗ-3,6	1	3,3	4,2
СЗУ-3,6	4	7,0	5,8
СЗУ-3,6	3	5,5	5,2
СЗУ-3,6	2	4,0	4,6
СЗУ-3,6	1	2,5	4,0
СКНК-8	1	6,5	4,1
СУПН-8	1	8,0	4,1
СТТ-8	1	5,0	4,0
СТТ-12	1	7,0	5,0
СО-4,2	1	4,0	3,6
САЯ-4А	1	4,2	6,0
КРН-2, 8ПМ	1	—	3,8
КРН-5,6	1	—	6,9
КРН-4,2	1	—	5,3
УСМК-5,4	1	—	5,5

**Количество циклов** работы агрегата за смену определяют по формуле:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{см}} - t_2 - t_5 - t_6}{t_{\text{ц}}}, \quad (5.9)$$

где  $T_{\text{см}}$  — продолжительность смены ( $T_{\text{см}} = 7$  ч), ч.

Время на техническое обслуживание агрегата в течение смены  $t_2$  составляет 0,17–0,5 ч (в зависимости от сложности агрегата). Время регламентированных перерывов на отдых и личные надобности обслуживающего персонала  $t_5$  принимают равным 0,42–0,64 ч.

Подготовительно-заключительное время  $t_6$  определяют по формуле:

$$t_6 = T_{\text{ЕТО}} + T_{\text{пп}} + T_{\text{пнк}} + T_{\text{пн}}, \quad (5.10)$$

где  $T_{\text{ЕТО}}$  — время на проведение ежесменного технического обслуживания машинно-тракторного агрегата (табл. 5.3–5.5), ч;

$T_{\text{пп}}$  — время на подготовку агрегата к переезду ( $T_{\text{пп}} \approx 0,06$ –0,8 ч), ч;

$T_{\text{пн}}$  — время на получение наряда и сдачу работы ( $T_{\text{пн}} \approx 0,07$ –0,11 ч), ч;

$T_{\text{пнк}}$  — время на переезды в начале и в конце смены, ч.

Время  $T_{\text{пнк}}$  при нормировании принимают равным 0,2–0,5 ч.

Для конкретного случая, зная расстояние переезда, его рассчитывают.

**Действительное время смены** (ч)

$$T_{\text{д}} = t_{\text{ц}}n_{\text{ц}} + t_2 + t_5 + t_6$$

или по элементам

Таблица 5.3

## Трудоемкость технического обслуживания тракторов\*\*

Тракторы		Номинальная мощность двигателя $N_{e_n}$ , кВт	Трудоемкость одного технического обслуживания, ч				
тип	тяговый класс по ГОСТ 27021		ЕТО	ТО-1	ТО-2	ТО-3	СТО
Колесный Гусеничный	5	184–221	0,6	2,2	11,6 (10,3)	25,2 (21,8)	18,3 (16,1)
		3	58–66	0,5	<u>2,5</u> 3,0	<u>6,2</u> 7,4	20,7
	66–90		0,5	2,7	6,4	21,4	17,1
	90–110		0,5	<u>1,7</u> 2,0	<u>5,6</u> 6,8	29,1	16,3
	110–156	0,5	<u>2,1</u> 2,5	<u>7,5</u> 6,3)	46,5 (25,0)	5,8 (5,1)	
Колесный Гусеничный	3	114–156	0,2	<u>1,9</u> 2,3	<u>6,8</u> (5,7)	42,3 (23,0)	5,3 (4,6)
		2	40–55	0,2	2,3	6,9	14,0
Колесный	2		88–96	0,4	<u>2,7</u> 3,2	<u>6,9</u> (4,3) 8,3 (5,2)	19,8 (11,2)
Колесный	1,4	41–58	0,4	<u>2,2</u> 2,5	<u>5,9</u> 7,3	26,1	14,9
		58–79	0,4	<u>2,7</u> 3,2	<u>6,9</u> (4,3) 8,3 (5,2)	19,8 (11,2)	3,5 (3,1)
Колесный	0,9	35–40	0,4	<u>2,2</u> 2,5	<u>5,9</u> 7,3	26,1	14,9
Колесный	0,6	18–24	0,5	<u>2,1</u> 2,4	<u>2,8</u> 3,8	10,8	0,9
		24–35	0,5	<u>0,9</u> 1,1	<u>2,7</u> 3,2	7,7	1,8

Примечания:

1. Значения, указанные в знаменателе, соответствуют трудоемкости обслуживания с увеличенной периодичностью (ТО-1 – 125, ТО-2 – 500, ТО-3 – 1000 мото-часов).

2. Значения, указанные в скобках, соответствуют трудоемкости обслуживания на типовых СТОТ с использованием механизированных средств ТО.

3. Трудоемкость СТО включает СТО-ВЛ и СТО-ОЗ.

Таблица 5.4

## Трудоемкость технического обслуживания и текущего ремонта сельскохозяйственных машин \*\*

Наименование сельскохозяйственной машины	Суммарная трудоемкость ежесменного технического обслуживания, ч	Суммарная годовая трудоемкость, ч	
		номерного технического обслуживания	текущего ремонта
Плуги	0,12–0,25	–	17–50
Плуги-луцильники	0,10–0,20	–	20–29
Глубокорыхлители	0,18–0,25	–	10–45
Дисковые луцильники	0,10–0,25	–	17–81
Бороны дисковые	0,10–0,25	–	12–67
Бороны зубовые	–	–	4
Бороны игольчатые	0,22	–	39
Катки	0,10	–	20
Сцепки	0,10	–	11–34
Культиваторы	0,10–0,50	–	7–64
Сеялки:			
зерновые	0,15	–	43–83
зернольняные	0,30	–	45
свекловичные	0,25	–	56–69
кукурузные	0,25–0,40	–	26–57
овощные	0,15–0,20	–	13–37
Рассадопосадочные машины	0,40	–	58
Картофелесажалки	0,30	–	98
Опрыскиватели	0,30	4,2	26–38
Протравливатели	0,18	1,8	50–56
Опыливатели	0,18	3,0	18
Косилки	0,10	–	10–22
Косилки-измельчители	0,14	–	38
Косилки-плющилки	0,20	1,5	35
Грабли тракторные	0,13	–	30
Волокуши	0,06	–	15
Погрузчики-стогометатели	0,14	1,0	23
Пресс-подборщики	0,65	2,0	45–60
Жатки	0,20	0,55	60
Копновозы	0,10	–	32
Подборщики-копнителы	0,32	–	42
Стоговозы	0,15	0,4	55

Окончание табл. 5.4

Наименование сельскохозяйственной машины	Суммарная трудоемкость ежесменного технического обслуживания, ч	Суммарная годовая трудоемкость, ч	
		номерного технического обслуживания	текущего ремонта
Льномолотилки	0,30	–	58
Машины первичной очистки зерна	0,32	–	48
Машины вторичной очистки зерна	0,23	–	60
Бункеры вентилируемые	0,15	–	55
Сушилки	2,4	7,5	58–62
Зернопогрузчики передвижные	0,14	–	2,7
Льномолотилки	0,30	–	58
Льнотеребилки	0,30	–	24
Коноплемялки	0,30	–	40
Молотилки для обмолота кукурузных початков	0,30	–	24
Горки семяочистительные	0,10	–	32
Буртоукрывщики	0,10	–	8
Зерноочистительные машины	0,23	–	62
Картофелекопатели	0,20–0,30	–	12–70
Картофелесортировальные пункты	0,56	–	60
Транспортеры-загрузчики	0,30	–	64

\*\* Для учебных целей.

Таблица 5.5

Трудоемкость технического обслуживания и текущего ремонта комбайнов и других сложных уборочных машин

Марка комбайна	Суммарная трудоемкость технического обслуживания, ч			Суммарная годовая трудоемкость текущего ремонта, ч	
	ЕТО	ТО-1	ТО-2	для РРОП	для СХП
Зерноуборочные комбайны	0,7–0,8	5,1–5,2	6,0–6,6	106–125	150–165
Кормоуборочные комбайны	0,5	2,7	7,2	32–162	40–200
Картофелеуборочные комбайны	0,5	3,6	–	55	69
Свеклоуборочные комбайны	0,5–0,6	3,6	7,2	67–90	112–200
Льноуборочные комбайны	0,5	2,7	–	37	46
Самоходные косилки	0,3	3,6	7,2	99–139	124–173

\*\* Для учебных целей.

$$T_d = T_p + t_x + t_1 + t_2 + t_5 + t_6, \quad (5.11)$$

где  $T_p = \frac{2L_p n_{\text{ц}}}{3600 v_p}$  — рабочее время смены для кинематического цикла, ч;

$T_p = \frac{l_{\text{ост}} n_{\text{ц}}}{3600 v_p}$  — то же для технологического цикла, ч;

$t_x = \frac{2l_x n_{\text{ц}}}{3600 v_x}$  — время холостых поворотов за смену для кинематического цикла, ч;

$t_x = \frac{l_x n_{\text{ц}}}{3600 v_x}$  — то же для технологического цикла, ч.

Длину холостого хода  $l_x$  для кинематического цикла (длина поворота) определяют по рисунку 3.8 или по формуле:

$$l_x = \frac{L_p}{\phi} - L_p, \quad (5.12)$$

для технологического цикла по формуле:

$$l_x = \frac{l_{ост}(1-\phi)}{\phi}. \quad (5.13)$$

Время остановок за смену для технологического обслуживания соответственно для кинематического и технологического циклов равно (ч):

$$\begin{aligned} t_1 &= t_{оп} n_{ц}; \\ t_1 &= t_{о1} n_{ц}. \end{aligned} \quad (5.14)$$

**Коэффициент использования времени смены:**

$$\tau = \frac{T_p}{T_d}. \quad (5.15)$$

**Производительность агрегата** (га/цикл)  
за кинематический цикл:

$$W_{цк} = \frac{2b_p L_p}{10^4}, \quad (5.16)$$

за технологический цикл:

$$W_{цт} = \frac{l_{ост} b_p}{10^4}, \quad (5.17)$$

за час:

$$W_ч = 0,36 b_p v_p \tau, \quad (5.18)$$

за действительное время смены:

$$W_{см}^д = W_{ц} n_{ц} = 0,36 b_p v_p T_p, \quad (5.19)$$

за смену:

$$W_{см} = W_ч T_{см}. \quad (5.20)$$

**Расход топлива** основным агрегатом на единицу выполненной работы рассчитывают по формулам подраздела 4.2.

**Расчет дополнительных операций.** Производственный процесс, как правило, состоит из нескольких операций. Режим работы основного агрегата определяет режим работы вспомогательных агрегатов. Например, при уборке кукурузы на силос количество транспортных средств и режим их работы обуславливаются условиями и режимом работы силосоуборочных агрегатов. При внесении органических удобрений разбрасывателем работа погрузчика зависит от организации и режима работы навозоразбрасывателей.

В большинстве случаев дополнительные операции являются транспортными и погрузочно-разгрузочными. Расчет дополнительных операций заключается в выборе агрегатов для выполнения этих операций и определении их потребного количества.

**Транспортный агрегат.** Потребное количество транспортных средств для обслуживания основного агрегата (зерноуборочного, силосоуборочного, картофелеуборочного комбайнов и других агрегатов) определяют по формуле

$$m_x = \frac{t_{цтр}}{t_{ост}}, \quad (5.21)$$

где  $t_{цтр}$  — время цикла работы транспортного агрегата, ч;

$t_{ост}$  — период времени между двумя технологическими обслуживаниями основного агрегата, ч.

Например, для силосоуборочного комбайна, это будет время заполнения кузова (прицепа), для зерноуборочного комбайна — время заполнения бункера, для посевного агрегата — время опорожнения семенных ящиков и т. д. Его определяют по формуле:

$$t_{ост} = \frac{10^{-3} l_{ост}}{3,6 v_p \phi}. \quad (5.22)$$

Время цикла работы транспортного агрегата  $t_{цтр}$  представляет собой время рейса  $t_{рс}$ , которое рассчитывается по формуле 6.20. В разделе 6 приведены необходимые данные для такого расчета.

**Погрузочный агрегат.** Производительность погрузочного агрегата (т/ч) определяют по формуле:

$$W_{погч} = W_{рн} K_{г} \tau_{п}, \quad (5.23)$$

где  $W_{рн}$  — расчетная производительность погрузчика (по технической характеристике), т/ч;

$K_{г} = \frac{\gamma}{\gamma_{р}}$  — коэффициент использования грузоподъемности погрузчика;

$\gamma$  — объемная масса сельскохозяйственных грузов (табл. 6.2), т/м<sup>3</sup>;

$\gamma_{р} = 1$  т/м<sup>3</sup> — расчетная объемная масса груза, т/м<sup>3</sup>;

$\tau_{п}$  — коэффициент использования времени смены:

$$\tau_{п} = \frac{n_{дн}}{n_{рн}}, \quad (5.24)$$

где  $n_{дн}$  — количество действительных погрузок;

$$n_{дн} = \frac{T_{см} - t_2 - t_5 - t_6}{t_{цтр}} m_x, \quad (5.25)$$

$n_{рн}$  — количество расчетных погрузок;

$$n_{рн} = \frac{T_{см} - t_2 - t_5 - t_6}{t_{п}}, \quad (5.26)$$

где  $t_{п} = \frac{q_{ф}}{W_{рн}} + 0,01$  — время на погрузку и замену транспорта, ч;

$q_{ф} = V\gamma\lambda$  — количество груза, перевозимого транспортным средством за один рейс, т.

Количество транспортных агрегатов, необходимых для полной загрузки погрузчика (при  $\tau_{п} = 1$ ):

$$m_x = \frac{t_{цтр}}{t_{п}}. \quad (5.27)$$

Групповое использование техники на полевых работах, по сравнению с работой отдельных машинных агрегатов, приводит к сокращению сроков выполнения операций и простоев по техническим и организационным причинам, улучшению технического обслуживания, повышению производительности основных и вспомогательных агрегатов и качества выполняемых технологических операций.

Используются звенья из 2–4-х агрегатов на посеве, из 2–3-х — на посадке картофеля, уборочно-транспортные звенья на уборке хлебов состоят в большинстве своем из 3–4-х комбайнов и т. д.

Необходимое количество транспортных средств  $m_x$  для звена из  $n_a$  комбайнов определяют по формуле (с округлением до целого большего числа):

$$m_x = \frac{n_a t_{цтр}}{n_{б} t_{цт}}, \quad (5.28)$$

где  $n_{б}$  — количество бункеров комбайнов, загружаемых в кузов одного автомобиля.

**Согласованность в работе** основных и вспомогательных агрегатов может быть отражена на графике, который показывает, как протекает во времени чередование основных элементов рабочего цикла машинных агрегатов входящих в звено (рис. 5.1).

При построении графиков цикличности по оси абсцисс откладывают время работы агрегата в минутах, а по оси ординат — длину гона или расстояние транспортировки груза (зерна, зеленой массы и т. п.)  $l_{тр}$  в километрах. На графике отмечают элементы цикла работы агрегатов.

При этом график составляют таким образом, чтобы к моменту наполнения очередной емкости основного агрегата имелся бы транспортный агрегат, готовый принять от него убираемую продукцию (например, зерно из бункера комбайна).

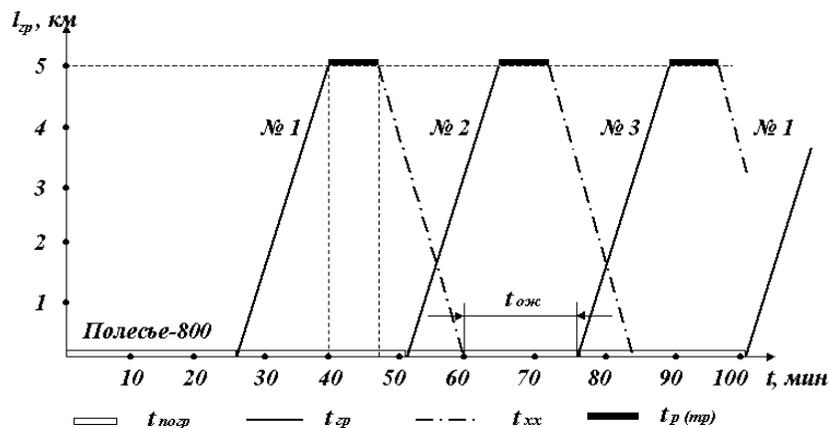


Рис. 5.1. График цикличности и взаимодействия основного и вспомогательного агрегатов

При внесении (разбрасывании) органических удобрений после заполнения первой емкости навозоразбрасывателя к погрузчику подается очередной (2-й, 3-й и т. д.) до тех пор, пока снова не станет на погрузку первый агрегат после выполнения технологического процесса — разбрасывания удобрений по полю.

Поточный метод работы машинных агрегатов предполагает разделение производственного процесса на отдельные составные работы, закрепление за ними определенных исполнителей и техники, расположение рабочих мест по ходу технологического процесса, обеспечение непрерывности трудовых процессов.

Для обеспечения непрерывности потока необходимо равенство производительности стационарных, транспортных средств механизации и полевых машинных агрегатов. Условие обеспечения непрерывности потока проверяется по формуле 7.9.

**Контроль качества.** Все показатели качества технологических операций в растениеводстве делят на две группы. Показатели первой группы оценивают своевременность начала и продолжительность изменения и выполнения операций. Показатели второй группы характеризуют: изменения в обрабатываемом материале (глубину и равномерность обработки почвы или заделки семян, высоту

среза и длину резки стеблей, полноту подрезания сорняков и т. п.); соблюдение норм внесения и равномерность распределения материалов (семян, удобрений) по поверхности и глубине почвы и по длине рядка; полноту охвата обработанной поверхности поля и сбора продукции, количественные и качественные потери материала, повреждение семян, растений и продуктов урожая, засоренность продукции посторонними примесями, пропуски и огрехи при обработке.

Для контроля качества необходимо знать номинальные значения показателей. Для измерений используют различные простейшие средства: складной метр, деревянную или металлическую линейку, рулетку, рамку и специальные приспособления.

Контроль качества выполняемой сельскохозяйственной операции осуществляется трактористом-машинистом в процессе работы и приемщиком работы (агроном, бригадир) в процессе и по ее окончании. В случае низкого качества работу переделывают.

## 6. ТРАНСПОРТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

### 6.1. ПЕРЕВОЗКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ГРУЗОВ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

Анализ грузооборота в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь показал, что в настоящее время на каждый гектар пашни приходится 40–45 т различных сельскохозяйственных, промышленных, строительных и других грузов. В связи с интенсификацией производства этот объем постоянно растет. С учетом плановой урожайности основных сельскохозяйственных культур и перспективной структуры посевных площадей в перспективе этот объем достигнет 50–55 т на каждый гектар.

Особенностью сельскохозяйственных перевозок является их многократность, которая оценивается коэффициентом повторности и определяется делением общего объема перевозок данного вида груза на объем, полученный в первоначальном пункте отправки. Значения этого коэффициента для сельскохозяйственной продукции приведены в таблице 6.1. Наиболее массовым грузом в сельскохозяйственных предприятиях являются органические удобрения, на долю которых приходится 41 % от общего объема перевозок, на втором месте — зерно колосовых культур (около 7 %, см. табл. 6.1).

Коэффициенты повторности  
перевозок основных сельскохозяйственных грузов

Груз	Коэффициент повторности перевозок	% к общему объему перевозок (расчет)
Зерно колосовых	2,8	7,2
Солома	1,0	2,0
Картофель	2,0	3,5
Кормовые корнеплоды	2,0	5,0
Силосные культуры	2,0	6,1
Сенаж	2,0	4,6
Сено	1,3	1,8
Зеленая подкормка	1,0	2,0
Травяная мука	2,0	0,5
Овощи	1,6	0,3
Сахарная свекла	1,5	0,5
Льносемена	2,6	0,2
Льнотреста	2,2	0,3
Органические удобрения	1,4	41,4
Минеральные удобрения	2,0	3,7
Известь	1,0	2,0
Молоко	1,2	2,4
Комбикорм	2,0	2,7
Строительные грузы	1,0	3,2
Горючесмазочные материалы	1,5	1,8
Прочие грузы	1,0	9,8

Сельскохозяйственные грузы классифицируют: по физическим свойствам, по степени использования грузоподъемности транспортных средств, по способу погрузки-выгрузки и перевозки, по условиям защиты от воздействия внешней среды, по количеству одновременно перевозимых грузов.

По физическим свойствам грузы делятся на твердые, жидкие, полужидкие, газообразные. Важнейшим параметром, характеризующим свойства груза, является объемная масса (табл. 6.2). По расчетной степени использования номинальной грузоподъемности

транспортных средств грузы делятся на пять классов. Грузы, обеспечивающие степень использования грузоподъемности 1,0, относятся к первому классу, 0,71–0,99 — ко второму, 0,51–0,70 — к третьему и 0,40–0,50 — к четвертому.

Таблица 6.2

Объемные массы сельскохозяйственных грузов

Наименование груза	Объемная масса, т/м <sup>3</sup>	Вид упаковки	Класс груза
Аммофос гранулированный	1,10	Насыпью	1
Асфальт	1,10	Навалом	1
Барда	1,10		1
Береза (бревна)	0,75	Навалом	1
Ботва картофеля	0,15	Навалом	3
Ботва свеклы	0,27	Навалом	3
Вика-овес (сено)	0,20	Навалом	4
Вика (зерно)	0,85	Навалом	1
Гипс	0,80	Мешки, бочки	1
Горох	0,80	Навалом	1
Гравий гранитный	1,64	Навалом	1
Груши	0,50	Ящики	1
Дерн	1,40	Навалом	1
Доломитовая мука	1,50	Мешки	1
Дрова березовые и хвойные	0,55	Навалом	1
Жижга навозная	1,00		
Жом сухой	0,22	Навалом	2
Жом свекольный	1,00	Навалом	1
Зелень огородная (укроп, петрушка, салат)	0,25	Решетка, корзины, ящики	2
Земля рыхлая, влажная	1,70	Навалом	1
Земля рыхлая, сухая	1,30	Навалом	1
Зерновая смесь	0,59	Насыпью	1
Зола	0,50	Навалом	2
Известь гашеная	0,60	Мешки, бочки	2

Продолжение табл. 6.2

Наименование груза	Объемная масса, т/м <sup>3</sup>	Вид упаковки	Класс груза
Известь негашеная	1,20	Навалом	1
Калий хлористый	0,84	Мешки	1
Капуста свежая	0,35	Корзины	2
	0,24	Навалом	2
Картофель	0,50	Мешки	1
	0,68	Навалом	1
Комбикорм	0,60	Мешки	2
	0,45	Навалом	2
Кукуруза:	0,74	Насыпью	1
зерно	0,39	Навалом	2
початки	0,27	Навалом	2
Лен прессованный	0,15	Тюки	2
Лен непрессованный	0,15	Кипы	3
Лес круглый хвойный:			
полусухой	0,60	Навалом	1
сырой	0,75	Навалом	1
Лесоматериалы пиленые			
Хвойные	0,60	Навалом	1
Лук репчатый	0,60	Мешки, кули	2
Люцерна (семя)	0,80	Навалом	1
Молоко натуральное	0,64	Цистерны	2
и молочные изделия	0,35	Бидоны, фляги	3
Морковь	0,40	Кули, корзины, ящики	2
	0,50	Навалом	2
Мука	0,50	Мешки	1
Мука сенная	0,17	Мешки	1
Мякина	0,20	Навалом	3
Навоз конский:			
свежий	0,40	Навалом	2
уплотненный	0,70	Навалом	2

Продолжение табл. 6.2

Наименование груза	Объемная масса, т/м <sup>3</sup>	Вид упаковки	Класс груза
Навоз коровий:			
свежий	0,70	Навалом	1
полуперепревший	0,80	Навалом	1
перепревший	0,90	Навалом	1
Навозная жижа	1,00	Навалом	1
Овес	0,46	Мешки	1
	0,45	Насыпью	2
Огурцы свежие	0,40	Ящики, корзины	2
	0,58	Навалом	2
Отруби	0,40	Мешки	2
	0,25	Насыпью	2
Полова и сбойна	0,12	Насыпью	3
Помет птичий	0,30	Навалом	2
Помидоры (томаты)	0,53	Ящики	2
Пшеница озимая	0,78	Насыпью	1
Растворы известковые и цементные	1,90	Бочки	1
Рожь (зерно)	0,70	Мешки	1
	0,72	Насыпью	1
Свекла	0,62	Навалом	1
Селитра аммиачная	0,95	Навалом	1
Сено:	0,05	Навалом	4
	прессованное	0,29	Кипы
непрессованное	0,11	Навалом	4
Силос из траншеи и башен	0,72	Навалом	2
Силосная масса свежесрезанная	0,25	Навалом	3
Силос комбинированный	0,45	Навалом	2
Солома просяная	0,45	Тюки, кипы	4
Солома злаковых	0,15	Навалом	4
Солома:			
прессованное	0,30	Навалом	2
непрессованное	0,14	Навалом	4

Окончание табл. 6.2

Наименование груза	Объемная масса, т/м <sup>3</sup>	Вид упаковки	Класс груза
Сульфат аммония	0,84	Мешки	1
Суперфосфат	0,98	Насыпью	1
Горфяная крошка	0,28	Навалом	3
Травяная мука	0,19	Мешки	3
Трава (клевер) свежескошенная	0,35	Навалом	4
Удобрения минеральные	0,82	Насыпью	1
	0,70	Мешки	1
Фосфорная мука	1,70	Мешки	1
Хлопок непрессованный	0,10	Навалом	2
Цемент	1,30	Мешки	1
Щебень	1,60	Навалом	1
Яблоки свежие	0,37	Ящики	1
Ячмень	0,64	Навалом	1

Класс груза определяется не только его физическими свойствами (объемной массой), но и видом упаковки (табл. 6.2). При разной упаковке один и тот же груз может быть отнесен к разным классам.

Перевозки в сельском хозяйстве делятся на две основные группы: внехозяйственные и внутрихозяйственные. Внехозяйственные осуществляются на сравнительно большие расстояния (в среднем до 30 км) по относительно благоустроенным дорогам. Внутрихозяйственные перевозки достигают 80–85 % от всего объема транспортных работ, характеризуются небольшими расстояниями (5–7 км) и выполняются в основном по грунтовым и полевым дорогам.

## 6.2. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТ

На перевозках сельскохозяйственных грузов используют автомобильный и тракторный транспорт. Автомобильный транспорт делится на грузовой, пассажирский и специальный.

Грузовые автомобили оборудуются кузовом – платформой с открывающимися бортами и предназначены для перевозки всех видов грузов, кроме жидких. Многие из них могут работать в составе автопоезда (табл. 6.3 и 6.4).

Для перевозки сыпучих грузов на базе бортовых автомобилей выпускаются автомобили-самосвалы, обеспечивающие самовольную разгрузку (табл. 6.5).

Автоприцепы общего назначения выпускаются с бортовой платформой, самосвальные и полуприцепы для работы с автомобилями, имеющими буксирное устройство (табл. 6.6). Автоприцепы оборудованы рабочими тормозами и стояночным тормозом. Полуприцепы (седельные прицепы) отличаются от прицепов тем, что часть массы полуприцепа и массы груза передается на раму тягача.

Основные параметры автомобилей, прицепов и полуприцепов для сельского хозяйства представлены в таблицах 6.7 и 6.8.

Колесные тракторы достаточно хорошо приспособлены для транспортных работ. Они снабжены оборудованием для агрегатирования с прицепами: раздельно-агрегатной гидросистемой, электрооборудованием, системой привода тормозов прицепа. На внутривозвратных перевозках тракторный транспорт наиболее эффективен на базе колесных тракторов при перевозках сельскохозяйственных грузов на расстоянии до 7–10 км.

Тракторы приобретаются хозяйствами для выполнения основных сельскохозяйственных работ. Использование их на транспортных работах позволяет полнее загрузить их в течение года и, как показывает опыт отдельных хозяйств, может достигать 70–80 % возможного годового баланса времени.

Широкое использование тракторов на транспортных работах, т. е. увеличение их годовой загрузки, позволяет снизить денежные затраты на единицу любой выполненной трактором работы. Это выражается, прежде всего, в соответствующем уменьшении доли амортизационных отчислений на единицу работы.

На транспортных работах колесный трактор может агрегатироваться с одноосным или двухосным прицепом. Выбор типа прицепа определяется его максимальным полным весом, допустимым для данного класса трактора в конкретных дорожных условиях.

Полный вес прицепа лимитируется чаще всего не мощностью двигателя, а условиями сцепления ведущих колес трактора с опорной поверхностью. Благодаря передаче части полного веса одноосного прицепа задним ведущим колесам трактора повышается сцепной вес трактора, а следовательно, и движущая сила, проходимость по скользким дорогам и, в конечном счете, производительность. Преимуществом одноосного прицепа является также его более высокая маневренность и относительная простота в эксплуатации и обслуживании.

Технические характеристики тракторных прицепов общего назначения, а также специализированные, представлены в таблице 6.9.

Таблица 6.3

## Техническая характеристика современных бортовых грузовых автомобилей

Показатель	«ГАЗ-53А»	«ЗИЛ-130-76»	«КамАЗ-5320»	«КамАЗ-53212»	«КамАЗ-257Б1»
Колесная формула	4×2	4×2	6×4	6×4	6×4
Грузоподъемность, кг	4000	6000	8000	10000	12000
Полная масса, кг	7400	10525	15305	18425	22600
В том числе:					
на переднюю ось	1810	2626	4375	4422	4600
на заднюю ось (тележку)	5590	7900	10930	14000	18000
Допустимая масса буксируемого прицепа, кг	4000	8000	11500	14000	16600
База, мм	3700	3800	3850	4350	6250
Колея, мм:					
передней оси	1630	1800	2025	2026	1950
задней оси	1690	1790	1850	1850	1920
Наименьший дорожный просвет, мм	265	270	280	280	290
Радиус поворота (наружный габарит), м	9,0	8,9	9,3	9,8	14,7
Максимальная скорость, км/ч	80	90	80–100*	60–100*	68

184

Окончание табл. 6.3

Показатель	«ГАЗ-53А»	«ЗИЛ-130-76»	«КамАЗ-5320»	«КамАЗ-53212»	«КамАЗ-257Б1»
Контрольный расход топлива при скорости 40 км/ч, л/100 км	24	29	24 (35)**	27 (35)**	36
Внутренние размеры кузова, мм:					
длина	3740	3752	5200	6100	5770
ширина	2170	2326	2320	2320	2480
Максимальная мощность, кВт (л. с.)	84,6 (115)	110,3 (150)	154,4 (210)	176,5 (240)	176,5 (240)

185

\* В зависимости от передаточного числа главной передачи.

\*\* Контрольный расход топлива при скорости 60 км/ч (в скобках для автопоезда).

Таблица 6.4

Техническая характеристика автомобилей самосвалов  
Минского автозавода, используемых в сельском хозяйстве

Показатель	«МАЗ-47041-220»	«МАЗ-555102-220»	«МАЗ-555-223»	«МАЗ-555102-233»
Колесная формула	4 x 2	4 x 2	4 x 2	4 x 2
Допустимая полная масса автомобиля, кг	10100	18200	18200	18200
Допустимая грузоподъемность, кг	4725	10000	1000	9500
Объем платформы, м <sup>3</sup>	–	5,4	8,2	8,2
Двигатель	ММЗ-245,9 Е2	ЯМЗ-236НЕ2	ЯМЗ-236НЕ2	ЯМЗ-236НЕ2
Максимальная скорость, км/ч	95	91	91	91

Таблица 6.5

Техническая характеристика автомобилей-самосвалов

Показатель	«САЗ-3503»	«ГАЗ-САЗ-53Б»	«ЗИЛ-ММЗ-554М»	«ЗИЛ-ММЗ-4502»	«КамАЗ-5511»	«МАЗ-5549»
Колесная формула	4×2	4×2	4×2	4×2	6×4	4×2
Шасси автомобиля	«ГАЗ-52-04»	«ГАЗ-53А»	«ЗИЛ-130-76»	«ЗИЛ-130»	«КамАЗ-5320»	«МАЗ-5335»
Грузоподъемность, кг	2400	3500	5500	5250	10000	8000
Полная масса, кг	5300	7400	10850	10275	19375	15375
Внутренние размеры кузова, мм						
длина	2660	3730	3350	2600	4525 (2965)	3285
ширина	2000	2280	2300	2300	2310	2285
высота	590	500	777	635	816	774
с надставными бортами	–	1060	1623	–	–	–

Окончание табл. 6.5

Показатель	«САЗ-3503»	«ГАЗ-САЗ-53Б»	«ЗИЛ-ММЗ-554М»	«ЗИЛ-ММЗ-4502»	«КамАЗ-5511»	«МАЗ-5549»
Объем кузова, м <sup>3</sup> с основными бортами	3,2	5,0	6	3,8	7,2	5,1
с надставными бортами	–	9,0	12,5	–	–	–
Самосвальная разгрузка (направление)	назад	на 3 стороны	на 3 стороны	назад	назад	назад
Максимальная скорость, км/ч	70	85	90	90	80	75
Контрольный расход топлива при скорости 40 км/ч, л/100 км	20	24	31	28	27	22

Таблица 6.6

Техническая характеристика автомобильных прицепов и полуприцепов

Показатель	Прицепы общего назначения				Самосвальные		Полуприцепы	
	«ГКБ-817»	«ГКБ-835»	«МАЗ-8926»	«ГКБ-819»	«ГКБ-8527»	«ОдАЗ-885»	«ОдАЗ-9370»	«МАЗ-5245»
Основной тягач	«ЗИЛ-130-76»	«КамАЗ-5320»	«МАЗ-5335»	«ЗИЛ-ММЗ-554М»	«КамАЗ-55102»	«ЗИЛ-130В»	«КамАЗ-5410»	«МАЗ-504А»
Грузоподъемность, кг	5500	8000	8000	500	7000	7500	14200	13500
Полная масса, кг	8040	11500	12000	8050	11500	10350	19100	17300
Внутренние размеры кузова, мм								
длина	4686	6100	5500	4300	5340	6080	9180	7875
ширина	2322	2317	2365	2300	2310	2220	2320	2320
высота бортов	572	500	685	650/1300	640	590	560	740
Погрузочная высота, мм	1300	1300	1440	1340	1450	1400	1470	1615
База, мм	3000	4340	3700	2900	3800	4480	6140	5180
Колея колеса, мм	1800	1850	1970	1800	1850	1790	1850	1860

Окончание табл. 6.6

Показатель	Прицепы общего назначения				Самосвальные		Полуприцепы	
	«ГКБ-817»	«ГКБ-835»	«МАЗ-8926»	«ГКБ-819»	«ГКБ-8527»	«ОдАЗ-885»	«ОдАЗ-9370»	«МАЗ-5245»
Размер шин	260–20	260–508	320–508	260–508	260–508	260–508	260–508	300–508
Система тормозов	Однопроводная	р Комбинированная одно- и двухпроводная	Комбинированная одно- и двухпроводная	р Однопроводная	Комбинированная одно- и двухпроводная	Однопроводная	р Комбинированная одно- и двухпроводная	Однопроводная
Поворотное устройство	Поворотный круг	Поворотный круг	Поворотный круг	Поворотный круг	Поворотный круг	–	–	–

Таблица 6.7

Основные параметры автомобилей для сельского хозяйства

Наименование	Марка	Основной параметр					Перевозимый груз
		грузоподъемность, т	мощность двигателя, кВт (л.с.)	колесная формула	вместимость кузова, м <sup>3</sup>	погрузочная высота, м	
<i>Автомобили-самосвалы</i>							
Автомобиль с погрузочно-разгрузочным устройством	«КамАЗ-55113»	8–9	154 (210)	6 × 4	15/25	1,55	Навалочные и штучные грузы
Автомобиль-самосвал с трехсторонней разгрузкой, в том числе модификация с кузовом для перевозки минеральных удобрений	«КамАЗ-55102»	7	154 (210)	6 × 4	7,9/15,8	–	Сыпучие и навалочные грузы
Автомобиль-самосвал с трехсторонней разгрузкой, в том числе модификация с кузовом для перевозки минеральных удобрений	«ЗИЛ-ММЗ-4506»	5,2	136 (185)	4 × 2	6,5/13	–	То же

Продолжение табл. 6.7

Наименование	Марка	Основной параметр					Перевозимый груз
		грузоподъемность, т	мощность двигателя, кВт (л.с.)	колесная формула	вместимость кузова, м <sup>3</sup>	погрузочная высота, м	
Автомобиль-самосвал на шасси «ГАЗ-4301»	«ГАЗ-САЗ-4509»	4	92 (125) (дизель)	4 × 2	5/10	–	Сыпучие и навалочные грузы
Автомобиль-самосвал с предварительным подъемом платформы и разгрузкой назад – на шасси ГАЗ-4301	–	3,5	92 (125) (дизель)	4 × 2	–	–	То же
<i>Автомобили сельскохозяйственные транспортно-технологического назначения</i>							
Автомобиль-тягач высокой проходимости транспортно-технологического назначения со сменным самосвальным кузовом	«Урал-6805»	10	191 (260)	8 × 8	12/24	1,55	Сельскохозяйственные грузы
Шасси автомобильное	«МАЗ-437040-040(080)»	6,0	100 (1361)	–	–	–	Для перевозки прессованных соломистых материалов
Автомобиль бортовой	«ЗИЛ-4331»	6	136 (185)	4 × 2	5,5/8,7	1,45	Сельскохозяйственные и штучные грузы
Автомобиль бортовой	«ЗИЛ-130МД»	6	136 (185)	4 × 2	4,4/7	1,45	Сельскохозяйственные и штучные грузы
Автомобиль бортовой	«ГАЗ-4301»	4,5	92 (125) (дизель)	4 × 2	5,8	1,3	Сельскохозяйственные и штучные грузы

Наименование	Марка	Основной параметр					Перевозимый груз
		грузоподъемность, т	мощность двигателя, кВт (л.с.)	колесная формула	вместимость кузова, м <sup>3</sup>	погрузочная высота, м	
Автомобиль бортовой типа ЗИЛ-130 с гидравлическим краном 3963 грузоподъемностью 1,25 т	–	3,5	110 (150)	4 × 2	5	1,37	Штучные грузы, контейнеры
Автомобиль бортовой	«ЗИЛ-131М»	3,5	118 (160)	6 × 6	2,9/7,6 с решеткой	1,43	Штучные грузы, контейнеры
Автомобиль бортовой	«КамАЗ-5320»	8	154 (210)	6 × 4	6	1,45	Сельскохозяйственные и штучные грузы
<i>Автомобили – седельные тягачи</i>							
Тягач седельный	«КамАЗ-5410»	8,1	154 (210)	6 × 4	–	–	–
Тягач седельный	«ЗИЛ-4421»	6,35	136 (185)	4 × 2	–	–	–
<i>Автомобили-цистерны</i>							
Автоцистерна на шасси «КамАЗ-5320»	АЦ-5606	8	154 (210)	6 × 4	8,3	–	Нефтепродукты
Автоцистерна повышенной проходимости на шасси автомобиля «ГАЗ-66»	АВЦ-1,7	1,7	85 (115)	4 × 4	1,7	–	Питьевая вода

Основные параметры автомобильных прицепов и полуприцепов

Наименование	Марка	Автомобиль-тягач	Основной параметр			Перевозимый груз
			масса перевозимого груза, т	вместимость кузова, м <sup>3</sup>	погрузочная высота, м	
<i>Прицепы самосвальные</i>						
Прицеп двухосный самосвальный, в том числе с кузовом для перевозки минеральных удобрений	ГКБ-8527	«КамАЗ-55102»	7	7,9	1,45	Насыпные грузы
Прицеп двухосный самосвальный с двусторонней боковой разгрузкой, устройством для защиты от осадков и выдувания	ГКБ-8529	«ЗИЛ-ММЗ-4506»	5,8	8/18	1,35	То же
Прицеп двухосный самосвальный с двусторонней боковой разгрузкой, устройством для защиты от осадков и выдувания	ГКБ-8533	«ЗИЛ-ММЗ-4506»	5,5	7/14	1,44	То же
Прицеп-самосвал двухосный с широкопрофильными шинами	ГКБ-8535	«Урал-6557»	5,5	7/14	1,44	Насыпные грузы
Прицеп-самосвал двухосный с устройством для защиты от осадков и выдувания	ГКБ-8536	К тягачу-самосвалу «ГАЗ-СА3-4509»	4	5/10	1,28	То же
Полуприцеп-самосвал седельный с широкопрофильными шинами	–	Полуприцепы	12	12/24	1,5	То же
Полуприцеп-тяжеловоз	ЧМЗА П-9754	«КамАЗ-5410, Т-150К, К-701»	12–14	–	1,2	Оборудование, машины

Окончание табл. 6.8

Наименование	Марка	Авто-мобиль-тягач	Основной параметр			Перевозимый груз
			масса перевозимого груза, т	вместимость кузова, м <sup>3</sup>	погрузочная высота, м	
<i>Прицепы, полуприцепы бортовые общего пользования</i>						
Полуприцеп двухосный	ОдАЗ-9370	«КамаЗ-6410»	14,2	11,8	1,47	Навалочные и штучные грузы
Полуприцеп одноосный	ОдАЗ-8357	«ЗИЛ-130-80»	11	10,1	1,4	То же
Прицеп двухосный	ГКБ-8350	«ЗИЛ-4421» «КамаЗ-5320»	8	7	1,31	Навалочные и штучные грузы
Прицеп двухосный	ГКБ-8328 (8327)	«ЗИЛ-130-80»	6,28	6,87/10,85		То же

Таблица 6.9

## Техническая характеристика тракторных прицепов

Тяговый класс трактора	Марка прицепа	Грузоподъемность, т	Объем кузова (емкости), м <sup>3</sup>	Собственная масса, кг	Примечание
<i>Универсальные прицепы</i>					
0,6 0,9; 1,4	1ПТС-2Н 1ПТС-4	2,0 4,0	2,5; 5 5; 11	855 1700	Одноосный - « -
1,4	2ПТС-4-887Б	4; 3,8; 3,1	5; 11; 20; 45	1800	Со сменными кузовами 20 и 45 м <sup>3</sup>
1,4	2ПТС-4785А	4,0	3,1; 6,1; 9,8	1530	Двухосный

Продолжение табл. 6.9

Тяговый класс трактора	Марка прицепа	Грузоподъемность, т	Объем кузова (емкости), м <sup>3</sup>	Собственная масса, кг	Примечание
1,4	2ПТС-6-8526	6,0	6,4; 8,3; 12,8	2950	- « -
3	1ПТС-9Б	9,0	9; 13; 18	4850	Двухосный, с двумя кузовами
3	ОЗТП-9554	10	12,1; 17,6	4700	Двухосный
3; 5	ОЗТП-8573	14,5	17; 26	6600	Трехосный
5	ОЗТП-8572	13	17; 26	6200	- « -
5	3ПТС-12Б	12	12; 17; 24	6340	- « -
3,5	ПТС-11	11	11,5	3700	Полуприцеп с выгрузкой назад
2	ПТС-9	9,5	10,5	3000	- « -
1,4	ПТС-6	6	7,0	1780	- « -
	ПСТ-6	6	7	1750	- « -
1,4	ТТС-6	6	6,0	2200	Транспортно-технологическое средство
0,6	ПС-2,5	2,5	-	750	Полуприцеп самосвальный
0,4	УТС-1,5	1,5	-	485	Универсальное транспортное средство
<i>Специальные прицепы</i>					
1,4	ПСЕ-20	6,0	20	4000	Приспособление к прицепу 2ПТС-6-8526
3	ПСЕ-30	9,0	30	1300 (приспособления)	Приспособление к прицепу 1ПТС-9Б

Продолжение табл. 6.9

Тяговый класс трактора	Марка прицепа	Грузоподъемность, т	Объем кузова (емкости), м <sup>3</sup>	Собственная масса, кг	Примечание
5	ПСЕ-40	12	40	1500 (приспособления)	Приспособление к прицепу ЗПТС-12Б
1,4	ПИМ-Ф-20	5,5	20	2250	Сменный кузов к РОУ-6
3	ПИМ-Ф-40	9	41	5050	Сменный кузов к ПТР-10-1
5	ПСТ-Ф-60	15	55	6700	Трехосный прицеп для измельченной массы
5	РУП-14	13-14	-	6700	Разбрасыватель пылевидных удобрений
3; 5	РУП-10	10	-	5800	То же
0,6; 0,9	РММ-Ф-6	2	6	1350	Кормораздатчик
1,4	РСР-10	4	10	3940	То же
1,4	КТУ-10А	3,5	10	2350	- « -
1,4	СТП-2	1,5	33,5	2070	Стоговоз
1,4; 2; 3	СП-60	8	60	3090	- « -
3	ТПС-6	6	157	130	Стоговоз к гусеничным тракторам
1,4; 3	ПВК-5	6	-	2950	Прицеп для камней
3	2ПТО-8	7,6	4,5	4975	То же
3	ЛС-4А	4,5	4,5 м <sup>3</sup>	1042	Льжа самосвальная для камней
0,6; 0,9	ПОУ-2	2	4,4	1490	Платформа овощная
1,4	КСУП-6	6	-	2980	Сменный кузов для овощей к 2ПТС-6
2; 3	ПТТ-8	9,6	12	5400	Прицеп для овощей
1,4; 2,0	ППГ-8	8,0	7,0	2150	Одноосный с разгрузкой назад
2,0; 5,0	ПСТБ-12	12,0	15,0	4500	Полуприцепы имеют балансирную тележку
	ПСТБ-17	17,0	21,5	6300	с двумя осями

Окончание табл. 6.9

Тяговый класс трактора	Марка прицепа	Грузоподъемность, т	Объем кузова (емкости), м <sup>3</sup>	Собственная масса, кг	Примечание
1,4; 2,0	ПТС-6	6,0	7,0	1780	Полуприцеп одноосный
	ПСТ-7-1 (с надставленными бортами)	8,0	12,0	2010	Полуприцеп двухосный для транспортировки легковесных сыпучих грузов
1,4; 2,0	ПСТ-7016	8,0	6,0	1750	Полуприцеп самосвальный
1,4; 2,0	ПСН-7	7,0	7,0	1550	Полуприцеп специальный низкорамный
1,4	ПС-30	7,0	30	3500	Полуприцеп специальный для перевозки измельченной массы от кормоуборочных комбайнов типа «КСК-100», «Полесье», «Ягуар» и др.
2,0	ПС-45	9	45	4500	- « -
3,0	ПС-60	12	60	5500	- « -
0,9; 1,4	ПТУ-4	4,0	3,1	1750	Полуприцеп тракторный универсальный
1,4; 2,0	ПТУ-7,5	7,5	5,5	2500	Полуприцеп тракторный универсальный
1,4; 2,0	ПТУ-7,5-1	7,0	14,7	2500	Полуприцеп тракторный универсальный (с надставными бортами) для перевозки легковесных грузов с плотностью до 0,5 т/м <sup>3</sup> с разгрузкой только назад
3,0; 5,0	2ПТС-14	14,0	11,8; 20,7	4000	Полуприцеп тракторный
1,4	ПТС-4,5	4,5	12	1850	Полуприцеп тракторный
2,0; 3,0	СТС-12	12,0	45	4000	Средство транспортное специальное для транспортировки рулонов льнотресты, сена, соломы. Возможно использование для перевозок строительных грузов
1,4; 3,0	СТП-2	1,5-2,0	25 (емкость камеры)	2100	Стоговоз тракторный прицепной одноосный для загрузки, доставки и разгрузки сена и соломы из скирд в места хранения и потребления

### 6.3. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА

Автомобильный подвижный состав, находящийся и числящийся по инвентарным описям, называется списочным и инвентаризационным подвижным составом. В списочное число не входят автомобили, привлеченные для работы из других организаций, а также специальные машины (автопогрузчики, автомобили для технического обслуживания и др.).

При планировании и анализе работы автотранспорта, составлении отчета о работе грузового автотранспорта пользуются показателем среднесписочного числа автомобилей  $A_{\text{сп}}$ . Этот показатель позволяет учитывать автомобили, которые поступили или были списаны в течение анализируемого периода.

Среднесписочное количество автомобилей определяется путем деления количества автомобиледней за анализируемый период нахождения на число дней этого периода (месяц, квартал, год) по формуле:

$$A_{\text{сп}} = \frac{\Sigma AD_{\text{хоз}}}{D}, \quad (6.1)$$

где  $\Sigma AD_{\text{хоз}}$  – сумма автомобиледней нахождения автомобилей в хозяйстве;

$D$  – продолжительность периода (число дней).

Например, в хозяйстве на начало года имелось 23 автомобиля, а на конец года – 25. Суммарное количество автомобиледней нахождения в хозяйстве – 8943. Среднесписочное количество автомобилей составит  $24,5$  ( $8943 : 365 = 24,5$ ).

**Грузоподъемность подвижного состава.** К показателям грузоподъемности подвижного состава относятся суммарный тоннаж автопарка хозяйства, средняя грузоподъемность единицы подвижного состава и коэффициенты использования грузоподъемности (статический, динамический).

Суммарный тоннаж автопарка хозяйства (автотонны) рассчитывается по формуле:

$$\Sigma q = n_1 q_1 + n_2 q_2 + \dots + n_n q_n, \quad (6.2)$$

где  $n_1, n_2, \dots, n_n$  – количество единиц подвижного состава соответствующей модели (марки);

$q_1, q_2, \dots, q_n$  – номинальная грузоподъемность единицы подвижного состава.

Средняя грузоподъемность среднесписочного автомобиля определяется как средневзвешенная величина по формуле:

$$q_{\text{ср}} = \frac{n_1 q_1 + n_2 q_2 + \dots + n_n q_n}{n_1 + n_2 + \dots + n_n}. \quad (6.3)$$

По данным отчетности (форма 2ТР) грузоподъемность среднесписочного автомобиля определяют также делением суммы автомобиле-тонно-дней пребывания в хозяйстве. Если автомобилями хозяйства было выполнено 25829 автомобиле-тонно-дней, то средняя грузоподъемность равна  $25829 : 8943 = 3$  т.

При перевозке сельскохозяйственных грузов, особенно объемных (сено, сенаж, солома, льнотреста и др.), из-за их малого веса не всегда удается полностью использовать грузоподъемность транспортного средства, что приводит к снижению производительности. Использование грузоподъемности подвижного состава характеризуется статическим и динамическим коэффициентами использования грузоподъемности.

**Коэффициент статического использования** грузоподъемности определяется отношением количества фактически перевезенного им груза к количеству груза, которое могло быть перевезено при полном использовании грузоподъемности, и рассчитывается по формуле:

$$\gamma_c = \frac{Q}{qz}, \quad (6.4)$$

где  $Q$  – количество перевезенного груза, т;

$q$  – номинальная грузоподъемность подвижного состава, т;

$z$  – количество груженых ездов.

При анализе и планировании работы автотранспорта пользуются динамическим коэффициентом использования грузоподъемности.

**Коэффициент динамического использования** грузоподъемности равен отношению фактически выполненной работы в тонно-километрах к возможной при полном использовании грузоподъемности и определяется по формуле:

$$\gamma_d = \frac{\Sigma P_{\phi}}{\Sigma P_v} = \frac{\Sigma P_q}{L_{\text{тр}}q}, \quad (6.5)$$

где  $\Sigma P_{\phi}$  — фактически выполненная работа в тонно-километрах;

$\Sigma P_v$  — объем работы, который мог быть выполненным при полном использовании грузоподъемности автомобиля, ткм;

$L_{\text{тр}}$  — общий пробег с грузом, км.

Например, если автомобиль грузоподъемностью 4 т сделал 3 ездки и за первую езду перевез 3,2 т груза на расстояние 6 км, за вторую — 3,7 т на расстояние 27 км, а за третью — 3,8 т на расстояние 12 км, то соответственно статический и динамический коэффициенты использования грузоподъемности будут равны:

$$\gamma_c = \frac{3,2 + 3,7 + 3,8}{4 \cdot 3} = 0,89,$$

$$\gamma_d = \frac{3,2 \cdot 6 + 3,7 \cdot 27 + 3,8 \cdot 12}{4 \cdot (6 + 27 + 12)} = 0,91.$$

Статический и динамический коэффициенты будут равны между собой, если за каждую езду перевозится одинаковое количество груза на разные расстояния, либо разное количество груза на одинаковое расстояние.

На величину коэффициента использования грузоподъемности подвижного состава влияют плотность груза, правильность его упаковки и укладки, размер партии груза, типы и размеры кузова подвижного состава, т. е. соответствие типа транспортного средства характеру перевозимого груза.

В зависимости от степени использования грузоподъемности автомобилей грузы делятся на классы: первый класс — это грузы, обеспечивающие использование грузоподъемности на 100 %, вто-

рой класс — на 71–99 %, третий класс — на 51–70 %, четвертый — на 50–41 %, пятый — на 40 % и ниже.

При перевозках грузов мелкими партиями (овощи, фрукты и др.) необходимо учитывать их объем в тоннах и подбирать транспортное средство соответствующей грузоподъемности.

Плановые значения коэффициентов использования грузоподъемности устанавливаются с учетом вышеизложенных факторов. Средний коэффициент использования грузоподъемности по автопарку будет тем ниже, чем больший удельный вес в объеме перевозок занимают легковесные грузы, и чем больше в автопарке доля автомобилей и прицепов, не позволяющих использовать полностью их грузоподъемность. Для повышения вместимости грузовых платформ подвижного состава целесообразно изготавливать и устанавливать съемные надставные борты.

**Готовность парка к перевозкам и его использование.** Для анализа работы различных автотранспортных хозяйств применяют относительные показатели, т. е. коэффициенты использования подвижного состава. Техническое состояние автомобилей и их готовность к работе на линии определяются коэффициентом технической готовности подвижного состава. Этот коэффициент представляет собой отношение числа автомобиледней пребывания подвижного состава в технически исправном состоянии к общему числу автомобиледней пребывания подвижного состава в хозяйстве. Он определяется по формуле:

$$\alpha_t = \frac{\Sigma AD_{\text{и}}}{\Sigma AD_{\text{хоз}}}, \quad (6.6)$$

где  $\Sigma AD_{\text{и}}$  — сумма автомобиледней нахождения автомобилей в исправном состоянии;

$\Sigma AD_{\text{хоз}}$  — сумма автомобиледней нахождения автомобилей в хозяйстве.

Из общего количества автомобиледней пребывания в хозяйстве ( $\Sigma AD_{\text{хоз}}$ ) часть автомобиледней подвижной состав находится в эксплуатации ( $\Sigma AD$ ), в ремонте или его ожидании ( $\Sigma AD_{\text{р}}$ ), в простое, в годном для эксплуатации состоянии (выходные дни,

праздники, из-за организационных неполадок и бездорожья ( $\Sigma AD_{\Pi}$ ).

Например, из 8943 дней пребывания автомобилей в хозяйстве 6738 дня они находились в работе, 1372 дня — простаивали во время выходных и праздников, из-за распутицы, отсутствия топлива, масла и по другим организационным причинам, 833 дня — находились в технически неисправном состоянии. В этом случае коэффициент технической готовности равен:

$$\alpha_T = \frac{6738 + 1372}{8943} = 0,91 \text{ или } \alpha_T = \frac{8943 - 833}{8943} = 0,91.$$

Следует отметить, что техническое состояние подвижного состава существенно влияет на его производительность и использование.

Коэффициент выпуска (использования) подвижного состава представляет собой отношение числа автомобиледней в эксплуатации к автомобиледням в хозяйстве.

Для рассматриваемого примера коэффициент выпуска (использования) подвижного состава на линию равен:

$$\alpha_B = \frac{\Sigma AD_{\text{э}}}{\Sigma AD_{\text{хоз}}} = \frac{6738}{8943} = 0,75. \quad (6.7)$$

Улучшение организации технического обслуживания, перевозок, ремонта транспортных средств и развитие производственной базы хозяйства приводит к увеличению коэффициентов технической готовности и выпуска автомобилей на линию. При этом одним из резервов повышения эффективности использования автомобильного транспорта является доставка грузов в субботние дни, а в период уборочных работ — и в воскресные дни (со станций железных дорог, пристаней).

Улучшение организации технического обслуживания автомобилей снижает потребность в их ремонте и тем самым удлиняет время их эксплуатации.

**Продолжительность работы подвижного состава на линии** (время в наряде) включает в себя время его движения и время простоя для погрузки и выгрузки грузов, а также по техническим причинам (включая время обеденного перерыва и длительного отдыха водителя).

Средняя продолжительность работы автомобилей на линии в течение дня определяется делением общего количества их часов работы на линии на общее число дней работы, т. е. отношением автомобилечасов в наряде к автомобиледням в работе (ч), и рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{л}} = \frac{\Sigma T}{\Sigma AD_3}, \quad (6.8)$$

где  $\Sigma T$  — общее количество часов работы автомобилей, ч;  
 $\Sigma AD_3$  — количество автомобиле-дней в эксплуатации, дней.

Например, автомобили в хозяйстве отработали 56599 ч за 6738 рабочих автомобиледней. Тогда средняя продолжительность их работы в течение дня составила 8,4 ч ( $56599 : 6738$ ).

В сельскохозяйственном производстве продолжительность работы автомобилей на линии зависит от распорядка дня в растениеводстве и животноводстве, а при обслуживании машинно-тракторных агрегатов, работающих в поле (посевных, посадочных, зерноуборочных, других комбайнов и т. д.), — от продолжительности их работы. При планировании работы автотранспорта и ее организации необходимо увязывать продолжительность его работы с работой обслуживаемых им технологических агрегатов, которые не должны простаивать из-за отсутствия транспорта.

**Пробеговые показатели.** К ним относятся среднее расстояние перевозки грузов, показывающее среднюю дальность перевозки одной тонны груза, средняя длина ездки с грузом, среднесуточный пробег и коэффициент использования пробега.

*Среднее расстояние перевозки грузов* (км) определяют делением всего объема работы в тонно-километрах на количество перевозимого груза при выполнении этой работы по формуле:

$$l = \frac{\Sigma P}{\Sigma Q}, \quad (6.9)$$

где  $\Sigma P$  — объем работы транспортных средств, ткм;  
 $\Sigma Q$  — количество перевезенного груза, т.

*Средняя длина ездки с грузом* показывает средний пробег, совершаемый транспортным средством за одну ездку от пункта по-

грузки до пункта выгрузки, определяется делением суммарного пробега с грузом за определенный период на количество выполненных за этот период ездов и рассчитывается по формуле:

$$l_{\text{гр}} = \frac{\Sigma L_{\text{гр}}}{Z}, \quad (6.10)$$

где  $\Sigma L_{\text{гр}}$  — пробег автомобиля с грузом, км;

$Z$  — количество ездов автомобиля с грузом.

Среднее расстояние перевозки учитывает не только пробег на каждую езду, но и степень использования грузоподъемности подвижного состава. Численные значения среднего расстояния перевозки одной тонны и среднего расстояния одной ездки с грузом совпадают между собой в том случае, если за каждую езду перевозится одинаковое количество груза на разные расстояния или разное количество груза на одинаковое расстояние (т. е. когда статический и динамический коэффициенты использования грузоподъемности равны между собой). В других случаях среднее расстояние перевозки грузов отличается от среднего расстояния ездки автомобиля с грузом.

Например, если автопарком хозяйства выполнен объем работы, равной 1525801 ткм, при этом перевезено 115591 т грузов и общий пробег составил 842125 км, в том числе с грузом 463169 км за 38597 ездов, то среднесуточный пробег, зависящий от технической скорости транспортного средства, времени нахождения его в наряде, простоев под погрузкой и разгрузкой, а также расстояния перевозок, характеризует в значительной степени интенсивность работы подвижного состава.

Среднесуточный пробег определяется отношением общего пробега к числу дней работы по формуле:

$$L_{\text{сс}} = \frac{\Sigma L_{\text{общ}}}{\Sigma АД_3}. \quad (6.11)$$

В нашем примере среднесуточный пробег равен 125 км (842125 : 6738).

При работе транспорта его пробег, расстояние, проходимое за определенный период времени, делится на производительный (пробег с грузом) и непроизводительный (холостой пробег). Использо-

вание пробега подвижного состава характеризуется коэффициентом использования пробега.

*Коэффициент использования пробега* определяется отношением груженого пробега к общему, характеризует степень использования пробега подвижного состава и рассчитывается по формуле:

$$\beta = \frac{\Sigma L_{\text{гр}}}{\Sigma L_{\text{общ}}}. \quad (6.12)$$

Для рассматриваемого случая коэффициент использования пробега равен 0,55 (463169 : 842125).

Величина коэффициента использования пробега зависит в основном от расположения пунктов погрузки и разгрузки, направления грузопотоков, структуры перевозимых грузов и качества оперативного суточного планирования работы подвижного состава. Увеличение коэффициента использования пробега приводит к снижению непроизводительных (без груза) пробегов подвижного состава.

*Скоростные показатели.* К скоростным показателям работы подвижного состава относятся техническая и средняя эксплуатационная скорости движения.

*Техническая скорость* показывает среднюю величину скорости движения подвижного состава за определенный период времени движения. Она определяется делением общего пробега автомобиля на время нахождения его в движении (с учетом остановок у светофоров, переездов и т. д.) и рассчитывается по формуле:

$$v_{\text{т}} = \frac{\Sigma L_{\text{общ}}}{\Sigma t_{\text{дв}}}, \quad (6.13)$$

где  $\Sigma t_{\text{дв}}$  — время пребывания в движении, ч.

**Средняя эксплуатационная скорость** отражает условную среднюю скорость транспорта за время его нахождения на линии, представляет отношение общего пробега подвижного состава ко времени нахождения на линии и рассчитывается по формуле:

$$v_3 = \frac{\Sigma L_{\text{общ}}}{\Sigma T_{\text{н}}}, \quad (6.14)$$

где  $\Sigma T_{\text{н}}$  — суммарное время пребывания транспортного средства в наряде, ч.

Так как в данном примере общий пробег автомобилей по сельскохозяйственному предприятию составил 842125 км, а время пребывания в движении и в наряде — 35683 ч и 56599 ч, соответственно  $v_{\text{Т}} = 842125 : 35683 = 23,6$  км/ч и  $v_{\text{э}} = 842125 : 56599 = 14,9$  км/ч.

Величина технической скорости зависит от динамических качеств подвижного состава и его технического состояния, дорожных условий, квалификации водителя, а эксплуатационная, кроме того, — от расстояния перевозок, времени простоя при погрузочно-разгрузочных операциях, коэффициентов использования пробега и грузоподъемности, простоев, обусловленных технологическими причинами.

При работе транспортных средств на перевозках сельскохозяйственных грузов наибольшее влияние на техническую и эксплуатационную скорости движения оказывают дорожные условия, простои под погрузкой и разгрузкой, при обслуживании технологических сельскохозяйственных агрегатов (посевных, посадочных, зерноуборочных и других комбайнов), а также простои, которые зависят и от рационального комплектования технологических отрядов.

Время нахождения подвижного состава под погрузкой и разгрузкой ( $t_{\text{пр}}$ ) в каждой ездке включает время ожидания погрузки-разгрузки; время передвижения у погрузочно-разгрузочных площадок, время выполнения погрузочно-разгрузочных работ, время оформления документов.

Основным элементом затрат рабочего времени в пунктах отправления и получения грузов является время погрузки-разгрузки. Продолжительность зависит от вида перевозимого груза, типа подвижного состава, степени механизации работы.

Время простоя под погрузкой и разгрузкой транспортного средства принимается из справочных данных «Единые нормы времени простоя транспорта под погрузкой и разгрузкой» (табл. 6.10 и 6.11) или рассчитывается. Затраты времени на погрузку транспортного средства (ч) могут быть определены по выражению:

$$t_{\text{п}} = \frac{V\gamma\lambda}{W_{\text{пог}_ч}}, \quad (6.15)$$

где  $V$  — объем кузова транспортного средства, м<sup>3</sup>;

$\gamma$  — объемная масса сельскохозяйственного груза, т/м<sup>3</sup>;

$\lambda$  — коэффициент использования объема кузова;

$W_{\text{пог}_ч}$  — производительность погрузчика (табл. 6.16), т/ч.

При загрузке транспортных средств от уборочных машин в процессе их движения время на погрузку (ч) можно определить по формуле:

$$t_{\text{п}} = \frac{l_{\text{ост}}}{3600v_{\text{р}}} = \frac{V\gamma\lambda}{0,36b_{\text{р}}v_{\text{р}}\tau h}, \quad (6.16)$$

где  $l_{\text{ост}}$  — путь, проходимый транспортным средством по полю во время погрузки, м;

$v_{\text{р}}$  — рабочая скорость движения уборочной машины, м/с;

$b_{\text{р}}$  — рабочая ширина захвата уборочной машины, м;

$\tau$  — коэффициент использования времени смены при работе уборочного агрегата;

$h$  — урожайность культуры, т/га.

Нормы времени при погрузке от комбайнов приведены в таблицах 6.12 и 6.13.

Время (ч) на погрузку (механизированную разгрузку) при обслуживании бункерных уборочных машин:

$$t_{\text{п}} = t_{\text{мр}}n_{\text{б}} + t_{\text{ож}}n_{\text{б}}, \quad (6.17)$$

где  $t_{\text{мр}}$  — время разгрузки одного бункера комбайна (см. раздел 4), ч;

$n_{\text{б}}$  — количество бункеров, вмещающихся в транспортное средство;

$t_{\text{ож}}$  — время ожидания до начала разгрузки бункера, ч.

Время  $t_{ож}$  равно времени заполнения бункера, если транспортное средство обслуживает один комбайн. При четкой организации групповой работы комбайнов оно может быть равно времени переезда от одного комбайна к другому.

Нормы времени на выполнение дополнительных работ в процессе погрузки и выгрузки приведены в таблице 6.14.

Баланс времени смены при выполнении транспортных работ равен

$$T_{см} = T_{пз} + T_{гр} + T_{хх} + T_{пр}, \quad (6.18)$$

где  $T_{пз}$ ,  $T_{гр}$ ,  $T_{хх}$ ,  $T_{пр}$  — соответственно время подготовительно-заключительное, время движения с грузом и без него, время на погрузку и разгрузку (с учетом маневрирования в пунктах погрузки-разгрузки) в течение смены.

Количество рейсов за смену:

$$n_{рс} = \frac{T_{см} - T_{пз}}{t_{рс}}, \quad (6.19)$$

где  $t_{рс}$  — время рейса, ч.

Время рейса (время цикла транспортного средства)  $t_{рс}$  определяется по формуле (ч):

$$t_{рс} = t_{дв} + t_{п} + t_{р} + t_{доп}, \quad (6.20)$$

где  $t_{дв} = t_{гр} + t_{хх} = \frac{l_{гр}}{v_{р_гр}} + \frac{l_{хх}}{v_{х_гр}}$  — время движения транспортного средства, ч;

$l_{гр}$ ,  $l_{хх}$  — соответственно пробег транспорта с грузом и без груза за одну езду, км;

$v_{р_гр}$ ,  $v_{х_гр}$  — соответственно скорость движения транспортного средства с грузом и без него, км/ч;

Таблица 6.10

Нормы времени простоя автомобилей-самосвалов при погрузке и разгрузке, мин на 1 т груза

Грузоподъемность, т	Способ погрузки и вид груза							
	экскаватором с емкостью ковша					из бункера	из смесителя	из бункера или транспортером
	до 0,5 м <sup>3</sup>	свыше 0,5 до 1 м <sup>3</sup>	свыше 1 до 3 м <sup>3</sup>		до 1 м <sup>3</sup>			
	сельскохозяйственные грузы (картофель, свекла, навоз, удобрения и т. д.)	строительные и другие грузы, легко отделяющиеся от кузова (песок, земля, щебень, гравий и т. п.)			в вязкие и полувязкие грузы (глина, сырая порода, а также частично смерзшийся и слежавшийся груз)		растворы, строительные массы (бетон, цемент, известь и др.)	сыпучие грузы
2,25	4,5	3,20	2,31	3,37	2,90	3,35	6,04	2,78
3,0	4,0	2,59	1,90	2,78	2,33	2,84	5,94	2,19
3,5	3,8	2,32	1,73	2,66	2,01	2,72	5,93	2,03
4,0	3,6	2,25	1,51	2,65	1,87	2,67	5,92	1,83
4,5	3,4	2,24	1,50	2,63	1,75	2,65	5,92	1,70
6,0	3,0	1,97	1,25	2,35	1,43	2,35	5,91	1,38
7,0	2,6	1,89	1,09	2,27	1,25	2,33	5,90	1,24
10,0	–	–	0,84	–	1,03	2,30	5,80	1,00
11,0	–	–	0,75	–	0,95	2,18	5,76	0,91

207

Таблица 6.11

Нормы времени простоя бортовых автомобилей при погрузке и разгрузке навалочных грузов механизированным способом

Наименование груза	Способы		Нормы времени простоя при погрузке и разгрузке, в мин на 1 т груза для бортовых автомобилей грузоподъемностью, т						
	погрузки	разгрузки	свыше 1,5 до 3,0	свыше 3,0 до 5,0	свыше 5,0 до 7,0	свыше 7,0 до 10,0	свыше 10,0 до 15,0	свыше 15,0 до 20,0	свыше 20,0
			Удобрения, навоз и т.п.	Экскаватором до 1 м <sup>3</sup>	Скробками, сетками	5,00	4,30	3,60	3,47
	Экскаватором от 1 до 3 м <sup>3</sup>	Скробками, сетками	3,25	2,80	2,34	2,25	–	–	–
Зерновые (рожь, ячмень, пшеница и др.)	Бункером, зернопогрузчиком, транспортером	Автомобилепогрузчиком	2,70	2,36	1,97	1,85	1,70	1,70	1,48
Овощи (картофель, свекла и др.)	Из бункера комбайна, погрузчиком	Автомобилеразгрузчиком	4,85	4,20	3,54	3,32	3,02	2,85	2,64

208

Таблица 6.12

Нормы времени простоя бортовых автомобилей при погрузке сельскохозяйственных грузов из бункера, силосной массы — из-под комбайна и разгрузке скрепками, сетками и другими аналогичными разгрузочными механизмами

Грузоподъемность автомобиля, т	Норма времени на 1 т, мин	Грузоподъемность автомобиля, т	Норма времени на 1 т, мин
2,0	5,80	5,0	4,04
2,5	5,10	7,0	3,72
3,0	4,77	7,5	3,67
3,5	4,50	8,0	3,63
4,0	4,31	10,0	2,81
4,5	4,16		

Таблица 6.13

Нормы времени простоя автомобилей-самосвалов при погрузке сельскохозяйственных грузов из бункера, силосной массы — из-под комбайна и разгрузке самосвалом

Грузоподъемность автомобиля, т	Норма времени на 1 т, мин	Грузоподъемность автомобиля, т	Норма времени на 1 т, мин
2,25	4,35	6,0	3,46
3,0	3,97	7,0	3,38
3,5	3,82	8,0	3,04
4,0	3,71	9,0	2,48
4,5	3,63	10	2,29

Таблица 6.14

Нормы времени на выполнение дополнительных операций

Операция	Время на дополнительную работу, мин							
	1 прицепа				2 прицепов			
	Классы грузов							
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Взвешивание груза	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0
Очистка кузова	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5
Открытие бортов	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	0,8
Закрывание бортов	1,0	1,0	1,0	1,0	1,6	1,6	1,6	1,6

Окончание табл. 6.14

Операция	Время на дополнительную работу, мин							
	1 прицепа				2 прицепов			
	Классы грузов							
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Увязывание и распаковывание груза	—	—	—	6,0	—	—	—	10
Оформление документов	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Маневрирование агрегата	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Прицепление прицепа	4,0	4,0	4,0	4,0	—	—	—	—
Отцепление прицепа	3,0	3,0	3,0	3,0	—	—	—	—
Ожидания	0,5	0,6	0,7	0,8	0,5	0,6	0,7	0,8

$t_{II}$ ,  $t_p$  — соответственно время на погрузку и разгрузку транспортного агрегата, ч;

$t_{доп}$  — дополнительное время (взвешивание груза, маневрирование при погрузке-разгрузке и др.), ч.

Время на погрузку-разгрузку и дополнительные операции определяется расчетным путем или принимается по нормативам. Скорость движения тракторных транспортных агрегатов указана в таблице 6.15.

Для практических расчетов среднюю скорость движения на внутрихозяйственных перевозках для тракторных транспортных агрегатов с тракторами класса 1,4 можно принять 14–16, класса 3 – 16–17, автомобилей — 20–22 км/ч.

## Скорость движения тракторных транспортных агрегатов

Тяговый класс трактора	Номинальный грузоподъем	Скорость движения, км/ч														
		без груза			с грузом класса											
					I			II			III			IV		
		Группы дорог														
		1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я
5	9	30	28,5	18,0	29,0	27,0	16,0	29,0	25,0	16,0	29,0	24,0	15,0	23,0	23,0	12,0
	12	30	28,5	18,0	29,0	23,0	13,0	29,0	23,0	15,0	28,0	22,0	14,0	21,0	21,0	12,0
	21	30	27,0	16,0	26,0	17,0	10,0	25,0	17,0	13,0	23,0	18,0	12,0	16,0	16,0	11,0
3-5	9	30	26,0	16,0	28,0	24,0	14,0	28,0	24,0	15,0	28,0	23,0	13,0	24,0	20,0	10,0
	12	30	26,0	16,0	28,0	19,0	11,0	28,0	21,0	13,0	26,0	20,0	13,0	23,0	19,0	9,0
	21	30	25,0	14,0	24,0	16,0	8,0	24,0	16,0	10,0	21,0	14,0	11,0	18,0	12,0	9,0
2-3	9	30	26,0	15,0	25,0	20,0	13,0	25,0	20,0	13,0	25,0	18,0	11,0	21,0	16,0	9,0
	12	30	25,0	15,0	24,0	16,0	10,0	24,0	17,0	10,0	23,0	15,0	10,0	20,0	13,0	8,0
	21	30	24,0	13,0	18,0	12,0	-	18,0	12,0	-	16,0	10,0	8,0	14,0	9,0	7,0
1,4	3	25,0	20,0	18,0	21,0	17,0	15,0	21,0	19,0	15,0	21,0	19,0	14,0	20,0	16,0	13,0
	4	25,0	20,0	18,0	21,0	17,0	15,0	21,0	19,0	15,0	21,0	19,0	14,0	20,0	16,0	12,0
	6	24,0	19,0	17,0	20,0	17,0	14,0	20,0	18,0	14,0	20,0	17,0	14,0	17,0	15,0	12,0
	4+4	23,0	18,0	-	17,0	12,0	-	19,0	14,0	-	19,0	15,0	-	17,0	14,0	-
	6+4	23,0	18,0	-	17,0	11,0	-	18,0	12,0	-	19,0	14,0	-	17,0	13,0	-

Таблица 6.16

Окончание табл. 6.16

## Погрузочные средства сельскохозяйственного назначения

Классификация по способу работы	Марка погрузчика, загрузчика	Энергетические средства (трактор, автомобиль, эл. двигатель)	Грузоподъемность, т	Техническая производительность, т/ч
Фронтальные	ПФ-0,5 ПФ-0,75 ПКУ-0,8	Класс 1,4 - « - - « -	0,5 0,75 0,8	18–50 48 48
Фронтально-перекидные	ПФП-1,2	ДТ-75МВ	1,5–1,8	100–125
Поворотные	ПФП-2,0 ПГ-0,2А ПЭ-0,8Б ЭО-2621В ПЭА-1,0 ПНД-250	Т-150 Класс 0,6 «ЮМЗ-6Л» «ЮМЗ-6Л» Самоходный «ДТ-75М» Класс 3	2,36–2,50 0,22–0,35 0,8 0,25 1,2 –	103–143 40 140 – 152–163 200–250 200–250
Погрузчик непрерывного действия	«Амкодор 342С4»	Шасси «Амкодор 342С4»	1,0	Погрузка навоза ковшом 87,3; сенажа – 26,8; силоса – 32,8; рулонов – 26,0
Погрузчик фронтальный	«Амкодор-134»	«МТЗ-82-2»	Грузоподъемность – 1,0 т Вместимость ковша – 0,74 м <sup>3</sup>	Погрузка соломы – 17,0; компостов – 46,0
Погрузчик фронтальный сельскохозяйственный	ПФС-0,75	«МТЗ-82.1»	0,75	Погрузка рулонов – 23,1; на скирдовании соломы – 16,4

Классификация по способу работы	Марка погрузчика, загрузчика	Энергетические средства (трактор, автомобиль, эл. двигатель)	Грузоподъемность, т	Техническая производительность, т/ч
Погрузчик-экскаватор	ПЭ-82	«МТЗ-82.1»	0,75	Погрузка песка – 41,0; погрузка рулонов – 21,0, силоса – 26,0
Погрузчик специальный навесной	ПСН-1	Кл. 1,4	Грузоподъемность: захват рулонов – 0,75; вилчатый захват – 0,5 т; ковш для корнеплодов и сыпучих грузов ПК-0,8 – 0,5 т	Погрузка рулонов – 24,0; песка – 30,0

Коэффициент использования времени смены транспортного агрегата:

$$\tau = \frac{t_{\text{гр}} n_{\text{рс}}}{T_{\text{см}}} \quad (6.21)$$

Время движения с грузом за один рейс:

$$t_{\text{гр}} = \frac{l_{\text{гр}}}{v_{\text{пгр}}} \quad (6.22)$$

Техническая характеристика погрузочных средств сельскохозяйственного назначения приведена в таблице 6.16.

Производительность транспортного агрегата (в т):  
за рейс

$$W_{pcQ} = q_{нт} \gamma_c; \quad (6.23)$$

за час

$$W_{чQ} = \frac{q_{нт} \gamma_c}{t_{pc}}; \quad (6.24)$$

за смену

$$W_{смQ} = q_{нт} \gamma_c n_{pc}, \quad (6.25)$$

где  $q_{нт}$  — номинальная грузоподъемность транспортного средства;

$\gamma_c$  — коэффициент статического использования грузоподъемности.

Производительность транспортного средства за час пребывания на линии в т ( $W_{чQ}$ ) и в ткм ( $W_{чU}$ ) может быть определена по формулам:

$$W_{чQ} = \frac{q_{нт} \gamma_c \beta v_{тех}}{l + \beta v_{тех} t_{пр}}; \quad (6.26)$$

$$W_{чU} = \frac{q_{нт} \gamma_c \beta v_{тех} l}{l + \beta v_{тех} t_{пр}}, \quad (6.27)$$

где  $\beta$  — коэффициент использования пробега;

$v_{тех}$  — техническая скорость, км/ч;

$l$  — среднее расстояние перевозки груза, км;

$t_{пр}$  — время простоя под погрузкой и разгрузкой, ч.

#### 6.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ ВЫРАБОТКИ И РАСХОДА ТОПЛИВА НА АВТОТРАНСПОРТНЫЕ РАБОТЫ

Нормирование труда водителей автомобилей осуществляется на основе Единых норм времени на перевозку грузов автомобильным транспортом. При этом все дороги, по которым перевозят грузы на автомобилях, разделены на три группы:

I группа — дороги с усовершенствованным покрытием (асфальтобетонные, цементобетонные, гудронированные, брусчатые, клинкерные);

II группа — дороги с твердым покрытием (булыжные, щебенчатые, гравийные) и грунтовые улучшенные;

III группа — естественные грунтовые дороги.

Для расчета норм времени и сдельных расценок принята следующая расчетная скорость автомобиля: для дорог I группы — 49 км/ч; II — 37 и III группы — 28 км/ч.

Нормы времени рассчитаны для грузов I-го класса.

При перевозке грузов 2, 3 и 4-го классов нормы времени необходимо скорректировать на поправочные коэффициенты: для грузов 2-го класса — 1,25; 3-го — 1,66; 4-го класса — 2,0.

При установлении норм выработки по Единым нормам времени в расчете на 1 ткм необходимо учитывать и время простоев подвижного состава под погрузкой и разгрузкой. Подготовительно-заключительное время принято 2,5 мин на 1 ч работы.

Сменная норма выработки (т/см) по Единым нормам времени и нормативам на погрузку-разгрузку груза определяется по формуле

$$W_{смQ} = 60 T_{см} (t_{ткм} K_k l + t_{прт}), \quad (6.28)$$

где  $T_{см}$  — нормативное время смены, ч;

$t_{ткм}$  — норматив времени пробега на 1 ткм (табл. 6.16 и 6.17), мин;

$K_k$  — коэффициент корректировки нормы времени в соответствии с классом груза;

$l$  — расстояние перевозки груза, км;

$t_{\text{прт}}$  — норматив времени на погрузку и разгрузку 1 т груза (табл. 6.10 и 6.11).

Норму выработки в тонно-километрах (ткм/см) получим, умножив предыдущее значение на расстояние перевозки груза:

$$W_{\text{см}_U} = W_{\text{см}_Q} l . \quad (6.29)$$

Пример 1. Перевозка картофеля из хранилища к месту потребителя, например, на ферму. Исходные данные: автомобиль-самосвал ГАЗ-53Б грузоподъемностью  $q = 3,5$  т, вместимость кузова  $V = 5 \text{ м}^3$ , объемная масса картофеля  $\gamma_M = 0,68 \text{ т/м}^3$ ; расстояние перевозки  $l_\Gamma = 3$  км; дороги III группы – грунтовые; погрузка механизированная, разгрузка самосвальная (опрокидыванием).

Расчет 1. Масса груза, вмещающегося в автомобиль (фактическая грузоподъемность)  $q_\Phi = V\gamma_M\lambda = 5,0 \cdot 0,68 \cdot 1 = 3,4 \text{ т}$  ( $\lambda = 1$ ).

2. Коэффициент использования грузоподъемности:

$$\gamma_c = \frac{q_\Phi}{q} = \frac{3,4}{3,5} = 0,97 .$$

3. Производительность за рейс (одну езду):

$$W_{\text{р}_\text{ткм}} = q_\Phi l_\Gamma = 3,4 \cdot 3 = 10,2 \text{ ткм/рейс} .$$

4. Производительность автомобиля за смену:

$$W_{\text{см}_\text{т}} = \frac{T_{\text{см}}}{t_{\text{ткм}} K_R l_\Gamma t_{\text{п-р}}} = \frac{420}{1,22 \cdot 1,0 \cdot 3 + 2,03} = 73,81 \text{ т/смену} ;$$

$$W_{\text{см}_\text{ткм}} = W_{\text{см}_\text{т}} l_\Gamma = 73,81 \cdot 3 = 221,43 \text{ ткм/смену} ,$$

где  $T_{\text{см}} = 420$  мин;  $t_{\text{ткм}} = 1,22$  мин/ткм (таблица 6.18);

$t_{\text{п-р}} = 2,03$  мин/т (таблица 6.10).

5. Часовая производительность:

Нормы времени на один тонно-километр при работе бортовых автомобилей и фургонов общего назначения, мин

Грузоподъемность автомобиля, т	Группа дорог		
	I	II	III
0,8	3,06	4,05	5,35
1,0	2,45	3,24	4,28
2,0	1,22	1,62	2,14
2,5	0,98	1,30	1,71
3,0	0,82	1,08	1,43
3,5	0,70	0,92	1,22
4,0	0,61	0,81	1,07
4,5	0,54	0,72	0,95
5,0	0,49	0,65	0,86
6,0	0,41	0,54	0,71
7,0	0,35	0,46	0,61
7,5	0,33	0,43	0,57
8,0	0,31	0,40	0,54
9,0	0,27	0,36	0,48
10,0	0,24	0,32	0,43
11,5	0,21	0,28	0,37
12,0	0,20	0,27	0,36
14,5	0,17	0,22	0,30

Таблица 6.18

Нормы времени на один тонно-километр при работе специализированных автомобилей: самосвалов, фургонов, рефрижераторов, контейнеров, седельных тягачей с полуприцепами, мин

Грузоподъемность автомобиля, т	Группа дорог			Грузоподъемность автомобиля, т	Группа дорог		
	I	II	III		I	II	III
1,0	2,45	3,24	4,28	6,0	0,41	0,54	0,71
1,5	1,63	2,16	2,85	7,0	0,35	0,46	0,61
2,0	1,22	1,62	2,14	7,5	0,33	0,43	0,57

Окончание табл. 6.18

Грузоподъемность автомобиля, т	Группа дорог			Грузоподъемность автомобиля, т	Группа дорог		
	I	II	III		I	II	III
2,5	0,98	1,30	1,71	8,0	0,31	0,40	0,54
3,0	0,82	1,08	1,43	10,0	0,24	0,32	0,43
3,5	0,70	0,92	1,22	11,0	0,22	0,29	0,39
4,0	0,61	0,81	1,07	12,0	0,20	0,27	0,36
4,5	0,54	0,72	0,95	13,0	0,19	0,25	0,33
5,0	0,49	0,65	0,86	14,0	0,18	0,23	0,30
5,5	0,44	0,59	0,78	16,0	0,15	0,20	0,27

Таблица 6.19

Нормы времени при выполнении дополнительных работ в процессе погрузки и выгрузки

Наименование работ	Нормы времени простоя, мин
Взвешивание груза на автомобильных весах или пересчет груза	4,0
Взвешивание или перевешивание груза на десятичных или сотенных весах на автомобиль (автопоезд) грузоподъемностью:	
до 4 т (включительно)	9,0
от 4 до 7 т (включительно)	13,0
свыше 7 т	18,0
Заезд в промежуточный пункт погрузки и разгрузки	9,0

Примечание. Норма времени простоя устанавливается отдельно для пунктов погрузки и разгрузки на каждый автомобиль и каждый прицеп независимо от класса груза и грузоподъемности автомобиля и прицепа.

$$W_{чг} = \frac{W_{смг}}{T_{см}} = \frac{73,81}{7} = 10,54 \text{ т/ч};$$

$$W_{чткм} = \frac{W_{смткм}}{T_{см}} = \frac{221,43}{7} = 31,62 \text{ ткм/ч}.$$

Пример 2. Перевозка силосной массы от силосоуборочного комбайна.

Исходные данные: комбайн КСК-100, рабочая скорость комбайна  $v_p = 5$  км/ч; ширина жатки  $b_p = 3,4$  м и урожайность  $h = 30$  т/га; коэффициент использования времени смены  $\tau = 0,7$ ; автомобиль-самосвал ЗИЛ-ММЗ-554М, грузоподъемность  $q = 5,5$  т; объем кузова  $V = 12,5$  м<sup>3</sup> (с надставными бортами); объемная масса силоса  $\gamma = 0,45$  т/м<sup>3</sup>; расстояние перевозки  $l_T = 2$  км; дороги III группы — грунтовые; погрузка механизированная от силосоуборочного комбайна, разгрузка — самосвальная. Коэффициент использования пробега  $\beta = 0,5$ .

Расчет. 1 Масса груза, вмещающегося в автомобиль, исходя из объема кузова  $q_\phi = 1,25 \cdot 0,45 = 5,63$  т. В связи с тем, что масса груза превышает номинальную грузоподъемность автомобиля, принимаем  $q_\phi = 5,5$  т, а  $\gamma_c = 1,0$ .

2. Производительность за рейс (одну ездку):

$$W_{п\text{ткм}} = q_\phi l_T = 5,5 \cdot 2 = 11 \text{ ткм/рейс}.$$

3. Время на погрузку (формула 6.16):

$$t_{II} = \frac{V\gamma\lambda}{0,36b_p v_p \tau h} = \frac{5,5}{0,36 \cdot 3,4 \cdot 1,4 \cdot 0,7 \cdot 30} = 0,15 \text{ ч или}$$

$$t_{II} = 0,15 \cdot 60 = 9,0 \text{ мин}.$$

4. Время на разгрузку —  $t_{раз} = 5,5$  мин (1 мин на 1 т груза).

5. Время взвешивания (табл. 6.19)  $t_{взв} = 4$  мин.

6. Время рейса:

$$t_p = t_{II} + t_{взв} + \frac{60l_T}{\beta v_T} + t_{раз} = 9,0 + 4 + \frac{60 \cdot 2}{0,5 \cdot 25} + 5,5 = 28,34 \text{ мин}.$$

7. Часовая производительность:

$$W_{\text{ч.ткм}} \frac{60q\gamma c l_{\Gamma}}{t_{\text{рс}}} = \frac{60 \cdot 5,5 \cdot 1,0 \cdot 2}{28,34} = 23,3 \text{ ткм/ч}$$

8. Производительность за смену:

$$W_{\text{см.ткм}} = W_{\text{ч.ткм}} \cdot T_{\text{см}} = 23,3 \cdot 7 = 163,1 \text{ ткм/смену};$$

$$W_{\text{см.т}} = \frac{W_{\text{см.ткм}}}{l_{\Gamma}} = \frac{163,1}{2} = 81,55 \text{ т/смену.}$$

**Определение норм расхода топлива автомобильным транспортом.** Расход топлива для автомобилей определяется на основании линейной нормы расхода на 100 км пробега (табл. 6.20).

Расход топлива за смену  $G_{\text{Тсм}}$  (л) определяется по уравнениям:

для бортовых автомобилей и автомобилей-самосвалов:

$$G_{\text{Тсм}} = \frac{g_{\text{км}}}{100} \left( \frac{l_{\Gamma} n_{\text{рс}}}{\beta} + 2l_{\text{пер}} \right) + \frac{g_{\text{ткм}}}{100} n_{\text{рс}} W_{\text{рс.у}} + 0,25 n_{\text{рс}} \quad (6.30)$$

для автомобилей, загружающихся от уборочных машин:

$$G_{\text{Тсм}} = \frac{g_{\text{км}}}{100} \left( \frac{l_{\Gamma} n_{\text{рс}}}{\beta} + 2l_{\text{пер}} \right) + \frac{g_{\text{км}}''}{100} l_{\text{ост}} n_{\text{рс}} + \frac{g_{\text{ткм}}}{100} n_{\text{рс}} W_{\text{рс.у}} + 0,25 n_{\text{рс}}, \quad (6.31)$$

где  $g_{\text{км}}$ ,  $g_{\text{ткм}}$  — нормы расхода топлива соответственно на 100 км пробега и 100 ткм выполненной работы для соответствующих дорожных условий ( $g_{\text{км}}$  — при движении по дороге,  $g_{\text{км}}''$  — по полю во время погрузки или разгрузки), таблица 6.19;

$n_{\text{рс}}$  — количество рейсов (ездок); 0,25 — расход топлива автомобилем-самосвалом в пунктах выгрузки, л;

$W_{\text{рс.у}}$  — производительность в тонно-километрах за рейс (одну езду);

$l_{\text{пер}}$  — расстояние от гаража до места погрузки, км;

$l_{\text{ост}}$  — путь, проходимый автомобилем по полю во время погрузки, км;

$l_{\Gamma}$  — длина ездки при пробеге с грузом за один рейс, км.

Расход топлива на тонно-километр или тонну перевезенного груза определяется по выражению:

$$g_{\text{У}} = G_{\text{Тсм}} / W_{\text{см.У}}; \quad (6.32)$$

$$g_{\text{Q}} = G_{\text{Тсм}} / W_{\text{см.Q}}. \quad (6.33)$$

## 6.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ ВЫРАБОТКИ И РАСХОДА ТОПЛИВА ТРАКТОРНЫМ ТРАНСПОРТОМ

При нормировании тракторных транспортных работ дороги классифицируют по следующим группам:

I группа — дороги с твердым покрытием; обычные грунтовые, сухие, в хорошем состоянии, снежные укатанные дороги и грунтовые улучшенные;

II группа — гравийные; щебенчатые разбитые; песчаные проселочные; грунтовые, разъезженные после дождя; стерня зерновых; задернелая почва в твердом состоянии зимой и летом;

III группа — разбитые, с глубокой колеей, оттаявшие после длительных оттепелей, гребнистые дороги; пашня нормальной влажности и замерзшая; поле после уборки корнеклубнеплодов, переувлажненное; бездорожье в весеннюю распутицу; снежная целина.

**Выработку тракторного транспортного агрегата** можно опередить из следующей зависимости (т/см):

Таблица 6.20

Нормы расхода топлива на 100 км пробега для автомобильного транспорта

Марка, модель автомобиля	Линейная норма, л/100 км
ГАЗ-3302 (дв. ЗМЗ-4063А)	15,5
ГАЗ-330230 (дв. УМЗ-4215)	16,2
ГАЗ-33081 (дв. Д-245.7)	19,0 Д
ГАЗ-3309 (дв. Д-245.7)	16,0 Д
ГАЗ-4301 (дв. 6 R Д)	20,9 Д
ГАЗ-4301 (дв. 4 R Д)	16,59 Д
ГАЗ-53 (дв. ЗМЗ-53)	25,0
ГАЗ-53, -53А, -53/2, -3307 (дв. Д-243)	15,1 Д
ЗИЛ-130 (дв. ЗИЛ-508)	31,0
ЗИЛ-130 (дв. ЗИЛ-575)	35,0
ЗИЛ-130 Г-30 (дв. ЗИЛ-509)	36,0
ЗИЛ-130Д, -431410 (дв. Д-243)	20,5 Д
ЗИЛ-4331 (дв. ЗИЛ-645)	22,1 Д
ЗИЛ-4331 (дв. ЛМЗ-236)	21,8 Д
ЗИЛ-432910 (дв. ЗИЛ-645)	20,0 Д
ЗИЛ-4331 (дв. КамАЗ-740.101)	24,7 Д
ЗИЛ-433360 (дв. Д-245)	16,0 Д
ЗИЛ-433360 (дв. ЗИЛ-508)	30,4
ЗИЛ-433360 (дв. ЗИЛ-375)	31,0
КамАЗ-4310 (дв. АЗ-740)	31,7 Д
КамАЗ-5320 (дв. ЛМЗ-238 М2)	29,2 Д
КамАЗ-5320 (дв. КамАЗ-740-238 М2)	25,0 Д
КамАЗ-53215 R (дв. КамАЗ-740.31-240)	24,0 Д
МАЗ-500, - 500А, -500АС	23,0 Д
МАЗ-5335 (дв. ЛМЗ-238)	28,0 Д
МАЗ-53362(дв. ЛМЗ-238Б)	28,5 Д
МАЗ-533702-020 (дв. ЛМЗ-236 НЕ)	25,4 Д
МАЗ-5334, -533501, -5337	23,0 Д
ГАЗ-САЗ-3507 (дв. Д-245.1)	16,7 Д
ГАЗ-САЗ—3507 (дв. ЗМЗ-53)	30,0

Окончание табл. 6.20

Марка, модель автомобиля	Линейная норма, л/100 км
ГАЗ-САЗ-3508, -35101, -3509 (дв. ЗМЗ-53)	28,0
ГАЗ-САЗ-4509 (дв. 6 R Д)	23,5 Д
ГАЗ-САЗ-4509 (дв. ЗМЗ-511.10)	30,0
ЗИЛ-ММЗ4502 (дв. Д-240)	22,0 Д
ЗИЛ-ММЗ 4502 (дв. Д-243)	24,0 Д
ЗИЛ-ММЗ 45085 (дв. ЗИЛ 509)	41,0
ЗИЛ-ММЗ-554, -55413, - 554М, - 555	37,0
ЗИЛ-ММЗ-554 М (дв. Д-243)	24,2 Д
КамАЗ-5510, -55102 (дв. КамАЗ-740.10)	32,0 Д
МАЗ-551603 (дв. ЛМЗ—238 М2)	44,9 Д
МАЗ-5516-05-22 (дв. ЛМЗ-238 ДЕ-21)	47,9 Д
МАЗ-5549 (дв. ЛМЗ-238 М2)	32,5 Д
МАЗ-5551	28,0 Д
МАЗ-5551-023 (дв. ЛМЗ-238 М2)	35,5 Д
МАЗ-555102-2125 (дв. ЛМЗ-236 НЕ)	30,3 Д
МАЗ-555142-120Р№ (дв. Д-260, 5 С)	29,2 Д

Примечания: 1. Индекс Д обозначает расход дизельного топлива на 100 км пробега.

2. Для автомобилей и автопоездов, выполняющих работу, учитываемую в тонно-километрах, дополнительно устанавливается расход топлива на каждые 100 ткм, бензина – 2 л, сжиженного газа – 2,5 л, дизельного топлива – 1,3 л.

При работе автомобилей с прицепами линейная норма расхода топлива увеличивается на 1 т собственной массы прицепов: бензина – 2 л, сжиженного газа – 2,5 л, дизельного топлива – 1,3 л. 3. Для автомобилей-самосвалов и автопоездов с самосвальными кузовами расход топлива на каждую езду с грузом устанавливается дополнительно на 0,25 л. При работе автомобилей-самосвалов с самосвальными прицепами линейная норма расхода топлива увеличивается на 1 т общей массы прицепного подвижного состава (при его полезной загрузке на 50 %): бензина – 2 л, сжиженного газа – 2,5 л и дизельного топлива – 1,3 л соответственно.

$$W_{\text{смQ}} = \frac{(T_{\text{см}} - T_{\text{пз}}) q_{\text{нт}} \gamma_{\text{с}} K_{\text{v}}}{t_{\text{рс}}}, \quad (6.34)$$

где  $T_{см}$  — время смены, ч;

$T_{пз}$  — подготовительно-заключительное время (см. раздел 5), ч;

$K_v$  — коэффициент, учитывающий влияние расстояния перевозок на скорость агрегатов с колесными тракторами (табл. 6.21).

Время рейса  $t_{рс}$  определяется по формуле 6.20. Необходимые исходные данные для его определения приведены в таблицах 6.14, 6.15, 6.21 и 6.22.

Таблица 6.21

Значения коэффициента  $K_v$

Расстояние перевозки, км	Для тракторов	Для самоходных шасси	Расстояние перевозки, км	Для тракторов
0,5–1,0	0,92	0,96	2,5–3,0	0,96
1,0–1,5	0,93	0,97	3,0–3,5	0,97
1,5–2,0	0,94	0,98	3,5–4,0	0,98
2,0–2,5	0,95	0,99	4,0–5,0	0,99

Таблица 6.22

Нормы времени на погрузку и разгрузку у тракторных транспортных средств

Класс	Механизированная погрузка при производительности погрузчика, мин/т		Самосвальная разгрузка, мин	Ручная погрузка, мин	Ручная разгрузка, мин
	менее 60 т/ч	более 60 т/ч			
I	0,9	0,6	3	35	20
II	1,1	0,8	4	40	24
III	9,0	—	5	55	30
IV	7,0	—	6	130	38

Примечания: 1. Ручная погрузка и разгрузка прицепов грузоподъемностью до 1 т выполняется двумя грузчиками; 2 т — тремя и 3 и 4 т — шестью грузчиками.

2. Механизированная погрузка прицепов грузоподъемностью 0,9–6 т осуществляется погрузчиками производительностью 60 т/ч, а более 6 т — производительностью более 60 т/ч. 3. Если прицеп состоит из двух последовательно разгружающихся кузовов, то норматив времени на самосвальную разгрузку следует удваивать.

При определении подготовительно-заключительного времени можно принять, что время на подготовку агрегата к переезду ( $t_{пп}$ ) составляет примерно 3–5 мин (в зависимости от марки трактора), на получение наряда ( $t_{пп}$ ) — около 4 мин. Время на ежесменное техническое обслуживание прицепов  $t_{ЕТО}$  принимают: при грузоподъемности прицепа поезда 1–2 т — 4 мин, 3–6 т — 6 мин; 8–12 т — 7 мин; свыше 12 т — 9 мин. Для тракторов  $t_{ЕТО}$  указано в разделе 7.

Время на организационно-техническое обслуживание в течение смены и физиологические потребности предусматривается в период погрузки-разгрузки.

**Расход топлива** на тракторно-транспортных работах (кг/т) определяют по формуле:

$$g_Q = \frac{G_{Тр} T_{Гр} + G_{Тх} T_{ХХ} + G_{Тп} T_{П} + G_{Тмр} T_{мр} + G_{То} T_{о}}{W_{смQ}}, \quad (6.35)$$

где  $G_{Тр}$ ,  $G_{Тх}$ ,  $G_{Тп}$ ,  $G_{Тмр}$ ,  $G_{То}$  — соответственно часовой расход топлива при движении с грузом, без груза (на холостом ходу), при погрузке, выгрузке и на остановках, с работающим вхолостую двигателем (см. табл. 6.23), кг/ч;

$T_{Гр}$ ,  $T_{ХХ}$ ,  $T_{П}$ ,  $T_{мр}$ ,  $T_{о}$  — соответственно время движения в течение смены с грузом, на холостом ходу, время на погрузку, выгрузку и время остановок транспорта с работающим двигателем, ч.

Расход топлива на погрузку  $G_{Тп} T_{П}$  учитывается для транспорта, движущегося по полю рядом с технологическими агрегатами (уборка трав на сенаж, силосных культур, картофеля и др.).

Часовой расход топлива на различных режимах можно определить по тяговым характеристикам тракторов. При этом ориентировочно можно приравнять 1-ю группу дорог к агрофону *целина и стерня многолетних трав*;

2-ю группу — к стерне зерновых; 3-ю группу — к полю после уборки корнеплодов и пару.

Время движения с грузом (ч) за смену определяется по выражению:

$$T_{\text{гр}} = n_{\text{рс}} \left( \frac{t_{\text{гр}}}{v_{\text{тр}}} + \frac{t_{\text{мг}}}{60} \right), \quad (6.36)$$

где  $t_{\text{мг}}$  – время маневрирования агрегата с грузом за рейс (табл. 6.14), мин.

Время движения агрегата без груза за смену (ч):

$$T_{\text{хх}} = n_{\text{рс}} \left( \frac{l_{\text{хх}}}{v_{\text{х тр}}} + \frac{t_{\text{мх}}}{60} \right) + \frac{l_{\text{пер}}}{v_{\text{х тр}}}, \quad (6.37)$$

где  $t_{\text{мх}}$  — время маневрирования транспортного агрегата без груза, мин;

$l_{\text{пер}}$  — расстояние переезда транспортного агрегата к месту работы в начале смены и на стоянку (гараж) в конце смены.

Время работы двигателя на остановках при механизированной разгрузке в течение смены (ч):

$$T_{\text{мр}} = \frac{n_{\text{рс}} t_{\text{мр}} n_{\text{пр}}}{60}, \quad (6.38)$$

где  $t_{\text{мр}}$  – время механизированной разгрузки (табл. 6.21), мин;

$n_{\text{пр}}$  – количество прицепов в составе тракторного поезда, шт.

## Расход топлива тракторами на транспортных работах

Тяго- вый класс трак- тора	Грузо- подъ- емно- сть при- цепа, т	Расход топлива, кг/ч														
		при движении без груза			при движении с грузом класса											
					I			II			III			IV		
		Группа дорог														
1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я	1-я	2-я	3-я		
5	9	20,0	23,0	24,0	23,5	25,0	28,8	21,0	23,0	27,0	20,0	21,3	25,0	19,9	20,5	22,0
	12	21,0	25,0	25,0	25,0	26,0	32,0	23,0	24,6	30,0	21,5	23,4	27,0	20,7	21,1	23,0
	21	21,5	27,0	26,5	28,0	29,5	33,5	25,6	27,0	31,5	23,1	25,0	28,0	23,0	24,0	24,0
3-5	9	17,0	19,0	20,0	20,0	21,0	23,7	18,0	18,4	21,5	17,3	17,9	20,7	17,0	17,6	19,3
	12	18,0	20,5	21,0	22,0	22,5	26,0	20,0	20,8	24,1	19,0	19,5	22,2	18,1	18,8	20,0
	21	18,1	22,0	22,5	23,7	24,5	27,4	22,6	23,3	25,0	21,3	22,0	24,5	19,5	20,5	21,7
2-3	9	10,7	13,0	15,1	13,0	16,7	21,1	11,5	14,9	18,6	10,8	12,7	15,9	10,5	12,0	13,5
	12	11,7	14,3	15,5	14,7	18,6	20,1	13,0	16,7	19,3	12,0	14,7	16,2	11,0	13,4	15,1
	21	12,6	16,3	16,2	16,7	19,7	-	15,0	17,7	-	13,6	15,0	16,9	11,6	13,7	16,5
1,4	3	7,1	7,9	8,6	8,6	11,2	13,0	8,2	10,0	11,5	7,8	9,3	9,8	7,4	7,8	8,4
	4	7,3	8,1	9,5	9,8	12,5	14,0	8,9	11,4	13,4	8,2	10,0	10,7	7,7	8,3	9,3
	6	7,7	8,8	10,0	11,3	14,5	14,7	9,7	13,0	13,9	9,0	11,3	13,5	8,0	9,4	10,9
	4+4	6,5	7,1	8,2	9,8	10,9	-	8,8	9,5	-	7,1	7,3	11,4	6,5	7,3	9,9
	6+4	6,7	7,5	7,5	7,7	10,7	-	10,2	10,8	-	8,5	9,1	11,0	7,6	7,3	9,9

## 7. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ

---

*Технологическая карта* — это плановый документ, где в четкой последовательности определен порядок, объемы, сроки и технико-экономические показатели проведения работ, которые необходимо выполнить с целью получения заданного качества и количества продукции. Их разрабатывают для рациональной организации производства: расчета парка машин, составления графика работ, определения экономических показателей возделывания сельскохозяйственных культур.

Исходная информация для разработки технологических карт: условия использования техники в сельскохозяйственном предприятии; предшественник культуры; нормы и сроки (весной под перепахку или осенью под зябь) внесения органических, минеральных удобрений (основное, предпосевное или при подкормке), химических средств защиты растений и борьбы с сорняками, болезнями и вредителями; урожайность продукции (основной и побочной); дальность транспортировки грузов и др.

Технологические карты включают агрономический, технико-организационный и экономический разделы.

Основанием для разработки *агрономического* раздела технологических карт служат технологические схемы [9, 10] возделывания сельскохозяйственных культур (табл. 7.6–7.25) и процентное со-

держание действующего вещества в минеральных удобрениях и коэффициенты пересчета элементов питания в физический вес (табл. 7.26); *технико-организационного* раздела — система машин, рекомендуемая для выполнения основных операций возделывания сельскохозяйственных культур (табл. 7.27).

Расчет технологической карты для группы взаимосвязанных сельскохозяйственных операций начинают с основной технологической операции (например, транспортировка и внесение органических удобрений — операция 2 (табл. 7.1)).

## Технологическая карта возделывания

(наименование сельскохозяйственной культуры)

Площадь.....га

Предшественник.....

Норма высева.....т/га

Урожайность продукции: основной.....т/га

побочной.....т/га

Норма внесения удобрений:

а) органических..... т/га

б) минеральных: всего..... т/га,

в том числе: основное.....

предпосевное.....подкормка....

Шифр работ	Наименование работ, качественные показатели (условия работы, агротребования и т.п.). Единицы измерения	Объем работ $\sum U_i$ , га (т, ткм)	Календарный срок выполнения работы	Режим работы		Состав агрегата			Объем работ на тип агрегата $U_{\text{пр}}$ , га(т, ткм)	Выработка агрегата за смену $U_{\text{см}}$ , га (т, ткм)/см	Расход топлива $\Theta$ , кг/га(т, ткм)
				количество рабочих дней $D_{\text{опт}} / D_{\text{ф}}$	продолжительность рабочего дня $T_{\text{сут}} / T_{\text{сут.ф}}$ , ч	марка энергетического средства	марка сельскохозяйственной машины	обслуживающий персонал $m/n$ , чел.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Погрузка органических удобрений (норма внесения 50 т/га), т	5000	20.04–05.05	10	10,5	«Беларус 820»	П10М	1/–	5000	$\frac{532,0}{333,9}$	0,22
2.	Транспортировка и внесение органических удобрений (расстояние транспортировки 2 км), т	5000	20.04–05.05	10/10	10,5	«Беларус 1221»	МТТ-10	1/–	3400	75,6	1,9
				10/10	10,5	«Беларус 1221»	МТТ-7	1/–	1600	35,7	1,6
3.	Запашка органических удобрений (глубина 0,22 м), га	100	20.04–05.05	10	10,5	«Беларус 1221»	ППО-5-40	1/–	100	6,8	18,1

Окончание табл. 7.1

Шифр работ	Наименование работ, качественные показатели (условия работы, агротребования и т.п.), единицы измерения	Необходимое количество				Заграты труда		Прямые эксплуатационные затраты, руб.				
		нормо-смен $N_{\text{см}}$	агрегатов $n_a / n_{\text{а}}$	обслуживающего персонала $\sum m / \sum n$	топлива $Q$ , кг электроэнергии, кВт-ч	механизаторов $Z_M$ , ч	вспомогательных рабочих $Z_B$ , ч	зарплата $S_{\text{эл}}$	ТСМ, электроэнергия $S_{\text{ТСМ}}$	амортизация $S_a$	ТР, ТО и хранение $S_{\text{ТО}}$	всего $S_j$
1	2	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1.	Погрузка органических удобрений (норма внесения 50 т/га), т	9,4	0,63/1	1/–	1100	65,8	–					
2.	Транспортировка и внесение органических удобрений (расстояние транспортировки 2 км), т	44,9	2,9/3	5/–	6460	314,3	–					
		44,8	2,9/3	5/–	2560	313,6	–					
3.	Запашка органических удобрений (глубина 0,22 м), га	14,7	0,98/1	1/–	1810	102,9	–					
и т. д. по операциям <b>ИТОГО:</b>												

Традиционные календарные сроки выполнения работ  
при возделывании и уборке зерновых культур и льна (по данным БелНИИЗиК,  
суглинистые почвы Центральной зоны Республики Беларусь)

Вид работы	Озимая рожь		Озимая пше- ница после многол. трав 50 %	Ячмень			Овес после озимых 100 %	Лен после озимых по пласту многолет- них трав	Агро срок (продолжи- тельность) вы- полнения работы, суток, T <sub>A</sub>
	после одн.тра в 50 %	после много. трав 50 %		после картофеля 15 %	после клевера 15 %	после озимых 70 %			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Дискование пласта	–	21.07- 25.07	6.08- 10.08	–	20.08-24.08	–	–	–	5
Лущение стерни	–	–	–	–	–	16.08- 20.08	16.08-20.08	21.08- 31.08	10
Вспашка	26.07- 16.08	26.07- 16.08	11.08-15.08	25.08-15.09	25.08-15.09	11.08- 15.09	11.09-15.09	21.09- 30.09	20
Осенняя куль- тивация с бо- ронованием	17.08- 21.08	17.08- 21.08	25.08-30.08	1.10-15.10	1.10-15.10	1.10- 15.10	1.10-30.10	1.10-15.10	6
Весенняя куль- тивация с бо- ронованием	–	–	–	16.04-20.04	16.04-20.04	16.04- 20.04	11.04-15.04	16.04- 20.04	5
Внесение орга- нических удоб- рений	25.07- 15.08	25.07- 15.08	10.08-14.08	–	–	–	–	–	20
Запашка орга- нических удоб- рений	26.07- 16.08	26.07- 16.08	11.08-15.08	–	–	–	–	–	20

Окончание табл. 7.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Внесение минеральных удобрений	16.08- 20.08	16.08- 20.08	25.08- 30.08	21.04- 25.04	21.04- 25.04	21.04- 25.04	15.04- 19.04	21.04-25.04	5
Предпосевная культивация с боронованием	1.09- 10.09	1.09- 10.09	1.09- 10.09	26.04- 30.04	26.04- 30.04	26.04- 30.04	21.04- 25.04	1.05-5.05	6
Посев	1.09- 10.09	1.09- 10.09	1.09- 10.09	26.04- 30.04	26.04- 30.04	26.04- 30.04	21.05- 25.05	–	5
Боронование посевов	16.04- 20.04	16.04- 20.04	21.04- 25.04	6.05- 11.05 11.05- 16.05	6.05- 11.05 11.05- 16.05	6.05- 11.05 11.05- 16.05	21.05- 25.05	–	5
Обработка посевов пести- цидами	26.04- 30.04	26.04- 30.04	26.04- 30.04	26.05- 30.05	26.05- 30.05	26.05- 30.05	26.05- 31.05	11.09-15.09 21.05-25.05 1.06-5.06	5
Подкормка минеральными удобрениями	1.04- 5.04	1.04-5.04	6.04- 10.04	–	–	–	–	–	5
Уборка	1.08- 7.08	1.08-7.08	5.08-9.08	6.08-9.08	6.08-9.08	6.08-9.08	10.08- 13.08	1.08-10.08	10
Уборка соломы и льнотресты	2.08- 10.08	2.08- 10.08	6.08- 15.08	7.08- 12.08	7.08- 12.08	7.08- 12.08	11.08- 15.08	1.09-10.09	10

Сроки начала и окончания полевых работ в Южной агроклиматической зоне Республики Беларусь сдвигаются на одну неделю раньше, а в Северной агроклиматической зоне – на одну неделю позже, чем приведенные в таблице для Центральной агроклиматической зоны.

Традиционные календарные сроки выполнения работ  
при возделывании и уборке кормовых культур (по данным БелНИИЗиК,  
суглинистые почвы Центральной зоны Республики Беларусь)

Вид работы	Сахарная свекла после озимых 100 %	Картофель после зерновых 100 %	Кормовая свекла после кукурузы 100 %	Кукуруза на зеленую массу после пропашных 50 %	Кукуруза на зеленую массу после озимых 50 %	Однолетние травы на зеленый корм	Многолетние травы на сенаж и сено	Агросрок (продолжительность) выполнения работы, суток $T_A$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Лущение стерни	15.08-20.08	21.08-30.08	–	–	16.08-20.08	21.08-25.08	–	10
Вспашка	26.08-1.10	22.08-12.09	21.09-21.10	1.09-15.09	1.09-15.09	16.09-20.09	–	20
Осенняя культивация с боронованием	25.09-25.10	1.09-10.10	5.10-15.10	–	1.10-15.10	–	–	10
Весенняя культивация с боронованием	13.04-16.04	11.04-15.04	11.04-15.04	16.04-20.04	16.04-20.04	11.04-15.04	–	5
Внесение органических удобрений	25.08-30.09	21.08-1.09	20.09-20.10	–	–	–	–	20
Запашка органических удобрений	26.08-1.10	22.08-2.09	21.09-21.10	–	–	–	–	20
Окучивание посевов картофеля	–	6.05-15.05 26.05-31.05 6.06-15.06	–	–	–	–	–	6
Внесение минеральных удобрений	15.04-18.04	16.04-20.04	16.04-20.04	11.05-15.05	11.05-15.05	11.04-25.05	16.04-20.04	5

Окончание табл. 7.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предпосевная культивация с боронованием	16.04-20.04	21.04-5.05	21.04-25.04	11.05-15.05	11.05-15.05	16.04-20.04 6.05-10.05 26.05-31.05	–	6
Посев	21.04-25.04	26.04-5.05	26.04-30.04	16.05-20.05	16.05-20.05	21.04-25.04 11.05-15.05 1.06-5.06	27.04-2.05	5
Боронование посевов	26.04-30.04 5.05-10.05	–	2.05-5.05 11.05-15.05	21.05-26.05 6.06-10.06	21.05-26.05 6.06-10.06	–	21.04-25.04	5
Шаровка посевов свеклы	11.05-15.05	–	16.05-20.05	–	–	–	–	5
Обработка посевов пестицидами	16.05-20.05	26.04-26.05	21.05-25.05	21.05-25.05	21.05-25.05	–	–	5
Рыхление и прореживание, междурядные обработки	21.05-10.06 16.06-10.07	–	26.05-5.06 11.06-5.07	11.06-15.06 21.06-5.07	11.06-15.06 21.06-5.07	–	–	5
Подкормка минеральными удобрениями	–	–	–	11.06-15.06	11.06-15.06	–	26.06-30.06 27.08-31.08	5
Уборка	1.10-25.10	11.09-5.10	1.10-25.10	25.08-5.09	25.08-5.09	1.06-6.07 7.07-1.08 2.08-25.08	1 укос – 16.06-25.06 2 укос 16.08-25.08	15
Уборка ботвы	26.09-10.10	1.09-5.09	1.09-15.09	–	–	–	–	15

Сроки начала и окончания полевых работ в Южной агроклиматической зоне Республики Беларусь сдвигаются на одну неделю раньше, а в Северной агроклиматической зоне – на одну неделю позже, чем приведенные в таблице для Центральной агроклиматической зоны

Таблица 7.4

## Агроклиматические зоны Республики Беларусь

Зона	Область	Район
Северная	Витебская	Бешенковичский, Браславский, Верхнедвинский, Витебский, Глубокский, Городокский, Докшицкий, Дубровенский, Лепельский, Лиозенский, Миорский, Оршанский, Полоцкий, Поставский, Россонский, Сенненский, Толочинский, Ушачский, Чашникский, Шарковщинский, Шумилинский
	Гродненская	Волковысский, Вороновский, Гродненский, Дятловский, Ивьевский, Кореличский, Новогрудский, Островский, Ошмянский, Сморгонский
	Минская	Березинский, Борисовский, Вилейский, Воложинский, Крупский, Логойский, Минский, Молодечненский, Мядельский, Смолевичский, Стародорожский, Столбцовский, Узденский
	Могилевская	Бельничский, Горецкий, Климовичский, Кличевский, Круглянский, Мстиславский, Чаусский, Костюковичский, Хотимский
Центральная	Брестская	Барановичский, Березовский, Брестский, Ганцевичский, Дрогичинский, Жабинковский, Ивацевичский, Кобринский, Ляховичский, Малоритский, Пинский, Столинский
	Гродненская	Берестовицкий, Зельвенский, Лидский, Мостовский, Свислочский, Слонимский, Щучинский
	Минская	Дзержинский, Клецкий, Копыльский, Любанский, Несвижский, Пуховичский, Слуцкий, Солигорский, Червенский
	Могилевская	Бобруйский, Быховский, Глусский, Кировский, Кричевский, Могилевский, Осиповичский, Славгородский, Краснопольский, Чериковский, Шкловский
Южная	Брестская	Ивановский, Каменецкий, Лунинецкий, Пружанский
	Гомельская	Брагинский, Буда-Кошелевский, Ветковский, Гомельский, Добрушский, Ельский, Жлобинский, Житковичский, Калинковичский, Кормянский, Лельчицкий, Лоевский, Мозырский, Наровлянский, Октябрьский, Петриковский, Речицкий, Рогачевский, Светлогорский, Хойницкий, Чечерский

Таблица 7.5

## Нормативная продолжительность

механизированных полевых сельскохозяйственных работ для условий республики

Наименование работ	Продолжительность, рабочих дней
Раннее весеннее боронование (закрытие влаги)	2
Предпосевная подготовка почвы	3
Весенняя обработка почвы и подъем ранних паров	5
Основная обработка почвы под зябь	20
<i>Внесение органических удобрений:</i>	
- весной	10
- осенью	20
<i>Внесение минеральных удобрений:</i>	
- весной	3
- осенью	20
<i>Посев:</i>	
- озимых зерновых	8
- яровых зерновых, сахарной свеклы и многолетних трав	3
- зернобобовых	2
- льна-долгунца и однолетних трав	4
- кукурузы на силос	5
- овощных культур	4-5
- посадка картофеля	8
<i>Междурядная обработка посевов:</i>	
- сахарной свеклы	3
- кукурузы	4
- картофеля, овощей	5
<i>Химическая защита сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней:</i>	
- зерновых культур	5
- сахарной свеклы, овощей	3
- картофеля	4
- то же от сорняков	3
<i>Уборка сельскохозяйственных культур:</i>	
- скашивание зерновых колосовых в валки	4
- подбор валков и прямое комбайнирование	6
- кукурузы на силос, многолетних трав и сахарной свеклы	10
- льна, однолетних трав	6
- картофеля	15

В *перечень операций* (графа 2) включают все операции, выполняемые в данный период, с указанием агротехнических требований к их выполнению (табл. 7.6–7.25).

*Объем работ* (графа 3) определяют по каждой технологической операции исходя из площади возделывания культуры, планируемых норм высева семян, внесения удобрений, сбора основной и побочной продукции.

*Календарный срок* проведения работ (графа 4) определяется многолетней практикой производства культуры в сельскохозяйственном предприятии, технологическими схемами возделывания сельскохозяйственных культур (табл. 7.6–7.25) и рекомендациями БелНИИЗиК (табл. 7.2–7.3) в зависимости от агроклиматической зоны Республики Беларусь (табл. 7.4), к которой относится предприятие. Однако начало выполнения основных операций должен ежегодно корректировать агроном. В технологическую карту вносят откорректированные сроки.

*Количество рабочих дней* (графа 5) не должно превышать времени проведения полевых работ в днях, установленных научными учреждениями.

Количество рабочих дней рассчитывают по формуле:

$$D_p = D_k K_{им} K_{тг}, \quad (7.1)$$

где  $D_k$  — календарный агросрок, дней;

$K_{им}$  — коэффициент использования времени по метеоусловиям (приложение 2);

$K_{тг}$  — коэффициент технической готовности агрегата.

При  $K_{им} \leq 0,8$   $K_{тг} = 1,0$ , а при  $K_{им} > 0,8$   $K_{тг} = 0,95$ .

С другой стороны,  $D_p = D_p^{опт}$ , где  $D_p^{опт}$  — оптимальный срок работы по рекомендациям ученых и производственного опыта работы в условиях республики (табл. 7.5).

*Продолжительность рабочего дня* (графа 6) принимается по режиму, установленному для данного сельскохозяйственного предприятия. Нормативная продолжительность смены в сельском хо-

зяйстве 7 ч (при работе с ядохимикатами — 6 ч). В зависимости от вида работ и конкретных условий количество часов работы выбирают с таким расчетом, чтобы в дневное и ночное время можно было выполнять основную и предпосевную обработку почвы, а посев и уход за посевами, уборку, внесение удобрений — в течение светового дня. Обычно в расчетах принимают 7; 10,5; 14 и 21 час.

Количество рабочих дней и продолжительность работ вспомогательных агрегатов (погрузчика, заправщика, технологического транспорта и др.) устанавливают исходя из продолжительности рабочего дня основного агрегата.

В *состав агрегата* (графы 7, 8) включают машины, руководствуясь системой машин, рекомендуемой для выполнения основных операций возделывания сельскохозяйственных культур (табл. 7.27), отдавая предпочтение наиболее производительным машинно-тракторным агрегатам, обеспечивающим высокое качество и минимальные затраты ресурсов на выполнение механизированных работ.

Выбирают состав МТА с учетом размеров полей, объема работ, рельефа местности, длины гонов. Необходимо стремиться выполнять технологические операции наименьшим количеством машин разных типов и конструкций. Это позволит улучшить техническое обслуживание, ремонт и подбор кадров механизаторов для управления агрегатами.

Применительно к конкретным условиям использования техники в сельскохозяйственном предприятии определяются *нормы выработки и расход топлива* на технологические операции (графы 11, 12). Для существующей техники производительность и расход топлива принимаются по данным сельскохозяйственного предприятия или по типовым нормам (табл. 7.27).

Выработка за смену (га (т, ткм))

$$W_{см} = T_{см} W_{ч} = 7W_{ч}, \quad (7.2)$$

где  $T_{см}$  — нормативная продолжительность смены, ч;

$W_{ч}$  — производительность за 1 час времени смены, га (т, ткм)/ч.

Например, для операции 2 (табл. 7.1) выработка за смену:

$$W_{см}^{\text{Беларус 1221+МТТ-10}} = 7 \cdot 10,8 = 75,6 \text{ га};$$

$$W_{\text{см}^{\text{Беларус 1221+МТТ-7}}} = 7 \cdot 5,1 = 35,7 \text{ га.}$$

Количество нормосмен на выполнение заданной работы (графа 13)

$$N_{\text{см}} = \frac{U_{\phi}}{W_{\text{см}}}, \quad (7.3)$$

где  $U_{\phi}$  — объем работы на агрегаты данного типа, га (т, ткм).

Например, для операции 2 (табл. 7.1)

$$N_{\text{см}^{\text{Беларус 1221+МТТ-10}}} = \frac{3400}{75,6} = 44,9;$$

$$N_{\text{см}^{\text{Беларус 1221+МТТ-7}}} = \frac{1600}{35,7} = 44,8.$$

Необходимое количество агрегатов (гр. 14) определяют, прежде всего, для основной сельскохозяйственной операции в сложном процессе:

$$n_a = \frac{U_{\phi}}{D_p^{\text{опт}} W_{\text{см}} k_{\text{см}}}, \quad (7.4)$$

где  $k_{\text{см}}$  — коэффициент сменности;

$$k_{\text{см}} = \frac{T_{\text{сут}}}{T_{\text{см}}}, \quad (7.5)$$

где  $T_{\text{сут}}$  — продолжительность рабочего дня (гр. 6), ч;

$T_{\text{см}} = 7$  ч — время смены, ч.

Например, для операции 2 (таблица 7.1):

$$k_{\text{см}} = \frac{10,5}{7} = 1,5,$$

$$n_{a^{\text{Беларус 1221+МТТ-10}}} = \frac{3400}{10 \cdot 75,6 \cdot 1,5} = 2,9;$$

240

$$n_{a^{\text{Беларус 1221+МТТ-7}}} = \frac{1600}{10 \cdot 35,7 \cdot 1,5} = 2,9.$$

Количество агрегатов округляют до ближайшего большего целого числа  $n_a^{\phi}$ . Например, для операции 2 (табл. 7.1):

$$n_a^{\phi} = 3 \text{ агрегата}; \quad n_{a^{\text{Беларус 1221+МТТ-10}}}^{\phi} = 3 \text{ агрегата}.$$

При необходимости корректируют продолжительность рабочего дня или количество рабочих дней

$$D_p^{\phi} = \frac{U_{\phi}}{n_a^{\phi} W_{\text{см}} k_{\text{см}}}. \quad (7.6)$$

Тогда в графу 5 записывают дробь  $D_p^{\text{опт}} / D_p^{\phi}$ , в графу 6 —  $T_{\text{сут}} / T_{\text{сут}}^{\phi}$ .

Можно также уточнить (перераспределить) объем работы на агрегаты (если заняты два разных агрегата и более), т. е.

$$U_{\phi} = n_a^{\phi} D_p^{\phi} W_{\text{см}} k_{\text{см}}. \quad (7.7)$$

Например, для операции 2 (табл. 7.1):

$$D_p^{\phi} = \frac{3400}{3 \cdot 75,6 \cdot 1,5} = 9,9 \approx 10 \text{ дней};$$

$$D_p^{\phi} = \frac{1600}{3 \cdot 35,7 \cdot 1,5} = 9,9 \approx 10 \text{ дней}.$$

Установленный для основной операции сложного процесса режим работы переносят и на взаимозависимые вспомогательные операции ( $D_p^{\phi}$ ,  $T_{\text{сут}}^{\phi}$ ), для которых уточняют выработку агрегата за смену (графа 11 —  $W_{\text{см}} / W_{\text{см}}^{\phi}$ ):

241

$$W_{\text{см}}^{\phi} = \frac{U_{\phi}}{n_a^{\phi} D_p^{\phi} k_{\text{см}}}, \quad (7.8)$$

где  $n_a^{\phi}$  — количество вспомогательных агрегатов (целое, уточненное после предварительных расчетов значение);

$D_p^{\phi}$ ,  $k_{\text{см}}$  — принимают по расчетам для основного агрегата.

Например, для операции 1 (табл. 7.1)

$$W_{\text{см}}^{\phi} = \frac{5000}{1 \cdot 10 \cdot 1,5} = 333,3 \text{ т.}$$

Проверить наличие поточно-групповой организации работы при выполнении сложного процесса можно по выражению:

$$W_{\text{см}_1} = W_{\text{см}_1} n_{a_1} k_{\text{см}_1} = W_{\text{см}_2} n_{a_2} k_{\text{см}_2} = W_{\text{см}_3} n_{a_3} k_{\text{см}_3} = \dots = W_{\text{см}_n} n_{a_n} k_{\text{см}_n}, \quad (7.9)$$

где 1 — основной; 2 — погрузочный; 3 — транспортный агрегаты и т. д.

Например, для обеспечения поточно-групповой организации работы при выполнении сложного процесса внесения органических удобрений (табл. 7.1) по основной операции уточняют фактическую выработку вспомогательного агрегата за смену:

$$W_{\text{см}_2}^{\phi} = \frac{W_{\text{см}_1} n_{a_1} k_{\text{см}_1}}{n_{a_2} k_{\text{см}_2}}, \quad (7.10)$$

$$W_{\text{см}^{\phi} \text{Беларус 1221+П10М}}^{\phi} = \frac{(75,6 \cdot 3 + 35,7 \cdot 3) \cdot 1,5}{1 \cdot 1,5} = 333,9 \text{ т,}$$

где 1 — технологические (основные) агрегаты «Беларус 1221+МТТ-10» и «Беларус 1221+МТТ-7»;

2 — погрузочный агрегат «Беларус 820+П10М».

Необходимое количество людей по работам (графа 15) рассчитывают по формулам:

$$\sum m = n_a^{\phi} k_{\text{см}} m, \quad (7.11)$$

$$\sum n = n_a^{\phi} k_{\text{см}} n, \quad (7.12)$$

где  $m$ ,  $n$  — количество механизаторов и вспомогательных рабочих, обслуживающих один агрегат (графа 9), чел.

Например, для операции 2 (табл. 7.1)

$$\sum m^{\text{Беларус 1221+МТТ-10}} = 3 \cdot 1,5 \cdot 1 = 4,5 \approx 5 \text{ механизаторов;}$$

$$\sum m^{\text{Беларус 1221+МТТ-7}} = 3 \cdot 1,5 \cdot 1 = 4,5 \approx 5 \text{ механизаторов.}$$

Расход топлива на выполнение всего объема работы (кг) (графа 16) определяют как произведение удельного расхода топлива на объем работы на тип агрегата:

$$Q = \Theta U_{\phi}, \quad (7.13)$$

где  $\Theta$  — расход топлива на единицу работы, кг/га (т, ткм).

Например, для операции 2 (табл. 7.1)

$$Q^{\text{Беларус 1221+МТТ-10}} = 1,9 \cdot 3400 = 6460 \text{ кг;}$$

$$Q^{\text{Беларус 1221+МТТ-7}} = 1,6 \cdot 1600 = 2560 \text{ кг.}$$

Затраты труда (ч) определяют по каждой операции отдельно:  
– механизаторов (графа 17)

$$Z_{\text{м}} = 7 N_{\text{см}} m; \quad (7.14)$$

– вспомогательных рабочих (графа 18)

$$Z_{\text{в}} = 7 N_{\text{см}} n. \quad (7.15)$$

Например, для операции 2 (табл. 7.1):

$$Z_{\text{м}^{\text{Беларус 1221+МТТ-10}}} = 7 \cdot 44,9 \cdot 1 = 314,3 \text{ ч;}$$

$$Z_{\text{м}^{\text{Беларус 1221+МТТ-7}}} = 7 \cdot 44,8 \cdot 1 = 313,6 \text{ ч.}$$

Методика расчета экономических показателей (графы 19–23) технологической карты в данном пособии не рассматривается, так как они являются одной из составных частей дисциплины «Экономика отрасли», которая изучается отдельно.

После расчета технологических карт определяют итоговые показатели: количество нормосмен по маркам тракторов и в целом по возделываемой культуре (графа 13); расход топлива по каждой марке трактора и в целом по возделываемой культуре (графа 16); суммарные затраты труда механизаторов (графа 17) и вспомогательных «рабочих (графа 18).

## ОЗИМАЯ РОЖЬ

**Требования к почве:**

– тип, разновидность: рожь не требовательна к почве, может расти на малоплодородных дерново-подзолистых песчаных, а также на торфяно-болотных почвах;

– оптимальные агрохимические показатели:  $A_{\text{пах}}$  – 22-25 см, pH — 5,5-6,0, содержание  $P_2O_5$  и  $K_2O$  — не менее 100 мг/кг почвы, гумуса — 1,5-1,7 %.

**Сорта.** Тетраплоидные: Пуховчанка, Верасень, Сяброўка, Игуменская, Спадчына, Завей-2, Дубинская, Полновесная.

Диплоидные: Калинка, Радзіма, Ясельда, Зуброўка, Зарніца, Талисман, Юбилейная, Нива.

Тетраплоидные сорта следует размещать на более плодородных почвах.

**Предшественники:** многолетние бобовые травы (клевер), пелюшко-, горохо- и вико-овсяные смеси, раннеспелые сорта гречихи, поукосно кукуруза, люпин на зеленую массу, ранний картофель. Размещают рожь и после ячменя, идущего по хорошо удобренным органическими удобрениями пропашным культурам.

Приемы возделывания	Сроки выполнения работ	Описание приемов (цель, способы, глубина проведения, удобрения, пестициды, дозы и т. д.)
1	2	3
<b>Система обработки почвы</b>		
<i>Основная</i> Дискование или лушение стерни	Сразу после уборки стерневых предшественников (оптимальный срок уборки до 5 августа); после уборки бобово-злаковых смесей.	Глубина зависит от засоренности, при наличии малолетних сорняков – 5-7 см, многолетних – 10-12 см.  Цель: провокация сорняков на прорастание, сохранение влаги в почве, при этом снижается удельное сопротивление почвы и затраты на проведение вспашки, улучшается качество вспашки и

Продолжение табл. 7.6

1	2	3
Вспашка  или чизелевание в два следа  <i>Предпосевная</i> Культивация с боронованием и прикатывание	Не позднее чем за 2-3 недели до посева озимой ржи или через 2 недели после лушения; после уборки раннего картофеля.  Перед посевом (разрыв между обработкой и севом не более 1-2 дней).	повышается производительность почвообрабатывающих агрегатов. Выполняется на глубину $A_{\text{пах}}$ . Цель: уничтожение сорняков, заделка растительных остатков, удобрений, пестицидов, рыхление $A_{\text{пах}}$ . Глубина 10-12 см (первое), второе — 15-17 см.  Рыхление на глубину 5-8 см. Цель: уничтожение проростков сорняков, выравнивание почвы, создание благоприятных воздушного и водного режимов, способствующих дружному прорастанию семян.
<b>Система удобрения</b>		
Основное  Припосевное Подкормки	Под вспашку.  <u>Одновременно с посевом.</u> I – весной (фаза кущения) – конец апреля; II – фаза выхода в трубку–II декада мая.	Известкование проводят при $pH < 5,0$ . Органические удобрения вносят в дозе 20-30 т/га (лучше под предшественник), фосфорные – 60-80 кг/га д.в.; калийные – 90-120 кг/га д.в. 10-15 кг/га $P_2O_5$ (аммофос или двойной суперфосфат). 45-60 кг/га N; 35-45 кг/га N (по результатам растительной диагностики).

1	2	3
<b>Подготовка семян к посеву</b>		
Первичная очистка	Сразу после уборки (III декада июля).	К посеву допускаются семена не ниже III репродукции. Очистка от примесей (части стеблей, камни, сорняки, комья земли и т.д.). Доведение семян до стандартной влажности (15,5 %). Доведение до кондиции по чистоте — 98 %, получение выровненных по массе семян.
Сушка	После первичной очистки.	
Вторичная очистка и сортировка	После сушки.	
Протравливание	Заблаговременно (осенью) или перед посевом.	Применяется для борьбы с болезнями семян один из протравителей: байтан-универсал с.п., витавакс 200, фундазол 50 % с.п. и др., доза препарата 2 кг/т семян.
<b>Сев</b>		
Сплошной рядовой или узкорядный способ	С 25.08 до 20.09 в зависимости от зоны.	Ширина междурядий — 7,5; 12,5; 15 см (0,2–0,25 т) Норма высева — 4,0–5,0 млн всхожих семян на 1 га, на торфяно-болотных почвах — 3,0–3,5 млн/га (0,15–0,175 т/га) Глубина заделки семян на легких почвах 4–5 см, на суглинистых — 2–3 см, на торфяно-болотных — 4–5 см.
<b>Уход за посевами</b>		
Борьба с сорняками	Сразу после уборки предшественника.	Гербицид: Раундап, 360 г/л в.р. или ураган, в.р. — 4–6 л/га (против многолетних сорняков). Фунгицид: фундазол, 50 % с.н. — 0,3–0,6 кг/га (против снежной плесени). Инсектициды: децис экстра — 0,05 л/га или БИ-58 новый — 1,5 л/га и др. (против шведской и озимой мух и др.). Улучшение условий перезимовки растений и водного режима почвы.
Борьба с болезнями	Третья декада октября.	
Борьба с вредителями	При наличии пороговой численности.	
Снегозадержание	Зимой.	

1	2	3
Ранневесеннее боронование	При наступлении физической спелости почвы (конец апреля).	Цель: сохранение влаги в почве, улучшение аэрации, уничтожение розеток зимующих сорняков, уменьшение заражения растений снежной плесенью. Проводят поперек посевных рядков или по диагонали к посеву. 45–60 кг/га д.в. N (аммиачная селитра).
Первая подкормка	Весной — фаза кущения.	
Борьба с сорняками	Фаза кущения до выхода в трубку (при наличии более 47 сорняков/м <sup>2</sup> ).	Гербицид: 2,4-Д 500 г/л в.р. (0,9–1,7 л/га); агритокс, в.к. (1,0–1,5 л/га) и др. (против однолетних двудольных сорняков). 35–45 кг/га д.в. N. Ретардант: хлормекват-хлорид 460 БАСФ, 42 % в.р. (2–3 л/га). Фунгицид: байлетон, 25 % с.п. (0,5 кг/га) или тилт, 25 % к.э. (0,5 л/га) и др. (против ржавчины бурой и стеблевой, септариоза и др.). Инсектицид: БИ-58, 40 % к.э. (1,0–1,2 л/га) или фастак, 10 % к.э. (0,1 л/га) и др. (против злаковых мух, тли, пьявицы и др.). Многие обработки совпадают по фазам развития растений, поэтому применяют баковые смеси: удобрение + химическое средство защиты + препарат против полегания.
Вторая подкормка	Фаза выхода в трубку (одновременно со II подкормкой).	
Борьба с болезнями	В начале колошения (II декада июня).	
Борьба с вредителями	В начале колошения.	

1	2	3
Уборка урожая		
Прямое комбайнирование	При влажности зерна 16-20%, фаза полной спелости зерна (III декада июля).	Проводится в срок, без потерь. Продолжительность уборки – 6-8 дней.
Раздельная уборка: – скашивание в валки; – подбор и обмолот валков.	Фаза восковой спелости зерна (влажность 36-40 %); через 3-5 дней после скашивания (влажность зерна 20-22 %).	При засоренности или полегании посевов, неравномерности созревания. Высота среза 15-20 см. Без потерь зерна.

Таблица 7.7

## ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА

**Требования к почве:**

– *тип, разновидность*: высококультурные дерново-подзолистые легко- и среднесуглинистые и связносупесчаные почвы, подстилаемые моренным суглинком;

– *оптимальные агрохимические показатели*: рН — 5,6-6,0, содержание гумуса — не менее 2,0 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O — не менее 150 мг/кг почвы.

**Сорта**: Сузор'е, Капьянка, Гармония, Каравай, Былина, Гродненская 23, Легенда, Фантазия, Кобра, Саната, Сюита, Саква, Спектр, Завет, Декан, Щара, Прэм'ера, Узлет.

**Предшественники**: однолетние бобово-злаковые травы, клевер одно- или полуторогодичного пользования, люпин и крестоцветные культуры на зеленую массу, ранний картофель, возможен овес, идущий после пропашных культур.

Приемы возделывания	Сроки выполнения работ	Описание приемов (цель, способы, глубина проведения, удобрения, пестициды, дозы и т. д.)
1	2	3
Система обработки почвы		
<i>Основная</i>		
Лушение	Сразу после уборки стерневых предшественников (I декада августа).	Глубина лушения — 6-8 см, при наличии многолетних сорняков — 10-12 см.
Вспашка	Через 8-10 дней после лушения, за 2-3 недели до сева.	На глубину A <sub>пах</sub> . С целью заделки удобрений, дернины, уничтожения сорняков, вредителей и возбудителей болезней.
Безотвальная обработка	После уборки раннего картофеля.	Двукратное чизелевание на глубину 10-12 и 15-17 см на чистых от сорняков почвах.
<i>Предпосевная</i>		
Обработка комбинированными агрегатами	Перед севом (конец августа – начало сентября).	С целью выравнивания почвы, проводится на глубину 4-5 см. Разрыв между предпосевной обработкой и севом не допускается.

1	2	3
<b>Система удобрения</b>		
Основное	Под вспашку.	Органические удобрения в дозе 20-40 т/га навоза; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> — 60-100 кг/га, K <sub>2</sub> O — 80-120 кг/га. Доза должна корректироваться с учетом содержания элементов питания в почве и планируемой урожайности. Азотные удобрения в дозе 30 кг/га д.в. применяются осенью только на бедных почвах.
Припосевное	В рядки при севе.	15-20 кг/га д.в. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .
Подкормки	I – весной в начале вегетации при температуре почвы 7-8 °С на глубину 10 см (II-III декада апреля); II – в фазу начала выхода в трубку (III декада мая); III – период колошения – молочная спелость.	50-70 кг/га д.в. азота в виде КАС или мочевины; 30-40 кг/га д.в. азота в виде аммиачной селитры; 20-30 кг/га д.в. азота (5-8 % раствор мочевины), улучшает продовольственные качества зерна.
Известкование	Осенью, под основную обработку почвы.	При pH ниже 5,5 % доза рассчитывается по гидролитической кислотности.
<b>Подготовка семян к посеву</b>		
Первичная очистка	Сразу после уборки (конец июля).	К посеву допускаются семена не ниже III репродукции. С целью удаления крупных и влажных примесей.
Сушка	После первичной очистки.	Доведение семян до стандартной влажности (15,5 %).

1	2	3
Вторичная очистка и сортировка	После сушки.	Доведение семян до ГОСТа по чистоте 98 % для семян 1-3 репродукции и всхожести 87 %.
Протравливание	За 3-15 дней до сева.	Витавакс 200 ФФ, 34 % в.с.к. (2,5 л/т); байтан-универсал с.п. (2,0 кг/т); ориус 6 ФС ФЛО (0,5 л/т), премис 200, к.с. (0,19 л/т) и др. – против снежной плесени, корневых гнилей, твердой и пыльной головни и плесневения семян. Агат-25 К, т.пс. (55 г/т) – регулятор роста, добавляется для стимуляции роста и развития, повышения устойчивости к болезням и увеличения урожайности, для подавления прорастания склероциев и спорыньи.
<b>Сев</b>		
Способ сева – рядовой, узкорядный с технологической колеей	При устойчивой среднесуточной температуре воздуха +15 °С и ниже (25 августа - 15 сентября).	Ширина междурядий – 7,5; 12,5; 15 см. Норма высева – 4,0-5,0 млн. всхожих семян на 1 га (0,2–0,25 т/га). Глубина заделки семян на легких почвах 4-5 см, на средних и тяжелых – 3-4 см.
<b>Уход за посевами</b>		
Борьба с сорняками	Через 1-2 дня после сева до всходов культуры или в фазе 3-5 листьев – кушения.	Кугар, к.с. – 0,75-1,0 л/га или марафон в.к. 375 г/л – 3,5-4,0 л/га (против однолетних злаковых и двудольных сорняков). Расход рабочего раствора 200-300 л/га.
Боронование	Весной, при первой возможности выхода техники в поле (II-III декада апреля).	Поперек направления рядков, для борьбы с однолетними зимующими сорняками, сохранения влаги, активизации ростовых процессов, повышения эффективности азотной подкормки.

1	2	3
Борьба с вредителями	В период вегетации (фаза начала выхода в трубку — колошение).	Инсектициды: Актеллик 50 % к.э. (1,0 л/га); децис экстра, 12,5 % к.э. (0,05 л/га); каратэ, 5 % к.э. (0,2 л/га) и др. (против пьявиц, злаковых тлей, трипсов и др.).
Борьба с болезнями	В период вегетации.	Фунгициды: рекс, к.с. (0,6 л/га); спортак, 45 % к.э. (1,0 л/га); тилт, 25 % к.э. (0,5 л/га) и др.
Обработка ретардантами	В начале выхода в трубку.	Хлормекват-хлорид 750, в.р.к. – 1,0-1,25 л/га (ДК 31/32) и др. – для предотвращения полегания.
<b>У б о р к а у р о ж а я</b>		
Прямое комбайнирование	В фазе конца восковой – полной спелости зерна (влажность 15-20 %) – конец июля – начало августа.	Убирают в сжатые сроки (5-7 дней).

Таблица 7.8

## ОЗИМОЕ ТРИТИКАЛЕ

**Требования к почве:**

– тип, разновидность: дерново-подзолистые легко- и среднесуглинистые, связносупесчаные почвы, подстилаемые моренным суглинком;

– оптимальные агрохимические показатели: рН — 5,5-7,0, содержание гумуса — не менее 1,6 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O — не менее 150 мг/кг почвы.

**Сорта:** Михась, Мара, Идея, Модуль, Сокол, Кастусь, Дубрава, Рунь, Жытень, Марко, Прадо, Торнадо.

**Предшественники:** многолетние и однолетние бобовые травы, зернобобовые смеси на зеленый корм, скороспелые диплоидные сорта гречихи, рапс, кукуруза на зеленый корм, ранний картофель, овес по пропашным и многолетним кормовым культурам.

Приемы возделывания	Сроки выполнения работ	Описание приемов (цель, способы, глубина проведения, удобрения, пестициды, дозы и т. д.)
1	2	3
<b>Система обработки почвы</b>		
<i>Основная</i> Лущение стерни	Сразу после уборки стерневых предшественников (конец июля – начало августа).	Глубина лущения 6-8 см, при наличии многолетних корневищных и корнеотпрысковых сорняков – 10-12 см.
Вспашка	Через 8-10 дней после лущения, за 2-3 недели до сева.	На глубину A <sub>пах</sub> .
Безотвальная обработка	После уборки раннего картофеля.	Чизелевание диагонально-перекрестное в два следа на глубину 14-16 и 16-18 см.

1	2	3
Предпосевная Обработка комбинированными агрегатами	Перед севом.	С целью выравнивания почвы на глубину 4-5 см, разрыв между предпосевной обработкой и севом не допустим.
<b>Система удобрения</b>		
Основное	Под вспашку, не менее чем за две недели до посева.	Органические удобрения в дозе 20-40 т/га навоза. 60-70 кг/га P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> и 70-90 кг/га K <sub>2</sub> O.
Припосевное	В рядки при посеве.	Для получения планируемой урожайности доза должна корректироваться с учетом почвенных запасов. Азотные удобрения в дозе 30 кг/га д.в. применяются с осени только на бедных почвах.
Подкормки	I – при возобновлении вегетации, среднесуточная температура воздуха +5 °С (III декада апреля). II – в фазе начала выхода в трубку.	10-15 кг/га д.в. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . Вносят 60-70 кг/га д.в. азота в виде КАС.
Известкование	Осенью, под основную обработку почвы.	Вносят 30-40 кг/га азота (аммиачная селитра, мочевины). В эту фазу рекомендуется проводить подкормку микроэлементами (В, Мп). При рН ниже 5,5 доза определяется по гидролитической кислотности.
<b>Подготовка семян к посеву</b>		
Первичная очистка	Сразу после уборки (III декада июля – I декада августа).	К посеву допускаются семена не ниже III репродукции. С целью удаления крупных и влажных примесей.
Сушка	После первичной очистки.	Доведение семян до стандартной влажности (15,5 %).

1	2	3
Вторичная очистка и сортировка	После сушки.	Доведение семян до требований ГОСТа по чистоте 98 % для семян I-3 репродукции и всхожести 85 %.
Протравливание	За 3-15 дней до посева.	Витавакс 200 ФФ, 34,1 % в.с.к. (2,0 кг/т); раксил 060 ФС, 6 % к.с. (0,5 кг/т); максим, 2,5 % к.с. (2 кг/т) и др. против корневых гнилей, септориоза, спорыньи.
<b>Сев</b>		
Способ посева – сплошной рядовой или узкорядный	Срок сева с 25 августа по 20 сентября в зависимости от зоны.	Ширина междурядий 7,5; 12,5; 15 см. Норма высева: на суглинистых – 4,0-4,5 млн. всхожих семян/га (0,20–0,22 т/га), на легких почвах до 5,0 млн./га (0,25 т/га). Глубина заделки семян: на легких почвах – 4-5 см, на суглинках – 2-3 см.
<b>Уход за посевами</b>		
Борьба с сорняками	После уборки предшественника (вспашка проводится через 15 дней). Через 1-2 дня после сева до всходов культуры.	Опрыскивание по вегетирующим многолетним сорнякам (пырей, осот) ураган, 48% к.э. (4-6 л/га), раундап, 36% в.р. (4-6 л/га). Расход воды 200-300 л/га.
Боронование	Весной, в фазе кушения, через 6-7 дней после боронования.	Опрыскивание почвы против однолетних двудольных и злаковых сорняков кварц-супер, 550 г/л в.с.к. (1,5-2,0 л/га), рейсер, 25% к.э. (1-2 л/га).
Обработка ретардантами	Весной, при первой возможности выхода техники в поле (III декада апреля). В фазе начала выхода в трубку (II декада мая).	Опрыскивание посевов против однолетних двудольных сорняков агри-токс, 500 г/л в.к. (1,0-1,5 л/га), ковбой, 40% в. р. (0,125-0,190 л/га), диален-супер, в.р. (0,5-0,7 л/га). С целью борьбы с однолетними зимующими сорняками, улучшения аэрации почвы, ростовых процессов, повышения эффективности азотной подкормки. Против полегания высокорослых сортов (Идея, Дубрава) хлормекват хлорид 460 БАСФ, 42 % в.р. (2 л/га).

1	2	3
Борьба с болезнями	В период вегетации.	Импакт с.к. (1,0 л/га) и др. – против септариоза, фузариоза колоса; феразим, к.с. (0,5-0,6 л/га) – против корневых гнилей, мучнистой росы, церкоспореллеза, сетчатой пятнистости.
У б о р к а у р о ж а я		
Прямое комбайнирование	При влажности зерна 20-15 %.	Так как многие сорта склонны к прорастанию зерна на корню, уборку озимого тритикале проводят в первую очередь, чтобы избежать перестоя и попадания созревших посевов под дождь. При неравномерном созревании уборку проводят выборочно по мере созревания участков. Начинают уборку, когда в фазе восковой спелости находится 10-15 %, а в фазе полной – 85-90 % зерна. Неполеглые и короткостебельные хлеба убирают в утренние и вечерние часы, сильнополеглые посева – в сухое время.

Таблица 7.9

## ЯЧМЕНЬ

**Требования к почве:**

– тип, разновидность: требователен к почвенному плодородию. Возделывают на дерново-карбонатных, дерново-подзолистых суглинистых почвах, подстилаемых моренным суглинком. Пригодны дерново-подзолистые почвы, подстилаемые с глубины 0,5 м песками, а также осушенные торфяники низинного типа;

– оптимальные агрохимические показатели:  $A_{\text{пах}}$  – 20-22 см; рН — 5,6-6,0; содержание  $P_2O_5$  и  $K_2O$  — не менее 150 мг/кг почвы, гумуса — 1,8 %.

**Сорта.** Скороспелые: Гастінец, Тюрингия, Сильфид, Фонтейн;

среднеспелые: Бурштын, Баронесса, Гонар;

среднепоздние: Сябра, Талер, Атаман, Антыяго, Сталы, Дзівосны, Атол, Якуб, Стратус, Филадельфия, Бровар.

**Предшественники:** пропашные культуры (картофель, корнеплоды, кукуруза), зернобобовые и многолетние травы. Допускается размещение ячменя после овса и гречихи.

Приемы возделывания	Сроки выполнения работ	Описание приемов (цель, способы, глубина проведения, удобрения, пестициды, дозы и т. д.)
1	2	3
<b>Система обработки почвы</b>		
<i>Основная</i>		
Лушение стерни	Сразу после уборки стернового предшественника	Глубина 6-8 см. Цель: провокация сорняков на прорастание, сохранение влаги в почве, улучшение условий для проведения последующей вспашки.
Вспашка	(I-II декада августа). Через 2-3 недели после лушения.	Глубина $A_{\text{пах}}$ . Цель: уничтожение сорняков, заделка растительных остатков, удобрений, пестицидов, рыхление $A_{\text{пах}}$ .
Культивации	По мере появления сорняков.	Глубина 10-12 см. Цель: уничтожение сорняков, выравнивание поля.

1	2	3
Чизелевание (на чистых от сорняков почвах)  <i>Предпосевная</i> Ранневесеннее боронование (легкие почвы) или ранневесенняя культивация (суглинистые почвы) Предпосевная культивация с боронованием и прикапывание	После уборки пропашных культур (сентябрь).  При наступлении физической спелости почвы (II-III декада апреля).  Перед посевом (разрыв между обработкой и севом не более 1 дня).	Рыхление почвы в два следа: первое — на глубину 10-12 см, второе — на глубину $A_{\text{пах}}$ , поперек или по диагонали первого прохода. Цель: уничтожение сорняков, заделка удобрений, выравнивание поля. Рыхление на глубину 6-8 см. Цель: сохранение влаги в почве, уничтожение проростков сорняков, улучшение температурного режима. Рыхление на глубину 5-7 см. Цель: уничтожение проростков сорняков, выравнивание почвы, создание благоприятных воздушного и водного режимов, способствующих дружному прорастанию семян.
<b>Система удобрения</b>		
Основное    Припосевное	Под вспашку осенью или весной под культивацию (на легких почвах).  Весной, под культивацию. Одновременно с посевом.	Органические удобрения вносят под предшествующую культуру. Известкование проводят при $\text{pH} < 5,5$ . Фосфорные – 60-90 кг/га д.в.; Калийные – 80-120 кг/га д.в.  Азотные – 60-70 кг/га д.в. 10-15 кг/га $\text{P}_2\text{O}_5$ в рядки при посеве. При низкой обеспеченности почв микроэлементами применяются микроудобрения (медные, борные, цинковые).

1	2	3
<b>Подготовка семян к посеву</b>		
Первичная очистка  Сушка Сортировка  Протравливание	При поступлении семян на ток (начало августа). После очистки. После сушки.  Заблаговременно (за 1-2 недели до посева).	К посеву допускаются семена не ниже III репродукции. Очистка от примесей. Доведение семян до стандартной влажности (15,5 %). Получение выровненной по массе фракции, доведение до чистоты семян 98 %, всхожести – 90 %. Препараты: байтан-универсал СП (2 кг/т семян), витавакс 200, 75% с.п. – 3 кг/т семян, фундазол, 50 % с.п. – 2-3 кг/т семян и др. (против пыльной головни, корневых гнилей, плесневения семян и др.). Обработка семян стимуляторами роста и микроудобрениями (Агат-25К, Сейбит-П, Симбионт-1 и др.). При низком содержании в почве микроэлементов в раствор добавляют бор – 10 г/т, медь – 30 г/т, марганец – 18 г/т, цинк – 12 г/т семян.
<b>Сев</b>		
Способ: сплошной рядовой или узкорядный (с оставлением технологической колеи)	Оптимальный срок при температуре почвы +5 °С на глубине 8-10 см (конец апреля).	Ширина междурядий 7,5 или 15 см. Норма высева 4,0-5,0 млн. семян на 1 га (0,2–0,25 т/га) на суглинистых и супесчаных почвах, на торфяно-болотных – 3,5-4,0 млн. всхожих зерен/га (0,18–0,20 т/га). Глубина заделки семян на тяжелых почвах – 2-3 см, на легких – 5-6 см (0,175–0,20 т/га)
<b>Уход за посевами</b>		
Боронование посевов	До всходов (через 3-5 дней после сева).	Борьба с сорняками, разрушение почвенной корки. Проводится поперек или по диагонали к рядкам посева.

1	2	3
Борьба с сорняками	После всходов (фаза 3-4 листьев) – 1 половина мая. Опрыскивание посевов по вегетирующим сорнякам. Фаза кущения ячменя (II-III декада мая).	Предусматриваются те же цели. Гербициды: раундап 360 г/л в.р. (4-6 л/га), ураган, ВР и др. (против однолетних и многолетних сорняков). Линтур, в.д.г. (0,12-0,18 кг/га), ларен, с.п. (10 г/га), ланцет, к.э. (1,0-1,25 л/га) и др. (против однолетних двудольных сорняков, против осота, горца и ромашки и др.).
Борьба с болезнями	Опрыскивание в период вегетации по мере необходимости.	Внесение равномерное с использованием технологической колеи. Фунгициды: байлетон, СП (0,5 кг/га) или тилт, к.э. (0,5 л/га) и др. (против ржавчины, мучнистой росы, сетчатой пятнистости).
Борьба с вредителями	Опрыскивание в период вегетации по мере необходимости.	Инсектициды: БИ-58 новый (1,0-1,2 л/га), каратэ, КЭ (0,15-0,2 л/га) и др. (против злаковых мух, трипсов, тлей, пядиц).
Борьба с полеганием	Фаза конца выхода в трубку.	Ретарданты: терпал Ц, 460 г/л в.р.к. (1,5-2,0 л/га), серон, в.р. (0,5-1,0 л/га).
<b>Уборка урожая</b>		
Прямое комбайнирование	При влажности зерна 20-22 %.	Оптимальные сроки, без потерь.
Раздельная уборка: – скашивание в валки; – подбор и обмолот валков.	Влажность зерна более 22 %. Влажность зерна менее 22 %. Не позднее 5 дней после сжатия в валки.	При засоренности или полегании посевов. Соблюдение оптимальных сроков, уборка без потерь.

Таблица 7.10

## ЯРОВАЯ ПШЕНИЦА

**Требования к почве:**

– тип, разновидность: плодородные дерново-карбонатные и дерново-подзолистые легко- и среднесуглинистые и связносушесчаные почвы, подстилаемые моренным суглинком, а также торфяно-болотные почвы низинного типа;

– оптимальные агрохимические показатели: рН — не менее 5,8; содержание гумуса – не менее 1,8 %;  $P_2O_5$  и  $K_2O$  — не менее 150 мг/кг почвы.

**Сорта:** Мунк, Иволга, Банти, Виза, Игна, Ростань, Контеса, Дарья, Фазан, Тризо, Рассвет, Кваattro, Хелия, Ману, Кокса, Тома.

**Предшественники:** зернобобовые и пропашные культуры (корнеплоды, картофель), крестоцветные.

Приемы возделывания	Сроки выполнения работ	Описание приемов (цель, способы, глубина проведения, удобрения, пестициды, дозы и т. д.)
1	2	3
<b>Система обработки почвы</b>		
<i>Основная</i>		
Лушение	После уборки стерневых предшественников (август).	Лушение стерни дисками на глубину 10-12 см – для провокации сорняков.
Вспашка	После уборки предшественника или через 2-3 недели после лушения.	Плугами с предплужниками на глубину $A_{паш}$ .
Культи-вация	После вспашки, по мере появления сорняков (август - октябрь).	Две-три культивации поперек или по диагонали к направлению вспашки.
Безотвальная обработка	После пропашных, на чистых от сорняков почвах (сентябрь).	Чизелевание диагонально-перекрестное в два следа: на глубину 10-12 см – в первый раз и на глубину $A_{паш}$ – во второй. На легких почвах проводят культивацию на глубину 10-12 см.

1	2	3
<i>Предпосевная</i> Ранневесенняя культивация	При первой возможности выхода в поле (II-III декада апреля). После внесения минеральных удобрений, через 4-5 дней после первой обработки. Перед севом (конец апреля).	Для сохранения влаги, улучшения температурного режима, уничтожения проростков сорняков. Глубина – 5-7 см.
Культивация		На глубину 10-12 см с целью заделки минеральных удобрений, уничтожения сорняков, выравнивания почвы.
Обработка комбинированными агрегатами		С целью выравнивания почвы на глубину 4 см, разрыв между предпосевной обработкой и севом не допускается. Органические удобрения вносятся под предшествующую культуру. 80-90 кг/га P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> и 90-110 кг/га K <sub>2</sub> O
<b>Система удобрения</b>		
Основное	Осенью, под вспашку. Весной, под предпосевную культивацию.	Азотные удобрения применяются при средней дозе 80 кг/га д.в. в виде КАС, мочевины или сульфата аммония. 20-30 кг/га д.в. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .
Припосевное	В рядки при посеве (конец апреля).	20-40 кг/га д.в. азота в виде медленнодействующей мочевины или 30 кг/га д.в. азота в виде КАС при разбавлении водой 1:4.
Подкормка	Стадия первого узла у пшеницы.	Сульфат меди (200-300 г/га) и сульфат марганца (220-330 г/га по препарату).
Некорневая подкормка	Стадия 1-го или 2-го узла у пшеницы.	При pH ниже 5,5, доза определяется по гидролитической кислотности.
Известкование	Осенью, под основную обработку почвы.	
<b>Подготовка семян к посеву</b>		
Первичная очистка	Сразу после уборки	К посеву допускаются семена не ниже III репродукции.

1	2	3
Сушка Вторичная очистка и сортировка Протравливание	(начало августа). После первичной очистки. После сушки. За 3-15 дней до посева.	С целью удаления крупных и влажных примесей. Доведение семян до стандартной влажности – 15,5 %. Доведение семян до требований ГОСТа по чистоте 98 % для семян 1-3 репродукции и всхожести 87 %. Витавакс 200 ФФ, 34 % в.с.к. (3,0 л/т); байтан-универсал, 19,5 % с.п. (2,0 кг/т), ориус, 6 ФС ФЛЮ (0,5 л/т), премис 200, 20 % к.с. (0,15 л/т) – против корневых гнилей, твердой головни и плесневения семян. Расход воды 10 л/т семян.
<b>Сев</b>		
Сплошной рядовой способ сева или узкорядный, с оставлением технической колени.	При температуре почвы на глубине заделки семян +2 °С и выше (с 10 апреля по 5 мая в зависимости от зоны).	Ширина междурядий 7,5; 12,5 и 15 см. Норма высева – 5,0-5,5 млн. всхожих семян/га (0,25–0,275 т/га). Глубина заделки семян: на легких почвах – 5-6 см, на средних и тяжелых – 3-4 см, торфяно-болотных – 4-5 см.
<b>Уход за посевами</b>		
Борьба с сорняками	После уборки предшественника (вспашка проводится через 15 дней).	Ураган, 48 % в.р. (4-6 л/га), раундап, 36 % в.р. (4-6 л/га) – опрыскивание вегетирующих однолетних и многолетних злаковых и двудольных сорняков (пырей, осот, бодяк и др.). Расход рабочего раствора 200-300 л/га. Гусар, 20 % в.д.г. (0,2 л/га), кугар, 60 % к.с. (1 л/га) – против однолетних злаковых и двудольных сорняков.
Боронование	В фазе 3-4-х листьев – кушения (II-III декада мая).	Поперек направления рядков или по диагонали к посеву для борьбы с сорняками, сохранения влаги, активизации ростовых процессов.
Борьба с болезнями	Через 3-5 дней после сева до всходов культуры. При появлении флаг-листа, при появлении пятен болезней на 3-м (сверху) листе (июнь - июль).	Альто-супер, 33 % к.э. (0,4 л/га), бампер, 25 % к.э. (0,5 л/га), тилт, 25 % к.э. (0,5 л/га), феразим, 50 % к.с. (0,6 л/га) и др. – против мучнистой росы, бурой ржавчины, септориоза и фузариоза колоса

1	2	3
Борьба с вредителями	В период вегетации, при превышении пороговой численности вредителей.	. Децис экстра КЭ, 12,5 % к.э. (0,05 л/га); каратэ КЭ (0,15-0,2 л/га), циперон, КЭ (0,2 л/га) и др. – против злаковых мух, трипсов, листовых пилильщиков, злаковых тлей, пьявиц, злакового минера, матового мертвоеда. Уборка урожая
Прямое комбайнирование	При влажности зерна 20-15 %.	Уборка в течение 10 дней.

Таблица 7.11

## ЯРОВОЕ ТРИТИКАЛЕ

**Требования к почве:**

– тип, разновидность: дерново-подзолистые легко- и среднесуглинистые, связноспесчаные почвы, подстилаемые моренным суглинком;

– оптимальные агрохимические показатели: рН — 5,5-7,0, содержание гумуса — не менее 1,6 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O — не менее 150 мг/кг почвы.

**Сорта:** Инесса, Лана, Карго, Ванад.

**Предшественники:** пропашные культуры, зернобобовые, многолетние бобовые травы, крестоцветные, гречиха, лен.

Приемы возделывания	Сроки выполнения работ	Описание приемов (цель, способы, глубина проведения, удобрения, пестициды, дозы и т. д.)
1	2	3
<b>Система обработки почвы</b>		
<i>Основная</i> Дискование	После уборки многолетних трав (I декада августа).	Разделка дернины в перекрестно-диагональном направлении на глубину 5-7 см.
Вспашка	После уборки предшественника или через 2-3 дня после дискования (конец августа).	Плугами с предплужниками на глубину A <sub>пах</sub> .
Культивация	После вспашки (сентябрь - октябрь).	Две-три культивации по мере появления сорняков, поперек или по диагонали к направлению вспашки.
Безотвальная обработка	После пропашных (сентябрь).	Чизелевание диагонально-перекрестное в два следа на глубину 10-12 и 16-18 см на почвах, чистых от многолетних сорняков. На легких почвах – культивация на глубину 10-12 см.

1	2	3
Предпосевная Ранневесенняя культивация или боронование Предпосевная культивация Обработка комбинированными агрегатами	При наступлении физической спелости почвы (конец апреля – начало мая). Через 4-5 дней после первой обработки. Перед севом.	На суглинистых почвах на глубину 6-8 см, на супесчаных почвах на глубину 5-7 см с целью закрытия влаги, уничтожения проростков сорняков, улучшения температурного режима. На глубину 10-12 см с целью заделки минеральных удобрений, уничтожения сорняков. С целью выравнивания почвы, на глубину 4 см. Разрыв между предпосевной обработкой и севом не допускается.
<b>Система удобрения</b>		
Основное  Припосевное Известкование	Осенью, под вспашку.  Весной, под предпосевную культивацию.  В рядки при посеве. Осенью, под основную обработку почвы.	Органические удобрения вносятся под предшественник. Средняя доза фосфорных удобрений – P <sub>50-60</sub> , калийных – K <sub>50-70</sub> . Для получения планируемой урожайности доза должна корректироваться с учетом почвенных запасов. Азотные удобрения применяются в дозе 90-120 кг/га д.в. Дробное внесение азотных удобрений способствует повышению содержания белка в зерне. 10-15 кг/га д.в. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . При pH ниже 5,5 доза определяется по гидролитической кислотности.
<b>Подготовка семян к посеву</b>		
Первичная очистка Сушка	Сразу после уборки (I-II декада августа). После первичной очистки.	К посеву допускаются семена не ниже III репродукции. С целью удаления крупных и влажных примесей. Доведение семян до стандартной влажности (15,5 %).

1	2	3
Вторичная очистка и сортировка Протравливание	После сушки.  За 3-15 дней до посева.	Доведение семян до требований ГОСТа по чистоте 98 % для семян 1-3 репродукции и всхожести 85 %. Витавакс 200 ФФ, 34 % в.с.к. (2,0 кг/т), раксил, 6 % к.с. (0,5 л/т), максим, 2,5 % к.с. (2 л/т), суми-8, 2 % ФЛО (1,5 л/т) – против фузариозных и гельминтоспориозных гнилей, септориоза, спорыньи. Расход воды 10 л/т.
<b>Сев</b>		
Сплошной рядовой способ посева	При температуре почвы на глубине заделки семян > +2 °С (конец апреля - май).	Ширина междурядий 15 см. Норма высева – 5,0-5,5 млн. всхожих семян/га (0,25–0,275 т/га). Глубина заделки семян: на легких почвах – 4-5 см, на суглинках – 3-4 см.
<b>Уход за посевами</b>		
Борьба с сорняками  Борьба с вредителями Борьба с болезнями Обработка регуляторами роста	После уборки предшественника (вспашка проводится через 15 дней). Весной, в фазе кушения.  В фазе 2-3-х листьев (II декада мая). В фазе появления флагового листа. В фазе начала выхода в трубку (июнь).	Ураган, 48% к.э. (4-6 л/га), раундап, 36% в.р. (4-6 л/га) – опрыскивание по вегетирующим многолетним сорнякам (пырей, осот). Расход воды 200-300 л/га. Диален, 40% в.р. (2,25 л/га); линтур, 70% в.г. (0,1 л/га); диален супер, в.р. (0,5-0,7 л/га) и др. – опрыскивание посевов против однолетних двудольных сорняков. Децис, 2,5 % к.э. (0,25 л/га); каратэ, 5% к.э. (0,2 л/га), суми-альфа, 5% к.э. (0,2 л/га) – против злаковых мух. Альто супер, 33% к.э. (0,4 л/га) – против септориоза, спорыньи. Квартазин, 100 г/га и эмистим (10 мл/га) – для повышения урожайности.
<b>Уборка урожая</b>		
Прямое комбайнирование	При влажности зерна 20-15 %.	Уборка в сжатые сроки.

## ОВЕС

**Требования к почве:**

– тип, разновидность: дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные почвы, подстилаемые моренным суглинком и песками;

– оптимальные агрохимические показатели: рН — 5,6-6,0, содержание гумуса — не менее 1,6 %,  $P_2O_5$  и  $K_2O$  — не менее 120 мг/кг почвы.

**Сорта:** Буг, Эрбграф, Альф, Белорусский голозерный, Вандроўнік, Асілак, Грамена, Полонез, Дукат, Стралец, Багач, Чакал, Юбиляр, Запавет.

**Предшественники:** пропашные и бобовые культуры, допустимы – зерновые колосовые, гречиха, злаковые травы.

Приемы возделывания	Сроки выполнения работ	Описание приемов (цель, способы, глубина проведения, удобрения, пестициды, дозы и т. д.)
1	2	3
<b>Система обработки почвы</b>		
<i>Основная</i> Лушение	После уборки стерневых предшественников (I-II декада августа).	Лушение стерни, для провокации сорняков на прорастание. Глубина 5-7 см на чистых от сорняков полях, на засоренных почвах – 10-12 см.
Вспашка	После уборки предшественника или через 2-3 недели после лушения.	На глубину $A_{\text{пах}}$ , с целью уничтожения сорняков, заделки удобрений, стерни, рыхления $A_{\text{пах}}$ .
Безотвальная обработка	После пропашных, на чистых от многолетних сорняков почвах (сентябрь).	Чизелевание диагонально-перекрестное в два следа: на глубину 10-12 см – в первый раз и на глубину $A_{\text{пах}}$ – во второй.
<i>Предпосевная</i> Ранневесенняя культивация или	При наступлении физической спелости почвы	На глубину 5-7 см, с целью задержки влаги в почве, уничтожения сорняков, улучшения температурного режима.

Продолжение табл. 7.12

1	2	3
боронование (на легких почвах) Предпосевная культивация Обработка комбинированными агрегатами	(II – III декада апреля).  Через 4-5 дней после первой обработки (конец апреля). Перед севом.	На глубину 5-8 см, с целью заделки удобрений, выравнивания почвы, уничтожения сорняков.  С целью выравнивания почвы на глубину 4 см. Разрыв между предпосевной обработкой и севом не допускается.
<b>Система удобрения</b>		
Основное  Припосевное	Осенью, под вспашку.  Весной, под предпосевную культивацию. В рядки при севе.	Средняя доза фосфорных удобрений – $P_{50-60}$ , калийных – $K_{80-120}$ . Доза должна корректироваться с учетом почвенных запасов. Азотные удобрения применяются в дозе 60-90 кг/га д.в. Дробное внесение азотных удобрений не эффективно. 10-15 кг/га д.в. $P_2O_5$ .
<b>Подготовка семян к посеву</b>		
Первичная очистка Сушка Вторичная очистка и сортировка Протравливание	Сразу после уборки (I-II декада августа). После первичной очистки. После сушки.  За 3-15 дней до сева.	К посеву допускаются семена не ниже III репродукции. С целью удаления крупных и влажных примесей. Доведение семян до стандартной влажности (15,5 %). Доведение семян до требований ГОСТа по чистоте 98 % для семян 1-3-ей репродукции и всхожести — 90 %. Витавакс 200 ФФ, 34 % в.с.к. (2,5 л/т); премис тотал, 35 % к.с. (1,5 л/т), суми, 8,2 % ФЛЮ (1,5 кг/т), прелюд, 50 % с.п. (2,0 кг/т) – против корневых гнилей, твердой и пыльной головни, плесневения семян, красно-бурой пятнистости, корончатой ржавчины.

1	2	3
		Агат-25 К, т. пс. (55 г/т) – регулятор роста, добавляется с целью повышения устойчивости к болезням.
<b>С е в</b>		
Сплошной рядовой или узкорядный способ посева	При наступлении физической спелости почвы (конец апреля).	Ширина междурядий 7,5 и 15 см. Норма высева – 4,5-5,5 млн. всхожих семян/га (0,225–0,275 т/га). Глубина заделки семян: на тяжелых суглинистых почвах – 2-3 см, на легкосуглинистых – 3-4 см, на супесчаных – 4-5 см.
<b>У х о д за посевами</b>		
Борьба с сорняками	В фазе 2-3-х листьев — начало кушения.	Гранстар 75 % с.т.с. (15-20 г/га); порза, СП (15-20 г/га); фортис ВДГ, (15-25 г/га) и др. – против однолетних двудольных сорняков. Лонтрел 300, 30 % в.р. (0,16-0,2 л/га) – против осота, горца, ромашки.
Боронование	После сева до всходов культуры и в фазе 3-4-х листьев.	Поперек или по диагонали к направлению рядков для борьбы с сорняками, сохранения влаги, активизации ростовых процессов.
Борьба с болезнями	При появлении флаг-листа, в фазе выметывания, цветения.	Импакт, 25 % с.к. (0,5 л/га), фоликур, 25 % к.э. (1 л/га), феразим, 50 % к.с. (0,6 л/га) и др. – против корончатой ржавчины, красно-бурой пятнистости.
Борьба с вредителями	В фазе 2-3-х листьев – кушения, трубкования, выметывания.	Децис экстра, 12,5 % к.э. (0,05 л/га), каратэ КЭ (0,15-0,2 л/га), суми-альфа, 5 % к.э. (0,2 л/га) и др. – против злаковых мух, пядиц, злаковых тлей, трипсов.
<b>У б о р к а у р о ж а я</b>		
Прямое комбайнирование	В фазе полной спелости (начало августа).	Уборка в течении 4-5 дней.

Таблица 7.13

## КУКУРУЗА

**Требования к почве:**

– тип, разновидность: дерново-подзолистые легко- и среднесуглинистые почвы, а также супесчаные и песчаные, подстилаемые мореным суглинком;

– оптимальные агрохимические показатели: оптимальная глубина  $A_{\text{пах}}$  – 28-32 см, рН — 5,8-7,0,  $P_2O_5$  и  $K_2O$  — не менее 150 мг/кг почвы, содержание гумуса — не ниже 1,8 %.

**Гибриды:** Бемо 172 СВ, Молдавский 257 СВ, Бемо 182 СВ, Алмаз, Порумбень 175 СВ, Балтис, Белиз, Полесский 212 СВ, Матеус, Либери и др.

**Предшественники:** пропашные, зернобобовые, однолетние и многолетние бобовые травы, удобренные навозом зерновые. Кукуруза может возделываться на одном участке в течение 2-3 лет.

Приемы возделывания	Сроки выполнения работ	Описание приемов (цель, способы, глубина проведения, удобрения, пестициды, дозы и т. д.)
1	2	3
<b>С и с т е м а о б р а б о т к и п о ч в ы</b>		
<i>Основная</i>		
Лушение или дискование (после многолетних трав)	Сразу после уборки предшественника (II-III декада августа).	Глубина 6-8 см (при наличии малолетних сорняков) или 10-12 см, если поле засорено многолетними сорняками. Цель: создание оптимальных агрофизических свойств почвы, провокация сорняков на прорастание.
Вспашка	Через 2 недели после лушения.	На глубину $A_{\text{пах}}$ .
Культивации (2-3 раза)	По мере появления сорняков.	Цель: уничтожение сорняков, заделка растительных остатков, удобрений, уничтожение зачатков вредителей и болезней. На легких почвах, не засоренных многолетними сорняками, осенняя обработка состоит из лушения, дискования или чизелевания в два

1	2	3
<p><i>Предпосевная</i> Ранневесеннее боронование (легкие почвы) или культивация (связные почвы) Культивации (1-2) с выравниванием и прикатыванием почвы (лучше применять комбинированный агрегат)</p>	<p>При наступлении физической спелости почвы (конец апреля-начало мая).</p> <p>Срок проведения с интервалом 4-5 дней, последняя — перед посевом.</p>	<p>следа. Вспашку проводят весной с одновременной заделкой навоза. После пропашных культур проводят вспашку или культивацию.</p> <p>Цель: закрытие влаги, улучшение водного и теплового режимов почвы, уничтожение проростков сорняков.</p> <p>Рыхление на глубину 5-8 см. Цель: уничтожение проростков сорняков, выравнивание почвы, заделка удобрений, создание ложа для семян.</p>
<b>Система удобрения</b>		
<p>Основное</p>	<p>Под вспашку осенью или весной под культивацию на легких почвах.</p>	<p>Органические удобрения – 35-40 т/га на окультуренных суглинистых почвах и 40-50 т/га на супесчаных почвах. На постоянных участках рекомендуется вносить 100-120 т/га органических удобрений один раз в 3 года.</p> <p>Для среднеокультуренных почв применяют: 60-80 кг/га P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 90-120 кг/га K<sub>2</sub>O. Доза азота – 90-120 кг/га д.в.</p>
<p>Припосевное</p>	<p>Под предпосевную культивацию (на связных почвах). Одновременно с посевом.</p>	<p>10-20 кг/га P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. При высоком содержании фосфора в почве необходимо вносить только 20 кг/га P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> при севе.</p>

1	2	3
<p>Подкормки (на легких почвах)</p>	<p>Фаза 5-8 листьев и появления метелки.</p>	<p>На легких почвах <math>\frac{1}{3}</math> часть азота вносят под предпосевную культивацию и <math>\frac{2}{3}</math> – во время рыхления междурядий или с поливной водой.</p>
<b>Подготовка семян к посеву</b>		
<p>Первичная очистка</p>	<p>Сразу после уборки (II декада сентября).</p>	<p>К посеву допускаются семена не ниже III репродукции. Очистка от примесей.</p>
<p>Сушка</p>	<p>После очистки.</p>	<p>Доведение семян до кондиционной влажности (14 %).</p>
<p>Вторичная очистка и сортировка Протравливание или инкрустация</p>	<p>После сушки.</p> <p>Заблаговременно (не позднее 15 дней до посева).</p>	<p>Получение выровненной по массе фракции, доведение до чистоты семян до 98 %, всхожести – 90 %.</p> <p>Препараты: против болезней один из препаратов: витавакс 200, 75 % с.п. (2 кг/т семян), премис, КС (1,5 кг/т семян), роялфо 42 С (480 г/л) и др. При недостатке в почве микроэлементов хороший результат дает добавление в раствор микроудобрений: борная кислота (0,01-0,03 %), сернистый марганец (0,03-0,05 %), медный купорос (0,05 %), сернистый цинк (0,03-0,05 %).</p>
<b>С е в</b>		
<p>Способ: широкорядный пунктирный</p>	<p>При прогревании почвы на глубине заделки семян до 8-10 °С (III декада апреля - I декада мая).</p>	<p>Расстояние междурядий 70 см. Глубина заделки семян – 5-6 см на легких почвах или 3-5 на связных. Оптимальная густота стояния растений на зерно – 80-100 тыс/га, на силос – 90-120 тыс/га. Норма высева 0,020-0,025 т/га.</p>

1	2	3
Уход за посевами		
Боронование (до всходов) 2-х кратное	Через 4-6 дней после сева, повторить через 4-5 дней (при необходимости).	Уничтожение сорняков, разрушение почвенной корки (при необходимости повторяют 2-3 раза). Проводят поперек посева или по диагонали. Заглубление борон на 1-2 см меньше глубины заделки семян.
Боронование (после появления всходов)	Фаза 3-4-х листьев (начало июня).	Предусматривает те же цели. Проводят в сухую погоду, в дневные часы поперек или по диагонали к посеву.
Междурядные обработки	Фаза 3-5-х листьев, дальнейшие – по мере необходимости.	Глубина 4-5 см, на засоренных многолетними сорняками почвах – 8-10 см. Цель: уничтожение сорняков, рыхление почвы. На легких почвах междурядную обработку совмещают с подкормкой.
Борьба с сорняками	После уборки предшественника. Фаза 3-5-х листьев кукурузы. Внесение в почву с семенами при посеве.	Гербициды: раундап (2-5 л/га) – против многолетних двудольных и злаковых сорняков (осот полевой, пырей ползучий и др.); лонтрел 300 (0,3 л/га) – против многолетних двудольных и некоторых однолетних двудольных сорняков.
Борьба с вредителями	Фаза 3-4-х листьев кукурузы.	Инсектициды: каунтер (15 кг/га), против проволочника при наличии 3-х личинок на 1 м <sup>2</sup> ; каратэ, ВРГ (0,2 л/га), децис экстра, КЭ (0,1 л/га) – против шведской мухи, кукурузного мотылька.
Борьба с болезнями	Фаза выбрасывания нитей.	Фунгициды: азоцен, 25 % с.п. (0,5 кг/га), байлетон, СП (0,5 кг/га) – против пузырчатой головни, корневых гнилей, фузариоза, плесневения початков.

1	2	3
Уборка урожая		
На силос На зерно Уборка початков	Фаза молочно-восковой и восковой спелости зерна (I–II декада сентября). Фаза перехода растений от восковой к полной спелости (до 5-10 октября).	Содержание сухого вещества – 30-35 %. Высота скашивания не более 10-12 см. Длина резки зеленой массы в фазе молочно-восковой спелости – 2-3, восковой спелости початков – 1 см. Содержание влаги в зерне не выше 40%. Убирают двумя способами: в початках и с обмолотом на зерно. I – очищенные от оберток початки сушат при температуре не выше 70-80 °С до влажности 25-30 %. После обмолота зерно доводят до стандартной влажности (14 %). II – обмолот зерна в поле проводят при влажности зерна менее 30 %. Влажное зерно измельчают и силосуют в башнях и траншеях или сушат в зерносушилках. Влажное зерно должно быть обработано в течение 4-х часов после обмолота. Початки измельчают и скармливают в свежем виде или силосуют в башнях (траншеях). Хранение початков слоем 20-30 см не более 3-4-х суток, в дождливую погоду — не более суток.

## ГРЕЧИХА

**Требования к почве:**

– тип, разновидность: малотребовательна к почве, дерново-карбонатные, дерново-подзолистые легко- и среднесуглинистые, связносупесчаные почвы, подстилаемые моренным суглинком;

– оптимальные агрохимические показатели: рН — 5,2 и выше, содержание гумуса — не менее 1,5 %,  $P_2O_5$  и  $K_2O$  — не менее 150 мг/кг почвы.

**Сорта:** диплоидные – Анита Белорусская, Жнярка, Кармен, Смуглянка;

тетраплоидные – Свитязянка, Илия, Лена, Александрина.

**Предшественники:** озимые зерновые, зернобобовые культуры, пропашные и многолетние травы.

Приемы возделывания	Сроки выполнения работ	Описание приемов (цель, способы, глубина проведения, удобрения, пестициды, дозы и т. д.)
1	2	3
<b>Система обработки почвы</b>		
<i>Основная</i> Лушение стерни	После уборки стерневых предшественников (III декада июля – I декада августа).	Глубина лушения 5-7 см, при наличии многолетних корневищных и корнеотпрысковых сорняков – 10-12 см.
Вспашка	После уборки предшественника или через две недели после лушения.	На глубину $A_{\text{пах}}$ .
Культивации (2-3 раза)	По мере появления сорняков.	В диагонально-перекрестном направлении, на глубину 8-12 см. Последняя культивация проводится не позднее, чем за 2 недели до наступления устойчивых заморозков.

Продолжение табл. 7.14

1	2	3
<b>Система удобрения</b>		
<i>Предпосевная</i> Ранневесенняя культивация	При наступлении физической спелости почвы (II – III декада апреля).	Глубина 10-12 см, цель – закрытие влаги.
Культивация с боронованием	Через 7-10 дней после ранневесенней культивации.	На глубину 8-10 см с целью заделки минеральных удобрений, уничтожения сорняков.
Культивация с боронованием и прикатыванием или обработка комбинированными агрегатами	Предпосевная (в день сева).	На глубину заделки семян (5-7 см).
Основное	Осенью, под вспашку.	Органические удобрения вносятся под предшественник. Дозы фосфорно-калийных удобрений $P_{40-50}K_{80-100}$ должны корректироваться с учетом почвенных запасов. Из калийных удобрений наиболее эффективен сернокислый калий. Хлористый калий вносится только с осени, под зяблевую вспашку. Весной возможно применение комплексного бесхлорного фосфорно-калийного удобрения калифос (12 : 23).
Припосевное	Весной, под предпосевную культивацию. В рядки при севе.	Азотные удобрения после пропашных применяются в дозе $N_{30-45}$ . 10-15 кг/га д.в. $P_2O_5$ в виде борного суперфосфата.

1	2	3
Известкование	Осенью, под основную обработку почвы.	При pH ниже 5,3 доломитовой мукой, доза определяется по гидролитической кислотности.
<b>П о д г о т о в к а с е м я н к с е в у</b>		
Первичная очистка	Сразу после уборки (III декада августа).	Семена должны быть не ниже III репродукции. С целью удаления крупных и влажных примесей.
Сушка	После первичной очистки.	Доведение семян до стандартной влажности (15,5 %).
Сортировка	После сушки, в течение осенне-зимнего периода.	Доведение семян до требований ГОСТа по чистоте 98 % для семян 1-3 репродукции и всхожести 85 %. Масса 1000 семян диплоидных сортов должна быть не ниже 25 г, тетраплоидных – 35 г.
Обработка семян микроэлементами и физиологически активными веществами (ФАВ)	Перед посевом или за 3-15 дней до сева.	Борная кислота (100 г/т), молибдат аммония (600 г/т), сульфат цинка (300 г/т) – на почвах бедных микроэлементами. Расход воды 10 л/т семян. В растворе должно быть не более 2 микроэлементов. Мальтамин, гидрогумат, феномелан в дозе 200-400 мл на гектарную норму семян, с целью повышения устойчивости гречихи к заморозкам, засухе.
<b>С е в</b>		
Ширкорядный или рядовой способ	Температура почвы на глубине 10 см +8...+10 °С, воздуха +10...+13 °С (в южных районах – до 15 мая, в северных – в конце мая - начале июня).	Ширкорядный однострочный с междурядьями 45 см, рядовой – 15 см. Норма высева тетраплоидных сортов при рядовом севе 2,5-3,0 млн всхожих семян/га (0,125-0,150 т/га), при ширкорядном – 1,0-1,5 млн/га (0,05-0,075 т/га); диплоидных соответственно 3,0-4,0 (0,150-0,200 т/га) и 1,5-2,0 млн/га (0,075-0,10 т/га). Глубина заделки семян тетраплоидных сортов 4-5 см, диплоидных – 3-4 см. При севе в сухую почву глубина заделки семян увеличивается на 2 см.

1	2	3
<b>У х о д з а п о с е в а м и</b>		
Прикатывание	Одновременно с посевом.	На легких почвах.
Боронование (при рядовом посеве)	Через 3-5 дней после сева (до всходов) и после появления всходов – фаза 1-2 листа (конец мая - начало июня).	Проводят поперек или по диагонали к посеву, для борьбы с сорняками.
Междурядные обработки (2 раза на ширкорядных посевах)	В фазе 1 настоящего листа; в фазе бутонизации - начало цветения (I-II декада июля). На 2-3 день после сева.	На глубину 5-6 см. На глубину 5-7 см (сухой год) или 10-12 см (влажный год).
Химпрополка		Гезагард, 96 % к.э. (1,0 л/га) – опрыскивание почвы против однолетних двудольных и злаковых сорняков; фюзилад, тарга-супер (2,0 л/га) – против пырея.
<b>У б о р к а у р о ж а я</b>		
Раздельная уборка		
Скашивание в валки	При побурении 75-80 % плодов на растениях (III декада августа).	Высота среза растений – 15-20 см. Широкорядные посева скашивают поперек посева или по диагонали в утренние и вечерние часы, когда плоды меньше осыпаются.
Подбор и обмолот валков	Влажность зерна 18 % и менее.	Через 3-5 суток после скашивания, в сухую погоду – на следующий день, особенно при урожайности до 15 ц/га.
Прямое комбайнирование	При побурении 90 % плодов на растениях.	Уборка без потерь.

## ПРОСО

**Требования к почве:**

– *тип, разновидность*: хорошо прогретые осушенные торфяники низинного типа, дерново-подзолистые суглинистые и песчаные почвы, подстилаемые моренным суглинком;

– *оптимальные агрохимические показатели*:  $A_{\text{пах}}$  – 22-25 см, pH – 5,5-7,0, содержание гумуса – не менее 1,6 %,  $P_2O_5$  и  $K_2O$  – не менее 150 мг/кг почвы.

**Сорта:** Быстрое, Надежное, Вольное, Галинка, Белорусское, Минское (зерновое).

**Предшественники:** клевер одногодичного пользования, пропашные, зернобобовые, гречиха, лен, озимые зерновые, овес.

Приемы возделывания	Сроки выполнения работ	Описание приемов (цель, способы, глубина проведения, удобрения, пестициды, дозы и т. д.)
1	2	3
<b>Система обработки почвы</b>		
<i>Основная</i> Лущение стерни	Сразу после уборки предшественника (I-II декада августа).	Глубина 6-8 или 10-12 см в зависимости от засоренности посевов. Цель: сохранение влаги в почве, провокация сорняков на прорастание.
Вспашка	Через 2 недели после лущения.	Выполняется на глубину $A_{\text{пах}}$ . Цель: заделка удобрений, растительных остатков, уничтожение сорняков.
Культивации (2-3)	По мере появления сорняков.	Глубина: первая – 10-12 см, последующие – 8-10 см. Цель: уничтожение сорняков, выравнивание поля.
Чизелевание в два следа	Сразу после уборки пропашных культур.	Первое – на глубину 10-12 см, второе – на глубину $A_{\text{пах}}$ , поперек или по диагонали к посеву.

Продолжение табл. 7.15

1	2	3
<i>Предпосевная</i> Ранневесеннее боронование (легкие почвы) или культивация (связные почвы)	При наступлении физической спелости почвы (конец апреля - начало мая).	Глубина 8-10 см. Цель: задержка влаги в почве, уничтожение проростков сорняков, улучшение теплового и воздушного режимов почвы.
Культивация (2-3 раза)	По мере появления сорняков.	Глубина 6-8 см, для уничтожения сорняков. Количество культиваций зависит от срока посева прося.
Предпосевная обработка комбинированными агрегатами	Перед посевом.	Глубина 5-6 см. Цель: выравнивание и прикатывание почвы, заделка удобрений, уничтожение сорняков.
Дискование в два следа	Весной, при оттаивании торфяно-болотных почв на глубину до 15 см.	Глубина 15 см, заделка удобрений, выравнивание почвы, уничтожение сорняков.
Боронование	Сразу после дискования торфяно-болотных почв.	На глубину 5-6 см, уничтожение сорняков.
<b>Система удобрения</b>		
Основное	Осенью, под вспашку (на связных почвах), весной под культивацию (на легких почвах).	Органические удобрения в дозе 40 т/га вносятся под предшественник. $P_2O_5$ – 60-80 кг/га, $K_2O$ – 90-110 кг/га.
Припосевное	Под предпосевную культивацию. Одновременно с посевом.	60-80 кг/га N в виде КАС, карбамида или сульфата аммония. 20-40 кг/га N (на торфяно-болотных почвах). 20-30 кг/га $P_2O_5$ . Целесообразно использовать комплексное NPK – 16:12:20 с регулятором роста феномелан (375-500 кг АФК соответствует $N_{60-85} P_{45-65} K_{75-110}$ ).

1	2	3
Подкормка (торфяно-болотные почвы)	Стадия выбрасывания метелки.	Некорневая подкормка сульфатом меди (200-300 г/га) и сульфатом марганца (200-330 г/га), на почвах с pH более 6,0.
<b>Подготовка семян к посеву</b>		
Очистка Сушка Сортировка	Сразу после уборки. После очистки. После сушки.	К посеву допускаются семена не ниже III репродукции. Доведение до стандартной чистоты 98 %. Влажность зерна 15,5 %.
Протравливание	За 2-3 месяца до посева или перед севом.	Получение выровненной по массе фракции зерна, всхожесть не менее 70 %. Препараты: беномил, 50 % с.п. (2 кг/т семян), витавакс 200 ФФ, 34 % в.с.к. (2 кг/т), фенорам супер, 70 % с.п. (1,5-2,0 кг/т) и др. – против пыльной головни, бактериоза, корневой гнили. Расход воды – 10 л/т.
Обработка регуляторами роста	Перед севом.	Гидрогумат, 10 % в.р. (0,2-0,5 л/га) для повышения всхожести и увеличения урожайности.
<b>С е в</b>		
Способ сева – рядовой или узкорядный.	I-II декада мая – I декада июня; конец июля (на зеленую массу).	Ширина междурядий 7,5; 12,5; 15 см. Норма высева — 4-5 млн всхожих зерен/га (3-4 кг/га). Глубина заделки семян – 3-4 см на легкосуглинистых и торфяно-болотных почвах, на супесчаных – 4-5 см.
<b>У х о д з а п о с е в а м и</b>		
Послепосевное прикатывание	Сразу после сева.	Уплотнение, выравнивание почвы.
Довсходовое боронование	Через 3-5 суток после сева.	Уничтожение сорняков.
Послевсходовое боронование	Фаза 3-4 листьев.	Уничтожение сорняков (при необходимости).

1	2	3
Борьба с сорняками	После уборки предшественника (вспашка через 15-20 дней). Фаза 3-4-х листьев.	Раундап, 360 г/л в.р. (3,0-6,0 л/га).
Борьба с вредителями	Фаза кущения. Фаза выметывания метелки.	Линтур, в.д.г. (0,12-0,18 л/га), секатор, в.д.г. (0,15-0,20 л/га) и др. Лонтрел 300, 30 % в.р. (0,3-0,5 л/га). БИ-58 новый, 400 г/л к.э. (0,7-1,0 л/га); рогор-С, КЭ (0,7-1,0 л/га) и др. – против трипсов, просяных комариков.
<b>У б о р к а у р о ж а я</b>		
Прямое комбайнирование	При влажности зерна 15-20 % (на семенные цели), до 26 % (на товарные цели).	Высота среза — 15-17 см.
Раздельная уборка	Спелость 75-80 % зерен. Влажность зерна — 14-15 %.	Высота среза — 15-17 см, скашивание вдоль рядка. Подбор и обмолот рядков.
Уборка на зеленую массу	Фаза молочной спелости.	

## ГОРОХ

**Требования к почве:**

– тип, разновидность: дерново-подзолистые легко- и среднесуглинистые, связноспесчаные почвы, подстилаемые моренным суглинком;

– оптимальные агрохимические показатели: рН — 6,0-6,5, содержание гумуса — не менее 1,8 %,  $P_2O_5$  и  $K_2O$  — не менее 150 мг/кг почвы.

**Сорта:** на зерно – Агра, Адепт, Беларусь, Белорусский неосыпающийся, Зарянка, Комет, Профи, Світанак, Эйфель; на зеленую массу – Гомельская (пелюшка), Натальевский, Аист, Ева, Кореличский кормовой.

**Предшественники:** озимая рожь, яровые зерновые (кроме овса).

Приемы возделывания	Сроки выполнения работ	Описание приемов (цель, способы, глубина проведения, удобрения, пестициды, дозы и т. д.)
1	2	3
<b>Система обработки почвы</b>		
<i>Основная</i>		
Лущение стерни	III декада июля – I-II декада августа.	Сразу после уборки стерневых культур. Глубина лущения 6-8 см, при наличии корневищных и корнеотпрысковых сорняков – 10-12 см.
Вспашка	Через 2 недели после лущения (II-III декада августа – I декада сентября).	При появлении всходов сорняков после лущения на глубину $A_{\text{пах}}$ .
Культивация	II декада сентября – III декада октября.	Две-три культивации по мере появления всходов сорняков в диагонально-перекрестных направлениях на глубину 14-8 см. Последняя культивация проводится не позднее, чем за 2 недели до наступления устойчивых заморозков.

Продолжение табл. 7.16

1	2	3
<i>Предпосевная</i>		
Культивация с боронованием	Вторая половина апреля.	Культиваторами в сцепке с боронами на глубину 8-10 см поперек или по диагонали поля.
Обработка комбинированными агрегатами	Конец апреля – начало мая.	Перед севом. С целью выравнивания и уплотнения почвы на глубину заделки семян. Разрыв между предпосевной обработкой и севом не более 1 дня.
<b>Система удобрения</b>		
Основное	Осенью, под вспашку или весной под культивацию.	Горох высевают второй-третьей культурой после внесения органики. Средняя доза фосфорно-калийных удобрений $P_{40-60}K_{80-90}$ для получения урожая 15-20 ц/га зерна должна корректироваться с учетом почвенных запасов.
	Весной, под культивацию.	Азотные удобрения в дозе 30-45 кг/га д.в. применяются на почвах с содержанием гумуса менее 1,8 %, а также при неблагоприятных условиях азотфиксации (дефицит влаги, низкая температура).
Припосевное	В рядки при посеве.	10-15 кг/га д.в. $P_2O_5$ .
Известкование	Осенью, под основную обработку почвы.	Проводится при рН ниже 5,5 пылевидной известью, доза определяется по гидролитической кислотности. Известкование лучше проводить под предшествующую культуру.
<b>Подготовка семян к посеву</b>		
Первичная очистка	Сразу после уборки (вторая половина июля).	С целью удаления крупных и влажных примесей.
Сушка	После первичной очистки (конец июля).	Доведение семян до стандартной влажности (14 %).
Сортировка	После сушки, в течение осеннезимнего периода.	Доведение семян до требований ГОСТа по чистоте (98 % — для элиты, 97 % — для семян 1-3 репродукции) и всхожести (соответственно 90 и 85 %). Семена должны быть не ниже III репродукции.

1	2	3
Протравливание	За 2 недели до сева.	Винцит, 5 % к.с. (1,5-2,0 л/т), фундазол, 50 % с.п. (2,0 кг/т), дерозал, 50 % к.с. (2,5 л/т). Расход воды 5-10 л/т семян. В раствор добавляют прилипатели (NaKMЦ – 200 г/т) и микроудобрения: борная кислота (250 г/т), молибденово-кислый аммоний (200 г/т).
Инокуляция*	В день сева.	Сапронит-1 – 200 мл на 2 л воды, с целью стимулирования развития клубеньковых бактерий. Обработка семян проводится в тени. Хранить обработанные семена не рекомендуется.
<b>С е в</b>		
	Ранний (конец апреля - начало мая), при температуре почвы на глубине заделки семян +4...+5°C (совпадает со сроком посева овса и ячменя).	Способ посева – сплошной рядовой или узкорядный с междурядьями 7,5, 12,5, 15 см. Норма высева в чистом виде (на зерно) – 1,2-1,5 млн/га всхожих семян (0,25–0,30 т/га); в смеси (с поддерживающей культурой) – 0,8 млн/га (0,18 т/га) гороха + 1,2 млн/га (0,008 т/га) горчицы белой. Глубина заделки семян: на супесях –5-6 см, на суглинках –4-5 см.
<b>У х о д з а п о с е в а м и</b>		
Боронование	До всходов культуры (через 3-4 дня после посева).	Длина корешка семени не более 1 см. Проводится с целью борьбы со всходами сорняков, уничтожения почвенной корки.
Химпрополка	В фазе 2-5 листьев (II декада мая). Через 2-3 дня после сева до всходов культуры.	Послевсходовое боронование проводится при высокой засоренности посевов. Пивот, 10 % в.к. (0,5-1,0 л/га), прометрекс, 50 % к.с. (3,0 л/га), гезагард, 50 % с.п. (3-4 кг/га) – опрыскивание почвы против однолетних двудольных и злаковых сорняков. Расход воды 200-300 л/га.

1	2	3
Борьба с вредителями	В фазе 4-5 листьев (III декада мая).	Агритокс, 500 г/л в.к. (0,5-0,8 л/га), пивот, 10 % в.к. (0,5-1,0 л/га) – опрыскивание посевов против однолетних двудольных сорняков.
Борьба с болезнями	В фазе всходов (I декада мая). В фазе бутонизации (III декада июня). В фазе бутонизации.	Децис, 2,5 % к.э. (0,2 л/га), суми-альфа, 5 % к.э. (0,3 л/га), бульдок, 2,5 % к.э. (0,3 л/га) – против клубеньковых долгоносиков.
Десикация*	При пожелтении 2/3 бобов на растении (II-III декада июля).	Обработка проводится в дневное время в солнечную погоду при наличии 15 жуков на 1 м <sup>2</sup> . Децис, 2,5 % к.э. (0,2 л/га), актеллик, 50 % к.э. (1,0 л/га), суми-альфа, 5 % к.э. (0,3 л/га) – против гороховой тли. Рекс, 49,7 % к.с. (0,6 л/га), сумилекс, 50 % с.п. (2-3 кг/га) – против аскохитоза, серой гнили при появлении первых признаков болезни.
<b>У б о р к а у р о ж а я</b>		
Прямое комбайнирование Раздельная уборка	При влажности зерна 25-20 % (конец июля).	Проводится только на семенных участках с целью предуборочного подсушивания убираемой массы и снижения влажности семян. Применяется реглон супер, 15 % в.р. (2,0 л/га), баста, 14 % в.р. (1,0-2,0 л/га), раундап, 36 % в.р. (3-4 л/га). Расход рабочей жидкости до 200 л/га. Начало полной зрелости семян. Полегшие посевы убирают против направления полегания или под косым углом к полеглости. При высокой засоренности посевов. Высота скашивания 5-10 см.

## ЛЮПИН

**Требования к почве:**

– тип, разновидность: дерново-подзолистые (песчаные, супесчаные и среднесуглинистые), окультуренные торфяно-болотные почвы с уровнем стояния грунтовых вод 1,5-4,0 м;

– оптимальные агрохимические показатели: pH — для люпина узколистного – 5,0-5,6, желтого – 4,5-6,8; содержание гумуса — не менее 1,4 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — не менее 120, K<sub>2</sub>O — не менее 200, MgO — не менее 120 мг/кг почвы.

**Сорта:** люпин узколистный: Данко, Миртан, Ашчадны, Бисер 394, Метель, Гелена, Першацвет, Пралеска, Глатко, Владлен; люпин желтый: Кастрычнік, Крок, Пава, Жемчуг, Юлита, Адраджэнне, Ранний.

**Предшественники:** озимые и яровые зерновые, пропашные, силосные культуры.

Приемы возделывания	Сроки выполнения работ	Описание приемов (цель, способы, глубина проведения, удобрения, пестициды, дозы и т. д.)
1	2	3
<b>Система обработки почвы</b>		
<i>Основная</i> Лушение	I-II декада августа.	Не позже 10 дней после уборки стерневых предшественников. Глубина лушения 5-7 см, при наличии корневищных и корнеотпрысковых сорняков – 10-12 см.
Вспашка	Через 2-3 недели после лушения.	Вспашку на глубину A <sub>пах</sub> проводят плугами с полувинтовыми, винтовыми и культурными отвалами в сочетании с предплужниками или углоснижками.
Безотвальная обработка	После уборки пропашных предшественников не позднее 1-15 сентября.	Двукратное чизелевание: первое на глубину 10-12 см, второе – на глубину A <sub>пах</sub> на чистых от сорняков почвах.
Культивация (1-2)	После вспашки или чизелевания в осенний период.	Культивация на глубину 6-8 см поперек или по диагонали к основной обработке почвы по мере появления сорняков.

Продолжение табл. 7.17

1	2	3
<i>Предпосевная</i> Культивация	Ранней весной (конец апреля-начало мая).	На глубину 5-7 см поперек или по диагонали к основной обработке.
Культивация	После внесения удобрений (конец апреля – начало мая).	Культивация на глубину 10-12 см с боронованием или прикаты-ванием для заделки минеральных удобрений.
Обработка комбинированными агрегатами	Перед севом.	С целью выравнивания и уплотнения почвы на глубину 4 см. Разрыв между предпосевной обработкой и севом не более 1 дня.
<b>Система удобрения</b>		
<i>Основное</i>	Под вспашку.	Средняя доза удобрений P <sub>40-90</sub> K <sub>60-120</sub> Mg <sub>20-30</sub> для получения урожая 15-30 ц/га зерна или 400-600 ц/га зеленой массы должна корректироваться с учетом почвенных запасов (при содержании P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> >120 и K <sub>2</sub> O>200 мг/кг почвы фосфорные и калийные удобрения не вносят).
	В предпосевную культивацию.	Азотные удобрения в стартовой дозе 15-20 кг/га д.в. применяются при содержании гумуса менее 1,4 %, а при возделывании люпина в смеси со злаковыми культурами в дозе 45-50 кг/га д.в. N.
<i>Припосевное</i>	Одновременно с севом.	10-15 кг/га P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .
<b>Подготовка семян к севу</b>		
Первичная очистка	Сразу после уборки.	С целью удаления крупных и влажных примесей.
Сушка	После первичной очистки.	Доведение семян до стандартной влажности менее 16 % при температуре зерна 25-35 °С.
Сортировка	После сушки.	Доведение семян до требований ГОСТа по чистоте (99 % для элиты, 97 % для семян 1-3 репродукции) и всхожести (соответственно 87 и 80 %). Семена должны быть не ниже 3 репродукции.

1	2	3
Протравливание с обработкой микроэлементами	За 2-3 месяца, но не позднее, чем за 2 недели до сева.	Беномил, 50 % с.п. (3 кг/т), винцит, 5 % к.с. (2 л/т), фундазол, 50 % с.п. (3 кг/т), дерозал 50 % к.с. (2,5 кг/т) – против серой и корневой гнили, аскохотоза, антракноза, фомопсиса. При низком содержании в почве добавляют микроэлементы: борная кислота, 17 % (0,3 кг/т), молибденовокислый аммоний, 52 % (0,25 кг/т). Гидрогумат, 10 % в.р. (0,5 л/т) – регулятор роста, добавляется с целью повышения устойчивости к болезням и увеличения урожайности. Расход рабочего раствора 10 л/т.
Обработка бактериальными препаратами	В день сева.	Сапронит – 200 мл + 2 л воды на гектарную норму семян с целью улучшения азотфиксирующей способности, способствует росту урожайности и снижает дозы внесения азотных удобрений.
<b>С е в</b>		
	На семена – первым из ранних яровых (конец апреля-начало мая), на зеленую массу – на две недели позже.	Способ сева – сплошной рядовой или узкорядный с обязательным прикатыванием, ширина междурядий 15 и 7,5 см. Норма высева узколистного и желтого люпина на семена и зернофураж – 1,0-1,6 (0,14–0,22 т/га) и 0,8-1,0 (0,11–0,14 т/га); на зеленую массу – 1,2-1,8 (0,17–0,25 т/га) и 1,2-1,4 млн всхожих семян на га соответственно; узколистного люпина в смеси с ячменем или овсом – 0,85-1,3 млн на га (0,11–0,18 т/га). Глубина заделки семян на легких почвах – 3-4 см, на связных – 2-3 см.

1	2	3
<b>У х о д з а п о с е в а м и</b>		
Борьба с сорняками	После уборки предшественника (вспашка проводится через 15 дней) Не позднее 3-х дней после сева.	Раундап, 36 % в.р. (4-6 л/га), глиалка, 36 % в.р. (4-6 л/га) – опрыскивание по вегетирующим однолетним и многолетним злаковым и двудольным сорнякам (пырей, осот, бодяк и др.). Расход рабочей жидкости 200-300 л/га. Проводится вместо лущения. Прометрекс, 50 % с.п. (3,0 кг/га), гезагард, 50 % с.п. (3-5 кг/га), стомп, 33 % к.э. (2-3 л/га), рейсер, 25 % к.э. (1-1,5 л/га) –
Боронование	В фазе 3-4-х листьев люпина (III декада мая) и высоте сорняков 10-12 см. На 3-4-й день после сева и в фазе 3-4 пар листьев.	опрыскивание почвы против однолетних двудольных и злаковых сорняков. Фюзилад, 25 % к.э. (2,0 л/га) – опрыскивание посевов против однолетних злаковых сорняков. Гербициды не применяются при выращивании люпина на зеленую массу, зерносенаж, силос. Боронование поперек или по диагонали направления рядков для борьбы с сорняками и сохранения влаги. В целом не рекомендуется ввиду мелкой заделки семян.
Борьба с вредителями	В фазу бутонизации-цветения (конец июня-начало июля).	Би-58 новый, 40 % к.э. (0,8 л/га), данадим, 40 % к.э. (1 л/га), децис, 25 % к.э. (0,2 л/га) – опрыскивание посевов люпина на семена против стеблевой мухи, клубеньковых долгоносиков, тли и др. коллюще-сосущих насекомых.
Десикация	При побурении 80 % бобов (III декада августа).	Реглон супер, 15 % в.р. (2-3 л/га) – опрыскивание за 10-14 дней до уборки сильно засоренных и вегетативно разросшихся посевов.

1	2	3
<b>Уборка урожая</b>		
Прямое комбайнирование	При побурении 90-95 % бобов на главном стебле (III декада августа).	При уборке на зерно перестой люпина недопустим. Уборку осуществляют при влажности зерна 22 % и ниже зерноуборочными комбайнами на мягких режимах молотильного аппарата в утренние и вечерние часы или после небольшого дождя.
Раздельная уборка	При побурении до 70 % бобов.	Проводят при сухой погоде с высотой стерни 18-20 см. После дозревания обмолачивают комбайном с подборщиком.
На зеленую массу	В фазе цветения и плодообразования на центральной кисти (II-III декада июля).	При уборке на зеленый корм и производство травяной муки.
	В фазу полного налива зерна. Конец фазы блестящего боба.	Для приготовления силоса и сенажа. Для сухих кормосмесей.

Таблица 7.18

## КАРТОФЕЛЬ

**Требования к почве:**

– *тип, разновидность*: картофель требует рыхлых почв, не пригодны для возделывания тяжелые суглинки и сильно уплотненные почвы с близким залеганием грунтовых вод, лучшими являются дерново-подзолистые средне- и легкосуглинистые, супесчаные и песчаные почвы, подстилаемые мореной;

– *оптимальные агрохимические показатели*: рН — 5,3-5,8, содержание гумуса — не ниже 1,8 %, подвижного фосфора и обменного калия — не менее 150-200 мг/кг почвы.

**Сорта:**

- *раннеспелые*: Аксамит, Дельфин, Лазурит, Фреско, Никита, Рикья, Молли, Каприз, Карлита, Ред Скарлет, Бард, Денар, Фелка, Лілея, Уладар;

- *среднеранние*: Детскосельский, Адретта, Санте, Явар, Архидзя, Дина, Грация, Дорота, Кураж, Фелсина;

- *среднеспелые*: Росинка, Альтаир, Коретта, Скарб, Живица, Луговской, Талисман, Фабула, Куба;

- *среднепоздние*: Лошицкий, Ласунак, Верас, Принеманский, Орбита, Мондиал, Родео, Астерикс;

- *позднеспелые*: Темп, Белорусский-3, Синтез, Выток, Сузор'е, Альпинист, Атлант, Веснянка.

**Предшественники**: зерновые культуры, многолетние и однолетние травы, зернобобовые, крестоцветные. Картофель можно возделывать на одном и том же поле в течение 3-4-х лет, но в целях предупреждения накопления болезней и вредителей возврат его на прежнее место не ранее, чем через 2-3 года.

Приемы возделывания	Сроки выполнения работ	Описание приемов (цель, способы, глубина проведения, удобрения, пестициды, дозы и т. д.)
1	2	3
<b>Система обработки почвы</b>		
<i>Основная</i> Лушение стерни	Сразу после уборки предшественника (II-III декада августа.)	Глубина 8-10 см (в зависимости от вида засоренности).
Вспашка	Через 10-14 дней после	Цель: рыхление верхнего слоя почвы, провокация сорняков на прорастание, улучшение водного режима.

1	2	3
Культивация (2-3 раза)	лушения (III декада августа – I декада сентября). По мере появления сорняков. Последняя культивация проводится не позднее, чем за 2 недели до наступления заморозков.	Вслед за внесением удобрений проводится зяблевая вспашка на глубину пахотного горизонта. Цель: заделка удобрений, растительных остатков, уничтожение сорняков. Глубина: 10-12 см. Цель: уничтожение сорняков, выравнивание почвы. Культивации проводятся в разных направлениях.
<i>Предпосадочная</i> Ранневесеннее боронование (на легких почвах) или культивация (на связных почвах)	При наступлении физической спелости почвы (конец апреля - начало мая).	Глубина: 8-10 см. Цель: закрытие влаги в почве, уничтожение проростков сорняков, улучшение теплового и воздушного режимов почвы.
Культивация	Через 5 дней после первой обработки.	Глубина: 18-22 см. Проводится в 2 следа (вдоль и поперек) чизельными культиваторами. Цель: уничтожение сорняков, улучшение температурного режима почвы.
Нарезка гребней	За 3-7 дней до посадки.	Высота гребней: на суглинках – 12-14 см, на легких почвах – 14-16 см, в условиях избыточного увлажнения – 16-18 см от дна борозды. Цель: уничтожение сорняков, заделка удобрений, рыхление почвы. На легких почвах нарезку гребней не проводят.
<b>Система удобрения</b>		
Основное	Под вспашку осенью.	Внесение органических удобрений (навоз, компост) 50-60 т/га и минеральных удобрений P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> (суперфосфат двойной, хлористый калий).

1	2	3
	Перед нарезкой гребней.	Внесение азотных удобрений N <sub>60-100</sub> (мочевина или сульфат аммония). Доза азота зависит от сорта: для ранних сортов она выше, чем для поздних. На супесчаных и песчаных (легких) почвах азотные удобрения вносят в 2 приема – в основную заправку и в подкормку при высоте растений 10-15 см.
<b>Подготовка посадочного материала</b>		
Сортировка	За 2 недели до посадки.	Сортируют на фракции: 25-35 мм, 35-55 мм и более 55 мм по наибольшему поперечному диаметру. Цель: удаление больных, загнивших, нестандартных клубней и примесей.
Проращивание (ранние сорта)	За месяц до посадки.	В течение 25-30 суток в светлых помещениях, пленочных теплицах при температуре днем 14-15 °С, ночью — 4-5 °С (в ящиках, полиэтиленовых перфорированных рукавах, контейнерах) до образования ростков.
Прогревание (поздние сорта)	За 2-3 дня до посадки.	Проводится при температуре 32-35 °С по 3-4 часа в сутки.
Протравливание	Перед посадкой.	Витавакс 200, 75 % с.п. (2 кг/т), беномил, 50 % с.п. (0,5-1,0 кг/т), фундазол, 50 % с.п. (0,5-1,0 кг/т) – применяется один из препаратов.
<b>Посадка</b>		
Способ посадки – широкорядный	Оптимальный срок посадки – прогревание почвы на глубине 10-12 см до 7-8 °С (конец апреля-первая декада мая).	Ширина междурядий 70 см, расстояние между клубнями 20-30 см (чем крупнее клубни, тем больше расстояние между ними). Глубина заделки клубней относительно поверхности гребней: на суглинистых почвах — 6-8 см, на легких – 8-10 см, на торфяно-болотных – 12-14 см. Густота посадки – 55-60 тыс. клубней на гектар (2,5-4 т/га).

1	2	3
Уход за посадками		
«Слепое» окучивание (2 раза)	Через 5-7 дней после посадки. Последующая обработка через 5-8 дней после первой.	Глубина: 6-8 см. Проводится культиваторами-окучниками с сетчатой бороной. Вторая довсходовая обработка проводится культиваторами-окучниками с сетчатой бороной, глубина обработки 10-12 см.
Послевсходовое рыхление междурядий (1-2 раза)	При высоте растений 10 см (III декада мая – I декада июня).	Цель: уничтожение сорняков, разрушение почвенной корки. Проводится культиваторами с активными или пассивными органами. Глубина обработки — 8-10 см.
Окучивание	Перед смыканием ботвы (конец июня - июль).	Высота гребня — 15-25 см. Цель: уничтожение сорняков, рыхление почвы. При незначительной засоренности, в сухую погоду часть механических уходов за растениями исключается.
Борьба с сорняками	Осенью, после уборки предшественника. До появления всходов картофеля. При появлении всходов картофеля, при высоте ботвы 10-15 см.	Гербициды: раундап, 360 г/л в.р. (3-4 л/га) – против многолетних злаковых и двудольных однолетних сорняков; агритокс, в.к. (0,9-1,7 л/га), зенкор, с.п. (0,75-1,0 кг/га) – против однолетних двудольных и злаковых сорняков; агритокс, в.к. (1,4 л/га) – против однолетних двудольных сорняков).
Борьба с болезнями (фитофтора)	При высоте растений 15-20 см и смыкании их в рядке. Через 7-8 дней после первого.	Первое опрыскивание (профилактическое) с применением фунгицида акробат – 2,0 кг/га. Второе опрыскивание и последующие (4-5 раз) производятся одним из следующих фунгицидов: дитан ДГ (1,2-1,6 кг/га), пеннкоцеб, 80 % с.п. (1,2-1,6 кг/га) и др.

1	2	3
Борьба с вредителями (колорадский жук)	При появлении личинок 1-3 возраста (60-70 % от обнаруженных).	Инсектициды: децис, к.э. (0,1-0,15 л/га), каратэ, к.э. (0,1 л/га), и др. При совпадении сроков обработки против фитофторы и колорадского жука растворы объединяются при одном расходе жидкости.
Подготовка поля к уборке	За 18-21 дней до уборки при полной спелости клубней.	Механическое скашивание ботвы за 5-7 дней до уборки. При развитии фитофторы – десикация харвейдом (3 кг/га), не позже 7-10 дней после последней обработки фунгицидами против фитофторы.
Уборка картофеля		
Уборка клубней	До снижения температуры почвы 6-8 °С (август-сентябрь). Лечебный период составляет 14 дней при температуре 15-18 °С.	При наступлении зрелости клубней и прочности кожуры, в зависимости от скороспелости сорта.  Отвозка клубней с поля и складирование на лечебный период.

## САХАРНАЯ СВЕКЛА

**Требования к почве:**

– тип, разновидность: дерновые, дерново-карбонатные, дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные, подстилаемые моренным суглинком почвы;

– оптимальные агрохимические показатели: pH — 6,5 и выше, содержание гумуса — не менее 1,8 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O — не менее 150-200 мг/кг почвы.

**Сорта:** Несвижский 2, Белорусская односемянная 69, Гала, Кристалл, Матадор, Экстра, Аккорд, Аксель, Кобра, Дата, Кива, Пилот, Призма, Сирано, Эмма, Кавебел, Белдан, Манеж, Данибел.

**Предшественники:** озимые и яровые зерновые, картофель, зернобобовые.

Приемы возделывания	Сроки выполнения работ	Описание приемов (цель, способы, глубина проведения, удобрения, пестициды, дозы и т. д.)
1	2	3
<b>Система обработки почвы</b>		
<i>Основная</i>		
Лущение стерни	Не позднее 5 дней после уборки стерневых предшественников (I- II декада августа).	В один-два следа на глубину 5-6 см. При наличии корневищных и корнеотпрысковых сорняков – 10-12 см.
Вспашка	Через 2 недели после лущения или после уборки пропашных предшественников.	При появлении всходов сорняков после лущения на глубину A <sub>пах</sub> . Оптимальная глубина — 20-25 см.
Культивация	После вспашки, в осенний период.	Две-три культивации с боронованием по мере появления всходов сорняков в диагонально-перекрестных направлениях на глубину 8-10 см с целью их уничтожения и выравнивания поля.

Продолжение табл. 7.19

1	2	3
<i>Предпосевная</i>		
Культивация	Рано весной, при физической спелости почвы (III декада апреля).	Культиваторами, на глубину 4-5 см поперек или по диагонали к основной обработке для сохранения влаги.
Культивация	После внесения минеральных удобрений.	На глубину 4-6 см с целью заделки минеральных удобрений.
Обработка комбинированными агрегатами	Перед севом.	Одновременно с севом, с целью равномерного рыхления и выравнивания поверхности почвы на глубину 4-6 см, разрыв между предпосевной обработкой и севом — не более 1-2 часов.
<b>Система удобрения</b>		
Основное	Под вспашку.	Органические удобрения — в дозе 80 т/га навоза. Средняя доза фосфорно-калийных удобрений P <sub>90</sub> K <sub>150</sub> для получения урожая 350-400 ц/га корнеплодов должна корректироваться с учетом их запасов в почве.
Припосевное	Весной, под культивацию.	Азотные удобрения — в дозе 60-90 кг/га д.в. N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> в виде аммонизированного суперфосфата или аммофоса.
Подкормки	В рядки при севе. Под первую междурядную обработку.	N <sub>30-40</sub> в виде сульфата аммония. Внекорневая подкормка микро-элементами: бор, медь, цинк, марганец, молибден, кобальт по результатам почвенной диагностики. «Свекла-1», «Свекла-2» составы микроэлементов. N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> в виде аммофоски.
Известкование	Перед смыканием ботвы. Осенью, под основную обработку почвы.	При pH ниже 6,0 — доломитовой мукой, доза определяется по гидролитической кислотности.
<b>Подготовка семян к севу</b>		
Первичная очистка	Сразу после уборки.	Содержание стебельков и плодов со стебельками, превышающими по длине 1 см – не более 20 шт. на 1 кг семян.

1	2	3
Сушка Сортировка  Калибровка Протравливание	После первичной очистки. После сушки.  За 1-2 месяца до сева. За 2-4 недели до сева.	Доведение семян до стандартной влажности (14 %). Доведение семян до требований ГОСТа по чистоте и всхожести (всхожесть не менее 80 %, чистота – 98 %). Одноростковость – 85 %. Разделение семян на фракции: 3,5-4,5 мм и 4,5-5,5 мм. Суми-8, 2 % с.п. (1,5 кг/т), тачигарен, 70 % с.п. (6,0 кг/т), ТМТД, 40 % в.с.к. (10,0 л/т) – против корневых всходов и комплекса болезней с добавлением ЖКУ (3,0 л/т) и NaКМЦ (0,2 кг/т). Гаучо, 70 % с.п. (20,0 кг/т), фурадан, 35 % т.пс. (30,0 кг/т) – против проволочников, свекловичной блошки, матового мертвоеда. Расход воды 15 л/т семян.
<b>С е в</b>		
Сев	При прогревании почвы на глубине 5 см до +5...+6 °С (конец апреля-1 декада мая).	Способ сева – широкорядный (ширина междурядий 45 см) с одновременным прикатыванием. Норма высева 80-100 тыс. шт. всхожих семян на га или 4-5 кг/га. Глубина заделки семян: на супесчаных, легкосуглинистых и незаплавывающих почвах – 3,0-3,5 см, среднесуглинистых – 2,5-3,0 см, на почвах тяжелосуглинистых и с повышенной влажностью – 2-2,5 см.
<b>У х о д з а п о с е в а м и</b>		
Боронование  Шаровка	Через 3-5 дней после сева, при длине проростков свеклы не более 2 мм. После обозначения рядков (I-II декада мая).	На глубину 2-3 см — для разрушения почвенной корки, улучшения аэрации и уничтожения сорняков легкими боровами поперек рядков или по диагонали. Глубина обработки — 2,5-3,5 см с целью поддержания почвы в рыхлом и чистом от сорняков состоянии. Оптимальная густота насаждений к уборке – 80-100 тыс. растений на гектаре.

1	2	3
Междурядные обработки (2-4)  Борьба с сорняками  Борьба с вредителями	Первая – в фазе 2-4-х настоящих листьев (III декада мая).  После уборки предшественника (вспашка проводится через 15 дней). После сева, в фазе семядольных листьев сорняков (I-II декада мая).  Фаза семядолей – две пары настоящих листьев, при численности вредителя на уровне экономического порога вредоносности (I-II декада мая). При первых признаках (июнь-июль).	Первая обработка проводится одновременно с подкормкой азотом и борной кислотой (180-200 г/га) культиватором-растениепитателем. Глубина первой обработки – 6-8, повторных – 8-10 см. Количество рыхлений зависит от состояния почвы, наличия сорняков, погодных условий. Рыхление междурядий проводят до смыкания ботвы на посевах. Глиалка, 36 % в.р., раундап, 36 % в.р., глисол, 36 % в.р. в дозе 4-6 л/га – опрыскивание по вегетирующим многолетним сорнякам (пырей, осот) вместо лушения стерни. Расход воды 200-300 л/га. Агрибит, 16 % к.э. (2,0 л/га), Бетанал 22, 32 % к.э. (1,0 л/га), Бетанал Эксперт ОФ, 27% к.э. (1,0 л/га) – опрыскивание посевов против однолетних двудольных сорняков. Последующие 1-2 обработки проводят с интервалом 7-14 дней. При наличии в посевах злаковых сорняков добавляют следующие гербициды: тарга супер, 5 % к.э. (2,0 л/га), фюзилад супер, 12,5 % к.э. (1,0 л/га), зеллек супер, 10,4 % к.э. (1,0 л/га). При наличии осота, бодяка – лонтрел-300, 30 % в.р. (0,3-0,5 л/га). Расход рабочего раствора 200-300 л/га. Би-58 новый, 40 % к.э. (0,5-1,0 л/га), суми-альфа, 5 % к.э. (0,2 л/га), фастак, 10 % к.э. (0,1 л/га) – против матового мертвоеда, минирующих мух, свекловичных блошек, тлей, цикадок, клещей, клопов. Скор КЭ (0,4 л/га), суми-альфа, 5% к.э. (0,2 л/га), альто супер, КС (0,5 л/га),

1	2	3
Борьба с болезнями	В фазе начала смыкания листьев в междурядьях.	дерозал, 50 % к.с. (0,6-0,8 кг/га), колфуго супер, 20 % к.с. (2,0 л/га), рекс Т, 12,5 % к.с. (0,75 л/га) – против пятнистостей, мучнистой росы. Расход рабочей жидкости 200-300 л/га.
Обработка регуляторами роста		Бетастимулин, 5,1 % в.-с.р. (10,0 мл/га) – опрыскивание для повышения урожая корнеплодов и их сахаристости.
<b>У б о р к а у р о ж а я</b>		
Раздельный поточный способ: а) уборка ботвы б) уборка корней	При достижении биологической зрелости корнеплодов. Начало – 15-20 сентября, заканчивают – до 20-25 октября.	Высота среза ботвы — 2-4 см. Потери ботвы при уборке – до 10 %. Отходы сахароносной массы в ботву при обрезке – до 3 %.  Потери корней при уборке – до 2 % массы, количество поврежденных корней – до 10 %, загрязненность корней – до 10 %.

Таблица 7.20

## КОРМОВАЯ СВЕКЛА

**Требования к почве:**

– тип, разновидность: дерново-подзолистые, легко- и среднесуглинистые почвы;  
– оптимальные агрохимические показатели: рН — 6,0 и выше, содержание гумуса — не менее 1,8 %,  $P_2O_5$  и  $K_2O$  — не менее 150-200 мг/кг почвы.

**Сорта:** Эккендорфская желтая, Смолевичская, Даринка, Кюрос, Барбара, Ромео, Болеро, Титан, Троя, Козима, Веба, Петра, Урсус, Тамара, Маршал.

**Предшественники:** озимые зерновые (рожь, пшеница), кукуруза, картофель, однолетние травы, бобовые культуры.

Приемы возделывания	Сроки выполнения работ	Описание приемов (цель, способы, глубина проведения, удобрения, пестициды, дозы и т. д.)
1	2	3
<b>С и с т е м а о б р а б о т к и п о ч в ы</b>		
<i>Основная</i> Лушение стерни	III декада июля - I декада августа.	Не позднее 5-7 дней после уборки стерневых предшественников. Глубина лушения — 6-8 см, при наличии корневищных и корнеотпрысковых сорняков – 10-12 см.
Вспашка	Через 2 недели после лушения или сразу же после уборки пропашных культур (конец сентября - начало октября).	При появлении всходов сорняков после лушения на глубину $A_{\text{пах}}$ .
Культивация	После вспашки.	Две-три культивации, по мере появления всходов сорняков в диагонально-перекрестных направлениях на глубину 14-8 см. Последняя культивация проводится не позднее, чем за 2 недели до наступления устойчивых заморозков.
<i>Предпосевная</i> Культивация	Конец апреля - начало мая.	Рано весной, при физической спелости почвы. Культиваторами в

1	2	3
Обработка комбинированными агрегатами	Перед севом.	два следа на глубину 6-8 см поперек или по диагонали к основной обработке. С целью выравнивания и уплотнения почвы на глубину 3-5 см, разрыв между предпосевной обработкой и севом не более 1 дня.
<b>Система удобрения</b>		
Основное	Под вспашку.	Органические удобрения — в дозе 60-80 т/га навоза. Средняя доза фосфорно-калийных удобрений $P_{90}K_{150}$ для получения урожая 700-800 ц/га корнеплодов должна корректироваться с учетом почвенных запасов.
Припосевное	Весной, под культивацию.	Азотные удобрения — в дозе 100-120 кг/га д.в.
Подкормка	В рядки при посеве.	$P_{10-15}$ в виде борного суперфосфата или $N_{10}P_{10}K_{10}$ в виде нитрофоски.
Известкование	Под первую междурядную обработку.	Азотные удобрения — в дозе 40-60 кг/га д.в. Максимальная доза азота не должна превышать 180 кг/га д.в.
	Осенью, под основную обработку почвы.	При pH ниже 6,0 — доломитовой мукой, доза определяется по гидролитической кислотности.
<b>Подготовка семян к севу</b>		
Первичная очистка	Сразу после уборки (III декада августа).	Содержание стебельков и плодов со стебельками, превышающих по длине 1 см, — не более 50 шт. на 1 кг семян.
Сушка	После первичной очистки.	Доведение семян до стандартной влажности (14 %).
Сортировка	После сушки, в течение осенне-зимнего периода.	Доведение семян до требований ГОСТа по чистоте и всхожести (всхожесть — не менее 80 % для одноростковой свеклы и 75 % — для многоростковой свеклы).
Калибровка	За 1-2 месяца до сева.	Разделение семян на фракции: 3,5-4,5 мм и 4,5-5,5 мм.
Протравливание	За 2-4 недели до сева,	ТМТД, 40 % в.с.к. (10 кг/т), тачигарен, 70 % с.п. (6 кг/т) — против

1	2	3
	но не позже 5-7 дней.	корнеда всходов и комплекса болезней с добавлением ЖКУ (3 л/т) и NaKMЦ (0,2 кг/т). Расход воды — 15 л/т семян.
<b>С е в</b>		
	На кормовые цели — при прогревании почвы на глубине 5 см до +5...+6 °С (начало мая), на семена — в конце мая - начале июня.	Способ посева — широкорядный, с шириной междурядий 45 или 60 см. Норма высева: при механизированном возделывании — 120-130 тыс. шт./га (6,0-6,5 кг/га). Глубина заделки семян: на легкосуглинистых почвах — 3-4 см, на почвах среднесуглинистых и с повышенной влажностью — 2-3 см.
<b>У х о д з а п о с е в а м и</b>		
Боронование	При длине проростков свеклы не более 2 мм (на 3-4 день после посева).	Для разрушения почвенной корки — легкими боронами поперек посева.
Шаровка	После появления всходов и обозначения рядков (II декада мая).	Глубина обработки — 3-5 см, с целью поддержания почвы в рыхлом и чистом от сорняков состоянии.
Прорывка	При появлении первой пары настоящих листьев (III декада мая).	Оптимальная густота — 80-120 растений на гектар или 5-6 растений на 1 метр погонный. Прорывка осуществляется в сжатые сроки (не более 7 дней) механизированным или ручным способом. Не проводится при посеве одноростковыми семенами сеялкой точного высева.
Междурядные обработки (2-4)	Первая — в фазе 2-3-х настоящих листьев (I декада июня).	Первая обработка проводится одновременно с подкормкой азотом и борной кислотой (180-200 г/га) культиватором-растение-питателем. Глубина обработки 8-10 см. Количество рыхлений зависит от состояния почвы, наличия сорняков, погодных условий. Рыхление междурядий проводят до смыкания ботвы на посевах.

1	2	3
Борьба с сорняками химическим методом	После уборки предшественника (вспашка проводится через 15 дней).  В фазу семядольных листьев сорняков (май-июнь).	Глиалка, 36 % в.р., раундап, 36 % в.р., глисол, 36 % в.р. в дозе 3-5 л/га – опрыскивание по вегетирующим многолетним сорнякам (пырей, осот). Расход воды 200-300 л/га. Проводится вместо лущения стерни. Бетанал АМ 11, 8 % к.э. (2,0 л/га), бифор, 8 % к.э. (1,5-2,0 л/га), агрибит, 16 % к.э. (2 л/га) – опрыскивание посевов против однолетних двудольных сорняков 2-3 раза с интервалом через 7-14 дней по мере появления новых всходов. При наличии в посевах злаковых сорняков добавляются следующие гербициды: тарга супер, 5 % к.э. (1,0 л/га), леопард, 5 % к.э. (1,0-2,0 л/га), пантера, 4 % к.э. (0,75-1,0 л/га), а при наличии осотов – лонтрел-300, 30 % в.р. (0,3 л/га). Расход воды 200-300 л/га.
Борьба с вредителями	Первая пара настоящих листьев (III декада мая).	Би-58 новый, 40 % к.э. (0,5-1,0 л/га), данадим, 40 % к.э. (0,5-1,0 л/га) – против матового мертвоеда, минирующих мух, свекловичных блошек, тлей, цикадок, клещей, клопов.
Борьба с болезнями	Июнь-август.	Байлетон, 25 % с.п. (0,6 кг/га) – против церкоспороза. Расход рабочей жидкости — 200-300 л/га.
<b>Уборка урожая</b>		
<i>Раздельный поточный способ</i> Уборка ботвы	III декада сентября – I декада октября. До понижения минимальной температуры ниже 7 °С.	Потери ботвы при уборке не должны превышать 10 %, высота черешков ботвы после обрезки — не более 4 см.
Уборка корней		Потери корнеплодов при уборке не должны превышать 1,5 % по массе, загрязненность вороха корнеплодов — не более 10 %.

Таблица 7.21

## РАПС ОЗИМЫЙ

**Требования к почве:**

– тип, разновидность: дерново-подзолистые, легко- и среднесуглинистые почвы, подстилаемые моренным суглинком;  
– оптимальные агрохимические показатели: рН — 6,0-6,5, содержание гумуса — не ниже 1,5 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O — не менее 120 мг/кг почвы.

**Сорта:** Жет-Неф, Тисменицкий, Отрадненский, Юно, Казимир, Козерог, Лираджет, Мажор, Экспресс, Валеска, Шпак, Лидер, Прогресс, Добродей.

**Предшественники:** ранний картофель, зернобобовые, многолетние травы (клевер после I укоса), возможен ячмень, однолетние травы на зеленый корм.

Приемы возделывания	Сроки выполнения работ	Описание приемов (цель, способы, глубина проведения, удобрения, пестициды, дозы и т.д.)
1	2	3
<b>Система обработки почвы</b>		
<i>Основная</i> Лущение (после стерневых предшественников) или дискование (после многолетних трав) Вспашка	Сразу после уборки предшественника (II декада июля).  За 2-3 недели до сева рапса.	Глубина — 6-8 см или 10-12 см, в зависимости от вида засоренности. Цель: улучшение водного режима, провокация сорняков на прорастание.  Выполняется на глубину A <sub>пах</sub> . Цель: уничтожение сорняков, заделка растительных остатков, удобрений, рыхление A <sub>пах</sub> . Глубина — 15-17 см. Цель: заделка удобрений, уничтожение сорняков, рыхление почвы.
или чизелевание (после пропашных)		

1	2	3
Предпосевная Культивация с боронованием и прикатыванием (комбинированный агрегат АКШ-7,2)	Перед севом.	Глубина: 6-8 см. Цель: выравнивание и прикатывание почвы, создание ложа для семян, уничтожение сорняков, заделка удобрений.
<b>Система удобрения</b>		
Основное Подкормки	Осенью, под вспашку. Под культивацию. I – весной, в начале вегетации рапса (конец апреля). II – через 2-3 недели после первой, в фазе начала бутонизации рапса.	Органические удобрения – 20-30 т/га (лучше вносить под предшественник). Для среднеобеспеченных элементами питания почв доза минеральных удобрений равна: N <sub>120-200</sub> P <sub>40-60</sub> K <sub>120-180</sub> . 40-60 кг/га P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> и 120-180 кг/га K <sub>2</sub> O. На бедных почвах осенью вносят 20-40 кг/га N. 80-120 кг/га N. 40-50 кг/га N.
<b>Подготовка семян к посеву</b>		
Первичная очистка Сушка Вторичная очистка и сортировка Протравливание	Сразу после уборки (III декада июля). После очистки. <i>После сушки.</i> Заблаговременно или за 3-15 дней до посева.	К посеву допускаются семена не ниже III репродукции. Очистка семян от примесей. Доведение семян до стандартной влажности (12 %). Доведение до кондиционной чистоты 96% и получение выровненной по массе фракции семян. Обработка препаратами фунгицидного действия против болезней: тигам, 30 % т.п.с. (5 кг/т), витавакс 200, 75 % с.п. (2-3 кг/т),

1	2	3
		офтанол Т, 50 % с.п. (40 кг/т семян). При возделывании рапса на почвах с нейтральной реакцией среды протравливание сочетается с обработкой микроэлементами: бор – 200 г/т, марганец – 300 г/т семян.
<b>С е в</b>		
Способ посева: сплошной рядовой	Оптимальные сроки: 1-15 августа, в зависимости от зоны возделывания.	Ширина междурядий — 15 см. Норма высева — 0,9-1,0 млн всхожих семян на 1 га (9,0-10 кг/га). Глубина заделки семян на суглинистых почвах – 1,0-1,5 см, на легких – 2,0-2,5 см. При применении почвенных гербицидов семена заделывают на 1-1,5 см глубже.
<b>У х о д з а п о с е в а м и</b>		
Послепосевное прикатывание Боронование посевов Борьба с сорняками	Одновременно с посевом. Осенью. Весной, при физической спелости почвы (III декада апреля). Летом, после уборки предшественника. Перед посевом, с немедленной заделкой. До всходов культуры. Фаза 3-4-х листьев рапса. При высоте сорняков 10-15 см (III декада августа)	Проводится для улучшения контакта семян с почвой и получения дружных всходов. Боронование проводят при наличии почвенной корки или если всходы сильно загущены. Проводится, если густота посевов более 80 растений на 1 м <sup>2</sup> . Боронование проводят поперек посевных рядков. Гербициды: раундап – 6,8-8,0 л/га (против многолетних сорняков). Трефлан КЭ 240 г/л – 2,4-6,0 л/га (против однолетних злаковых и двудольных). Бутизан 400, 400 г/л – 2,0 л/га – против однолетних злаковых и двудольных сорняков. Фюзилад супер, к.э. – 2,0 л/га (против многолетних злаковых сорняков).

1	2	3
Борьба с вредителями	–I декада сентября). При наличии вредителей в период вегетации.	Инсектициды: децис экстра, к.э. (0,06 л/га) – против блошки, рапсового цветоеда, белянок, клопов, тли. Каратэ, к.э. (0,1-0,15 л/га) – против рапсового пилильщика, скрытнохоботника и др. Фунгициды: импакт, 25 % с.к. (0,5 кг/га) против альтернариоза, серой гнили и др.
Борьба с болезнями	При наличии болезней, в период вегетации.	
<b>Уборка урожая</b>		
Прямое комбайнирование	При технологической спелости семян (II-III декада августа).	Влажность семян — 16-15 %.
Раздельная уборка: – скашивание в валки; – подбор и обмолот валков	Фаза желто-зеленого стручка; Через 3-4 дня после скашивания.	Высота среза — 15-30 см. Влажность семян — 12-8 %.

Таблица 7.22

## ЯРОВОЙ РАПС

**Требования к почве:**

– тип, разновидность: дерново-подзолистые, легко- и среднесуглинистые, связносупесчаные почвы, подстилаемые моренным суглинком;

– оптимальные агрохимические показатели: рН — 6,0-6,2, содержание гумуса — не менее 2 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O — не менее 150 мг/кг почвы.

**Сорта:** Лиазон, Урал, Антей, Смак, Корсар, Форте, Гранит, Славутич, Гермес, Неман, Явар, Стрелец.

**Предшественники:** озимые зерновые, однолетние и многолетние травы, пропашные культуры.

Приемы возделывания	Сроки выполнения работ	Описание приемов (цель, способы, глубина проведения, удобрения, пестициды, дозы и т. д.)
1	2	3
<b>Система обработки почвы</b>		
<i>Основная</i> Лушение стерни	После уборки стерневых предшественников (конец июля).	Глубина лушения — 6-8 см, при наличии корневищных и корнеотпрысковых сорняков – 10-12 см.
Вспашка	После уборки предшественника или через 8-10 дней после лушения.	На глубину A <sub>пах</sub> (18-22 см). Вспашку дернины проводят плугами с полувинтовыми, винтовыми и культурными отвалами в сочетании с предплужниками или углоснимами.
Культивация	После вспашки.	Две-три культивации, по мере появления всходов сорняков, в диагонально-перекрестных направлениях, на глубину 14-8 см. Последняя культивация проводится не позднее, чем за 2 недели до наступления устойчивых заморозков.
<i>Предпосевная</i> Культивация	Рано весной (I-II декада апреля).	При наступлении физической спелости суглинистых почв — на глубину 6-8 см с целью закрытия влаги.

1	2	3
Боронование	Рано весной (I-II декада апреля).	При наступлении физической спелости супесчаных почв на глубину 5-7 см, с целью закрытия влаги.
Культивация	После внесения минеральных удобрений (I-II декада апреля).	На глубину 8-10 см, с целью заделки минеральных удобрений.
Обработка комбинированными агрегатами	Перед севом.	С целью выравнивания и уплотнения почвы, на глубину 4 см, разрыв между предпосевной обработкой и севом не более 1 дня.
<b>Система удобрения</b>		
Основное	Осенью, под вспашку.	Органические удобрения вносятся под предшественник. Дозы фосфорно-калийных удобрений $P_{40-60}K_{100-120}$ должны корректироваться с учетом почвенных запасов. Из калийных удобрений наиболее эффективен сернокислый калий, из фосфорных – суперфосфат с бором. Азотные удобрения применяются в дозе 100-120 кг/га д.в. в два приема. Первая доза (60-70 кг/га д.в.) вносится до посева в виде сульфата аммония, КАС, вторая – в подкормку.
Припосевное	Весной, под культивацию.	10-15 кг/га д.в. $P_2O_5$ в виде борного суперфосфата.
Подкормка	В рядки при посеве. В фазе 4-6-х листьев (I-II декада мая). В фазе бутонизации (I-II декада июня).	Внесение азотных удобрений в дозе 40-50 кг/га д.в. в виде аммиачной селитры. Внекорневая подкормка борной кислотой (0,2-0,4 кг/га) и комплексом молибдена (0,25-0,3 кг/га) может совмещаться с обработкой ядохимикатами. Расход рабочего раствора — 250-300 л/га.
Известкование	Осенью, под основную обработку почвы.	При pH ниже 5,8 — доломитовой мукой, доза определяется по гидролитической кислотности.

1	2	3
<b>Подготовка семян к посеву</b>		
Первичная очистка	Сразу после уборки (I-II декада августа).	С целью удаления крупных и влажных примесей.
Сушка	После первичной очистки.	Доведение семян до стандартной влажности (8-10 %).
Сортировка	После сушки.	Доведение семян до требований ГОСТа по чистоте (98 % — для элиты, 96 % для семян 1-3 репродукции) и всхожести (соответственно 80 и 70 %).
Протравливание	Не позднее, чем за 2 недели до посева.	Семена должны быть не ниже III репродукции. Витавакс 200, 75 % с.п. (2,0-3,0 кг/т) — против плесневения, корневых гнилей, пероноспороза; офтанол-Т, 50 % с.п. (40 кг/т) — против болезней и крестоцветных блошек. Расход воды — 10 л/т семян.
<b>Сев</b>		
	Южная зона — первая декада апреля, центральная и северная — II-III декада апреля.	Способ посева — сплошной рядовой, ширина междурядий — 15 см. Норма высева — 2-2,5 млн штук всхожих семян на га или 7-10 кг/га. Глубина заделки семян: на легких почвах — 2-2,5 см, на суглинках — 1,5-2 см.
<b>Уход за посевами</b>		
Боронование	Не позднее 4 дней после посева. В фазе 2-3-х листьев (конец апреля — начало мая).	В случае образования почвенной корки — легкими боронами по диагонали участка.
Химпрополка	Через 2-4 дня после посева до всходов. В фазе 3-5-х настоящих листьев.	Послевсходовое боронование средними зубowymi боронами поперек посева при высокой засоренности. Бутизан 400, 40 % к.с. (1,5-2,0 л/га), тропи 90, КЭ (1,0-1,5 л/га) — опрыскивание почвы против однолетних двудольных и однодольных сорняков. Лонтрел 300, 30 % в.р. — против ромашки и осота; фюзилад супер, КЭ (2,0 л/га), пантера, 4 % к.э. (0,75 л/га) — против злаковых сорняков.

1	2	3
Борьба с вредителями	В фазе всходов (II декада апреля - начало мая).	Суми-альфа, 5 % к.э. (0,2-0,3 л/га), децис экстра, 12,5 % к.э. (0,06 л/га), карате, КЭ (0,15 л/га) – против крестоцветных блошек.
Борьба с болезнями	В фазе бутонизации (I-II декада июня).	Децис экстра, 12,5 % к.э. (0,06 л/га), фастак, 10 % к.э. (0,1 л/га) – против рапсового цветоеда.
Десикация	В фазе конца цветения (конец июня - начало июля) За 5-10 дней до уборки.	Импакт, 25 % с.к. (0,5 л/га), альто супер, 33 % к.э. (0,4 л/га) – против альтернариоза, серой гнили. Раундап, 36 % в.р. (3,0 л/га), глифоган, 36 % в.р. (3,0 л/га), баста, 14 % в.р. (2,0 л/га) – для ускорения созревания, при влажности семян не выше 25 %. Расход воды — 50-100 л/га.
<b>У б о р к а у р о ж а я</b>		
Прямое комбайнирование	При влажности зерна 18-15 % и ниже (I-II декада августа).	Через 10-15 дней после десикации.
Раздельная уборка	Влажность семян — 35-30 %.	При побурении центральной кисти (десикация не проводилась).

Таблица 7.23

## ЛЕН-ДОЛГУНЕЦ

**Требования к почве:**

– тип, разновидность: наиболее пригодны легко- и среднесуглинистые почвы, подстилаемые моренным и лессовидным суглинком;

– оптимальные агрохимические показатели: рН — 5,0-5,5, содержание гумуса — 1,8-2,0 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O — не менее 150 мг/кг почвы.

**Сорта:** раннеспелые: М-12, Вита, Весна, Ритм, Балтучай, Борец, Пралеска, Лето, Старт;

среднеспелые: Дашковский, Нива, Лира, Згода, Блакіт, Алей, Форт, Родник, Сюрприз;

позднеспелые: Могилевский, К-65, Василек, Белинка, Лаура, Заказ, Прамень.

**Предшественники:** яровые и озимые зерновые. Поля должны быть чистыми от сорняков.

Приемы возделывания	Сроки выполнения работ	Описание приемов (цель, способы, глубина проведения, удобрения, пестициды, дозы и т. д.)
1	2	3
<b>Система обработки почвы</b>		
<i>Основная</i> Лущение стерни	Сразу после уборки предшественника (I-II декада августа).	Глубина — 6-8 или 10-12 см, в зависимости от засоренности посевов. Цель: сохранение влаги в почве, провокация сорняков на прорастание.
Вспашка	Примерно через 2 недели после лущения.	Выполняется на глубину A <sub>нах</sub> . Цель: заделка удобрений, растительных остатков, уничтожение сорняков.
Культивации (2-3) <i>Предпосевная</i>	По мере появления сорняков.	Глубина: первая – 10-12 см, последующие – 8-10 см. Цель: уничтожение сорняков, выравнивание поля.
Ранневесеннее боронование (легкие)	При наступлении физической спелости почвы	Глубина: 8-10 см. Цель: сохранение влаги в почве, уничтожение проростков сорняков,

1	2	3
почвы) или культивация (связные почвы) Культивация	(конец апреля - начало мая).	улучшение теплового и воздушного режимов почвы.
Предпосевная обработка комбинированными агрегатами	После внесения удобрений. Перед севом.	Глубина – 8-10 см. Цель: заделка удобрений. Глубина — 5-6 см Цель: выравнивание и прикатывание почвы, заделка удобрений, уничтожение сорняков.
<b>Система удобрения</b>		
Основное	Осенью, под вспашку (на связных почвах) или под предпосевную культивацию (на легких почвах).	На среднекультурных почвах следует вносить: N <sub>15-35</sub> , P <sub>30-60</sub> , K <sub>90-120</sub> . Фосфорно-калийные удобрения вносятся весной только на легких почвах, азотные – весной на всех почвах применяются. Можно применять новые формы комплексных удобрений с соотношением NPK 5:16:35 и 6:21:32. 10-15 кг/га P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в виде борного суперфосфата.
Припосевное Внесение микроудобрений	Одновременно с севом. Под предпосевную культивацию	При низкой обеспеченности почв микроэлементами (I группа) в почву можно вносить: бор – 0,5-1,0 кг/га д.в. (борная кислота), цинк – 2,0-3,0 кг/га д.в. (сернокислый цинк), молибден – 0,5-1,0 кг/га д.в. (молибденовокислый аммоний).
<b>Подготовка семян к севу</b>		
Сушка льняного вороха	Сразу после обмолота льна (II декада августа).	К посеву допускаются семена не ниже III репродукции. При поступлении вороха на сушильные пункты его необходимо загружать в сушилки в течение не более 6 часов. Ворох высушивают до влажности 15±3 %. Влажность семян должна быть 12 %.
Очистка семян	Сразу после очистки вороха.	Доведение до стандартной чистоты 97 %, всхожести – 80 %.

1	2	3
Протравливание или инкрустация	Заблаговременно или не позднее, чем за 2 недели до сева.	Препараты фунгицидного действия: витавакс 200, 75 % с.п. – 1,5-2,0 кг/т, фенорам-супер, 70 % с.п. – 2,0 кг/т, винцит, 5 % к.с. – 1,5-2,0 л/т и др. – против антракноза, фузариоза, полиспороза, аскохитоза и других болезней. При протравливании в раствор добавляют микроэлементы: борная кислота – 1,5-2,0, сернокислый цинк – 1,0-1,2 кг/га (количество препарата при этом снижается на 30 %).
<b>С е в</b>		
Способ сева – сплошной рядовой	При температуре почвы на глубине 5-10 см – 7-8 °С (начало мая).	Ширина междурядий — не более 7,5 см. Норма высева зависит от окультуренности почвы, сорта и колеблется от 18 до 25 млн шт. всхожих семян/га (90–125 кг/га) Глубина заделки семян на легких почвах до 3 см, на суглинистых – 1,5-2,0 см.
<b>У х о д з а п о с е в а м и</b>		
Борьба с почвенной коркой (боронование) Борьба с сорняками	На 2-3-й день после посева.  Осенью, после уборки предшественника. Фаза «елочки» льна (высота растений 4-10 см) – II-III декада мая.	При наличии почвенной корки на посевах. Цель: разрушение почвенной корки, уничтожение сорняков. Проводится сетчатými или легкими боронами поперек рядков. Гербициды: раундап (3-4 л/га) — против многолетних злаковых и двудольных сорняков. Агритокс, в.к. (0,7-1,2 л/га) или 2М-4Х, 750 г/л в.р. (0,5-0,75 л/га) – против однолетних двудольных сорняков, базагран М, 375 г/л в.р. (3-4 л/га), лонтрел 300, 30 % в.р. (0,1-0,3 л/га) – против ромашки, осотов и др.
Борьба с льняной блохой	Весной, за 1-2 дня до всходов.	Проводят краевые обработки поля шириной 20-25 м с использованием одного из инсектицидов: децис, к.э. (0,3 л/га), каратэ, к.э. (0,1-0,15 л/га) и др.
Борьба с болезнями	Фаза «елочки» льна.	Фунгициды: фундазол, 50 % с.п. – 1,0 кг/га, беномил, 50 % с.п. –

1	2	3
		1,0 кг/га и др. против антракноза, фузариоза, полиспороза и других болезней
Уборка урожая		
На волокно	Фаза ранней желтой спелости (II декада августа).	Различают 2 способа уборки: – однофазный (комбайновый): уборка в расстил на льнище, 2-3 — разовое оборачивания и подъем сухой тресты с одновременной вязкой в снопы или рулоны (при необходимости с искусственной досушкой снопов и рулонов); – двухфазный (раздельный): тербление льна в расстил на льнище с последующим (после подсыхания) одновременным обмолотом семенных коробочек и оборачиванием ленты, 1-2 — разовое оборачивание и подъем лент сухой тресты в снопы или рулоны.
На семена	Фаза желтой спелости (II декада августа).	Отвоз вороха после обмолота на пункт сушки не позднее, чем через 2 часа после наполнения прицепа.

Таблица 7.24

## ОДНОЛЕТНИЕ ТРАВЫ, ЯРОВОЙ ЯЧМЕНЬ (ОВЕС) + ГОРОХ на зернофураж

**Требования к почве:**

– тип, разновидность: дерново-подзолистые, легко- и среднесуглинистые, связносупесчаные почвы, подстилаемые моренным суглинком;

– оптимальные агрохимические показатели: рН — 6,0-6,5, содержание гумуса — не менее 1,8 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O — не менее 150 мг/кг почвы.

**Сорта:** горох – Белус, Труженик, Белорусский неосыпающийся, Комет, Беларусь; ячмень – Верас, Вежа, Гасцінец, Баронесса, Гонар, Тюрингия, Бурштын; овес – Дукаг, Альф, Стралец, Багач, Радиус, Белорусский голозерный. Для смеси подбирают районированные сорта кормового направления и с равной продолжительностью периода вегетации.

**Предшественники:** озимая рожь, пропашные культуры.

Приемы возделывания	Сроки выполнения работ	Описание приемов (цель, способы, глубина проведения, удобрения, пестициды, дозы и т. д.)
1	2	3
<b>Система обработки почвы</b>		
<i>Основная</i> Лущение стерни	III декада июля – I декада августа.	Сразу после уборки стерневых культур. Глубина лущения — 5-7 см, при наличии корневищных и корнеотпрысковых сорняков — 10-12 см.
Вспашка	Через 2 недели после лущения.	При появлении всходов сорняков после лущения или после 2-3-х кратного чизелевания или дискования на засоренных многолетними сорняками почвах на глубину A <sub>чиз.</sub>
Чизелевание или дискование	После уборки пропашных культур (конец сентября-начало октября).	Вместо вспашки на почвах, чистых от многолетних сорняков, на глубину 10-12 см в два следа.
<i>Предпосевная</i> Культивация	Конец апреля-начало мая.	Весной, при первой возможности выхода в поле. Культиваторами на глубину 6-8 см, поперек или по диагонали поля, с целью закрытия влаги.

1	2	3
Культивация	Конец апреля-начало мая.	После внесения минеральных удобрений. На глубину 10-12 см с целью заделки минеральных удобрений.
Обработка комбинированными агрегатами	Перед севом (конец апреля-начало мая).	С целью выравнивания и уплотнения почвы на глубину заделки семян (5-7 см). Разрыв между предпосевной обработкой и севом не более 1 дня.
<b>Система удобрения</b>		
Основное	Осенью, под вспашку или весной под культивацию.	Органические удобрения вносятся под предшественник. Средняя доза фосфорно-калийных удобрений $P_{60-80}K_{80-120}$ для получения урожая 50 ц/га зерна должна корректироваться с учетом почвенных запасов.
	Весной, под культивацию.	Азотные удобрения в дозе 60-80 кг/га д.в. применяются на почвах с содержанием гумуса менее 1,8 %, а также при неблагоприятных условиях азотфиксации (дефицит влаги, низкая температура). На почвах с содержанием гумуса более 1,8 %, в зависимости от доли гороха в посеве, вносят 30-65 кг/га д.в. азота.
Припосевное	В рядки при посеве.	10-15 кг/га д.в. $P_2O_5$ .
Известкование	Осенью, под основную обработку почвы.	При pH ниже 5,5 — пылевидной известью, доза определяется по гидролитической кислотности. Известкование лучше проводить под предшествующую культуру.
<b>Подготовка семян к севу</b>		
Первичная очистка	Сразу после уборки (I-II декада августа).	С целью удаления крупных и влажных примесей.
Сушка	После первичной очистки.	Доведение семян до стандартной влажности (14 %).

1	2	3
Сортировка	После сушки, в течение осенне-зимнего периода.	Доведение семян до требований ГОСТа по чистоте (98 % для элиты, 97 % для семян гороха, и соответственно 99 и 98 % для семян ячменя и овса) и всхожести (соответственно 90 и 85 % для семян гороха, 92 и 90 % для семян ячменя и овса). Семена должны быть не ниже III репродукции.
Протравливание	За 2 недели до посева.	Фундазол, 50 % с.п. (2,0 кг/т), дерозал, 50 % к.с. (2,5 л/т). Расход воды 5-10 л/т семян. В раствор добавляют прилипатели ( $NaKMnO_4$ – 200 г/т) и микроудобрения: борная кислота – 300 г/т, молибденовокислый аммоний – 250 г/т семян.
<b>Сев</b>		
Сев	Ранний, при температуре почвы +5 °С на глубине заделки семян (конец апреля-начало мая).	Способ посева – сплошной рядовой, с шириной междурядий 15 см. Норма высева смешанных семян: 3,0-3,5 млн штук всхожих семян/га (0,150-0,175 т/га) ячменя или овса и 1,2-1,4 млн/га (0,24-0,26 т/га) гороха. Бобовый компонент в смеси должен составлять 30-40 %. Глубина заделки семян — 3-4 см.
<b>Уход за посевами</b>		
Боронование	До всходов культуры (на 3-4 день после сева).	Длина корешка семени гороха не более 1 см и проростков ячменя 1,4-1,5 см. Проводится с целью борьбы со всходами сорняков, уничтожения почвенной корки.
	В фазе 2-5 листьев у гороха и 3-4-х листьев у ячменя (II декада мая).	При высокой засоренности посевов — в поперечном или диагональном направлении к направлению рядков.
Химпрополка	В фазе 3-5 листьев у гороха (II-III декада мая).	Базагран, 48 % в.р. (3,0 л/га), 2М-4Х, 75 % в.р. (1,3-1,6 л/га), 2М-4Х, 50 % в.р. (1,8-2,2 л/га) – против однолетних двудольных сорняков.
Борьба с вредителями	В фазе всходов (начало мая).	Децис, 2,5 % к.э. (0,2 л/га), суми-альфа, 5 % к.э. (0,3 л/га) – против клубеньковых долгоносиков. Обработка проводится в дневное

1	2	3
	В фазе 2-3-х листьев ячменя (II декада мая). В фазе колошения ячменя, вегетации гороха (I-II декада июля). В фазе бутонизации гороха (июль).	время в солнечную погоду, при наличии 15 жуков на 1 м <sup>2</sup> . Децис, 2,5 % к.э. (0,2 л/га), фозалон, 35 % к.э. (1,5 л/га) – против шведских мух, обыкновенной черемуховой тли. Суми-альфа, 5 % к.э. (0,2 л/га) – против шведских мух, большой злаковой тли, трипсов, гороховой тли.  Карбофос, 50 % с.п. (0,5-1,2 кг/га) – против гороховой плодовой жорки.
Уборка урожая		
Прямое комбайнирование	Влажность зерна ячменя 20-16 %, гороха – 25-20 % (I - II декада августа).	При сильной засоренности посевов или при полегании применяют раздельную уборку.

Таблица 7.25

## КЛЕВЕР ЛУГОВОЙ

**Требования к почве:**

– тип, разновидность: подзолистые и дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные почвы, пригодны эродированные дерново-подзолистые суглинистые почвы;

– оптимальные агрохимические показатели: рН — 6,0-7,0, содержание гумуса — 1,8-2,0 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 200-220, K<sub>2</sub>O — 180- 200 мг/кг почвы.

**Сорта:** Слуцкий раннеспелый, Минский позднеспелый, Цудоўны, Тернопольский 2, Долголетний, Витебчанин, Маро, Янтарный, Устойливы, Мерея.

**Предшественники:** картофель, кормовые корнеплоды, кукуруза, ячмень, пшеница, рожь, райграс однолетний, вико-овсяная смесь.

Приемы возделывания	Сроки выполнения работ	Описание приемов (цель, способы, глубина проведения, удобрения, пестициды, дозы и т. д.)
1	2	3
<b>Система обработки почвы</b>		
<i>Основная</i>		
Лушение	Сразу после уборки предшественника (I-II декада августа).	Глубина лушения – 6-8 см против однолетних и 10-12 см — против многолетних сорняков. Лушение проводится также для борьбы с почвообитающими вредителями.
Культивация	После уборки картофеля (сентябрь).	Культивация или чизелевание на глубину 10-12 см.
Вспашка	Через 8-10 дней после лушения или культивации, или сразу после уборки предшественника. В осенний период.	Плугами с почвоуглубителями на глубину A <sub>пах</sub> .
Культивация	Перед севом.	По мере появления сорняков, на глубину 10-12 см.
<i>Предпосевная</i>		
Культивация		Культиваторами в сцепке с боронами, на глубину 5-7 см, поперек

1	2	3
Обработка комби-нированными агрегатами	Перед севом.	или по диагонали к основной обработке почвы. С целью выравнивания и уплотнения почвы — на глубину 4 см, разрыв между предпосевной обработкой и севом не более 1 дня.
<b>Система удобрения</b>		
Основное	Под вспашку почвы для покровной культуры.	Органические удобрения вносят под предшественник. Азотные удобрения вносят под покровную культуру в дозе не более N <sub>60</sub> кг/га д.в. Средняя доза фосфорно-калийных удобрений P <sub>50-60</sub> K <sub>90-100</sub> для получения урожая 450-500 ц/га зеленой массы должна корректироваться с учетом содержания питательных веществ в почве.
Подкормки	В год посева, после уборки покровной культуры.	P <sub>20</sub> K <sub>20</sub> кг/га — на бедных почвах. Азотные удобрения в дозе 40-60 кг/га д.в. применяют при наличии менее 30 % клевера в составе травосмесей.
	В начале отрастания (III декада апреля).	P <sub>30</sub> K <sub>45</sub> кг/га – в первый год пользования клевера. Азотные удобрения в дозе 30-45 кг/га д.в. – во второй год пользования.
Известкование	После первого укоса (I декада июня).	Внекорневая подкормка микроэлементами: молибденовокислый аммоний, 52 % (150 г/га д.в.), борная кислота, 17 % (250 г/га д.в.) корректируется с их содержанием в почве и планируемой урожайностью.
	Под основную обработку почвы для покровной культуры.	P <sub>45</sub> K <sub>60</sub> кг/га д.в. — при выращивании клевера на семена. Проводят по наиболее требовательному компоненту травосмеси — доломитовой мукой, доза определяется по гидролитической кислотности.

1	2	3
<b>Подготовка семян к севу</b>		
Очистка Сушка Сортировка Протравливание с добавлением микроэлементов	Сразу после уборки. После первичной очистки. После сушки. За 2-3 месяца до сева (не позднее, чем за 2 недели).	С целью удаления крупных и влажных примесей. Доведение семян до стандартной влажности (13 %). Доведение семян до требований ГОСТа по чистоте и всхожести. Фундазол, 50 % с.п. (3 кг/т), беномил, 50 % с.п. (3,0 кг/т) – против корневых гнилей, семенной и почвенной инфекции; борная кислота, 17 % (1-2 кг/т), молибденовокислый аммоний, 52 % (3-4 кг/т). Расход рабочей жидкости 10 л/т семян.
Обработка бактериальными препаратами	В день сева.	Сапронит (200 мл + 2 л воды на гектарную норму семян) – инокуляция семян повышает устойчивость семян к грибным заболеваниям, компенсирует повреждения вредителями, ускоряет цветение.
<b>Сев</b>		
	Рано весной, при температуре почвы +1...3 °С (конец апреля-начало мая), одновременно с посевом яровой покровной культуры или попеременно рядков последней.	Способ сева – узкорядный с шириной междурядий 7,5 см, или разбросной. Норма высева 7-10, на семенные цели – 4-5 млн шт./га всхожих семян или соответственно 16-18 и 14-16 кг/га. В травяных смесях к семенам клевера добавляют 3-6 кг/га тимофеевки луговой или 5-7 кг/га овсяницы. Глубина заделки семян на легких почвах – 2-2,5 см, средней связности – 1,5-2,0 см, глинистых и суглинистых – 1 см.
<b>Уход за посевами</b>		
Уборка покровной культуры	I-II декада августа.	Зерновые убирают прямым комбайнированием при наступлении полной спелости с одновременным вывозом соломы. Однолетние травы – до их полегания, на высоте среза 8-10 см.
Ремонт травостоев	После уборки покровной культуры	

1	2	3
Подкашивание	туры (до 20 августа). III декада августа – I декада сентября.	Подсев тимофеевки (6-8 кг/га) или овсяницы луговой (10-12 кг/га) при сильном изреживании клевера. Переросшие травостои скашивают на высоте 7-9 см за 25-30 дней до прекращения вегетации.
Боронование	Весной, в течение 2-3 недель от начала отрастания.	Для борьбы с сорняками, клубеньковым долгоносиком, галлицей, склеротинией легкими боронами поперек посева.
Борьба с сорняками	После уборки предшествующей культуры (вспашка через 15-20 дней).  В фазе кушения покровной культуры, появление тройчатого листа у клевера (III декада мая - I декада июня).	Глиалка, 36 % в.р., раундап, 36 % в.р., утал, 36 % в.р. в дозе 6-7 л/га – опрыскивание по вегетирующим многолетним двудольным и злаковым сорнякам (пырей, осот, бодяк) вместо лущения стерни. Расход воды 200-300 л/га.
Борьба с сорняками	В течение 2-3 недель от весеннего отрастания до начала стеблевания. В фазе конца стеблевания-начала бутонизации после подкоса.	Базагран М, 37,5 % в.р. (3-4 л/га), агритокс, 50 % в.к. (1 л/га), хвастокс-экстра, 26 % в.р. (3,0-3,5 л/га), базагран, 48 % в.р.+2М-4Х, 75 % в.р. (2,0+0,7 л/га) – опрыскивание против однолетних и многолетних двудольных сорняков. Базагран, 48 % в.р. (2-3 л/га) – против однолетних двудольных сорняков.
Борьба с болезнями	В фазе конца стеблевания-начала бутонизации после подкоса. В фазе бутонизации.	Актеллик, 50 % к.э. (1,5 л/га), Би-58 новый, 40 % к.э. (1 л/га), диазол, 60 % к.э. (2,0-2,5 л/га), золон, 35 % к.э. (3 л/га), каратэ, 5 % в.р.г. (0,2 кг/га), суми-альфа, 5 % к.э. (0,2-0,3 л/га), фастак, 10 % к.э. (0,2 л/га) – опрыскивание посевов для получения семян против клеверных семеедов, долгоносиков, тли, трипсов, галлиц, клопов, совки. Расход рабочей жидкости – 200-300 л/га.
Обработка регуляторами роста	За 5-10 дней до уборки.	Бампер, 25 % к.э. (1 л/га), тилт, 25 % к.э. (1 л/га) – опрыскивание семенных участков

1	2	3
		ков против антракноза, аскохитоза, бурой пятнистости. Квартазин, 95 % кр.п. (1,6 кг/га) – опрыскивание семенных посевов клевера для повышения продуктивности. Баста, 15 % в.р. (1,5 л/га), реглон супер, 15 % в.р. (3-4 л/га) – опрыскивание посевов клевера для получения семян при созревании 75-80 % головок.
<b>У б о р к а у р о ж а я</b>		
Скашивание	В ранние фазы развития 2-3 укоса за вегетационный период. Первый укос – конец мая – первая половина июня.	В период стеблевания-бутонизации клевера и травосмесей – на травяную муку. В период бутонизации-начала цветения – на сенаж и сено.
Комбайнирование прямое	При побурении 90-95 % головок (II-III декада августа, при втором укосе).	В сухую погоду. Запаздывание с уборкой на 5-7 дней приводит к потере большей части урожая семян.
раздельное	При побурении 70-75 % головок.	Скашивание семенников с последующим двухфазным обмолотом при сырой погоде и неравномерном созревании.

### Примечания

\*

$A_{\text{п}}$  – глубина пахоты;

Инокуляция — обработка семян бобовых культур (горох, люпин, клевер и др.) бактериальными препаратами с целью улучшения азотфиксации.

Проводится только в день посева. Способствует увеличению урожайности и экономии азотных удобрений;

Десикация — обработка перед уборкой посевов сельскохозяйственных культур с целью ускорения созревания;

Обработка семян микроэлементами и физиологически активными веществами (ФАВ) — предпосевная обработка семян с целью повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к неблагоприятным факторам среды (засухе, заморозкам), болезням, увеличения урожайности. Можно проводить не только обработку семян, но и обработку посевов в период вегетации;

Калибровка семян — разделение семян по размерам (фракциям).

Применяется при использовании сеялок точного высева. Также способствует выделению фракции наиболее полноценных здоровых семян с хорошей всхожестью;

Проращивание семян — прием предпосевной подготовки семян (в основном овощных культур, а также клубней картофеля), способствующий ускорению появления всходов;

Инкрустация — протравливание семян сельскохозяйственных культур с добавлением прилипателей (*НаКМЦ*), микроудобрений, регуляторов роста;

с.п. — смачивающийся порошок;

к.с. — концентрат суспензии;

к.э. — концентрат эмульсии;

в.к. — водорастворимый концентрат;

в.р. — водный раствор;

д.в. — действующее вещество;

в.р.п. — водорастворимый порошок;

в.с.к. — водно-суспензированный концентрат.

Процентное содержание действующего вещества  
в минеральных удобрениях и коэффициенты пересчета элементов питания в физический вес

Вид и ассортимент удобрений	Действующее вещество	Содержание действующего вещества, %	Коэффициент пересчета элементов питания в физический вес
<i>Азотные</i>			
Аммиачная селитра	N	34–35	2,90
Сульфат аммония	N	20,5 % ( 24 % серы)	4,88
Карбамид (мочевина)	N	46 %	2,16
КАС (смесь растворов карбамида и аммиачной селитры)	N	28; 30; 32 %	3,57; 3,33; 3,12
<i>Фосфорные</i>			
Суперфосфат простой гранулированный	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	19,5	5,13
Суперфосфат двойной	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	46,0	2,17
Суперфос	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	38,0–41,0	2,63–2,44
<i>Калийные</i>			
Хлористый калий	K <sub>2</sub> O	60,0	1,67
Сульфат калия	K <sub>2</sub> O	48,0	2,08
Калийная соль	K <sub>2</sub> O	40,0	2,50
Сильвинит	K <sub>2</sub> O	14,0	7,14

Окончание табл. 7.26

Вид и ассортимент удобрений	Действующее вещество	Содержание действующего вещества, %	Коэффициент пересчета элементов питания в физический вес
<i>Сложные</i>			
Нитрофоска	N: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : K <sub>2</sub> O	11,0:11,0:11,0	9,09
	N: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : K <sub>2</sub> O	12,0:12,0:12,0	8,33
	N: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : K <sub>2</sub> O	15,0:15,0:15,0	6,67
Аммофос	N: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	12,0:52,0	8,33:1,92
Аммонизированный суперфосфат	N: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	8,0:30,0	12,5:3,03
	N: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	8,0:33,0	12,5:3,33
	N: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7,0:25,0	14,3:4,0
	N: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7,0:22,0	14,3:4,55
	N: P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7,0:19,0	14,3:5,26

Система машин, рекомендуемая для выполнения основных операций возделывания сельскохозяйственных культур

(\* – справочные данные для учебных целей)

Наименование. Операция	Единицы измерения	Состав агрегата		Обслуживающий персонал, чел.		Часовая производительность $W_{\text{ч}}$ га (т, ткм)/ч	Расход топлива $\Theta$ , кг/га (т, ткм) (электроэнергии, кВт ч/т)	Производитель агрегируемой машины
		энергетическое средство	сельскохозяйственная машина, оборудование	механизаторы	вспомогательные рабочие			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Основная и предпосевная обработка почвы								
1.1. Лушение и дискование стерни (глубина обработки 6–8 см)	га	«Беларус 1523»	Л-114 (БДТ-7,0)	1	-	4,30	4,60	ОАО «Лидсельмаш»
		«Беларус 2522»	Л-114 (БДТ-7,0)	1	-	5,3*	7,60*	То же
		«Беларус 1523»	Л-113 (БДТ-3,0)	1	-	1,96	5,40	"
		«Беларус 1523»	БНД-3,0 (БДН-3,0)	1	-	2,00	6,30	Минский ОЭМЗ
		«Беларус 1221»	ЛДГ-5А	1	-	3,37	2,60	ПО «Сибсельмаш» Россия

Продолжение табл. 7.27

1	га	«Беларус 1221»	Л-111	1	-	2,49	4,90	ОАО «Лидсельмаш»
		«Беларус 800/820»	БНД-3,0	1	-	3,4	6,20	УП «Минскагропром-маш»
		«Беларус 800/820»	Л-113	1	-	1,33	5,50	ОАО «Лидсельмаш»
		«Беларус 800/820»	Л-111	1	-	2,29	4,40	То же
1. При глубине обработки 8–10 см производительность снижается на 7,3 %, расход топлива увеличивается на 9 %.								
2. При глубине обработки 10–14 см производительность снижается на 11,4 %, расход топлива увеличивается на 15 %.								
1.2. Дискование пара, зяби и пласта многолетних трав (глубина обработки 6–8 см)	га	«Беларус 1523» К-701	Л-114 (БДТ-7,0) БДТ-7	1	-	4,19	4,70	ОАО «Лидсельмаш»
		ДТ-75М	Л-113 (БДТ-3,0)	1	-	1,93	5,60	То же
		«Беларус 1523»	Л-114 (БДТ-7,0)	1	-	3,61	4,20	"
		«Беларус 1523»	Л-113 (БДТ-3,0)	1	-	1,66	7,60	"
		«Беларус 1221»	Л-113 (БДТ-3,0)	1	-	1,26	8,80	"
1. При глубине обработки 8–10 см производительность снижается на 13,3 %, расход топлива увеличивается на 7,1 %.								
2. При глубине обработки 10–12 см производительность снижается на 25,9 %, расход топлива увеличивается на 32,1 %.								
1.3. Сплошная культивация почвы без боронования (глубина обработки 6–8 см)	га	К-701	КШУ-12	1	-	7,30	3,30	ПО «Красный Аксай» Россия
		К-701	КПЗ-9,7	1	-	5,04	5,50	То же
		«Беларус 1523»	КШП-8	1	-	4,07	4,50	"
		«Беларус 1523»	КШП-8	1	-	4,53	4,40	"

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		«Беларус 1523»	КПЗ-9,7	1	–	4,49	5,40	»
		«Беларус 1523»	КСО-6	1	–	4,10	4,20	Борисовская РАПТ
		Т-150К	КУ-5,1	1	-	2,90	8,10	Ляховичская РАПТ
		Т-150К	КУН-5А	1	-	3,37	7,60	-
		«Беларус 1523»	КПС-8	1	-	4,89	3,40	ПООО «Техмаш»
		«Беларус 1523»	КШП-8	1	-	4,26	4,20	ПО «Красный Аксай» Россия
		«Беларус 1523»	ККС-8	1	-	4,00	3,90	Дзержинская РАПТ
		«Беларус 1523»	КУ-5,1	1	-	2,79	6,80	Ляховичская РАПТ
		«Беларус 1221»	КСО-6	1	-	3,97	3,60	Борисовская РАПТ
		«Беларус 1221»	КШП-8	1	-	3,93	3,80	ПО «Красный Аксай» Россия
		«Беларус 1221»	КПН-5,6	1	-	3,63	3,40	ПО «Кузлитмаш» г.Пинск
		«Беларус 1221»	КСМ-5,4	1	-	3,52	4,00	То же
		«Беларус 1221»	КУ-5,1	1	-	2,60	8,90	Ляховичская РАПТ
		«Беларус 1221»	2КПН-4	1	-	4,74	3,00	ПО «Кузлитмаш» г.Пинск
		«Беларус 1221»	2КПС-4	1	-	5,00	2,70	ПООО «Техмаш»
		«Беларус 800/820»	КСМ-5,4	1	-	3,13	3,30	ПО «Кузлитмаш» г.Пинск
		«Беларус 800/820»	КУ-4,2	1	-	2,93	2,80	То же
		«Беларус 800/820»	АК-3,6	1	-	2,49	4,90	Борисовская РАПТ

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		«Беларус 320»	КПН-1,8	1	-	1,11	3,00	ПО «Кузлитмаш» г.Пинск
		«Беларус 800/820»	КВФ-2,8	1	-	1,37	4,70	То же
		Т-30	КПН-1,8	1	-	1,11	3,80	»
		Т-25А	КУ-2,1	1	-	1,24	3,20	Ляховичская РАПТ
		Т-25А	КПН-1,8	1	-	1,07	3,70	ПО «Кузлитмаш» г.Пинск
		«Беларус 800/820»	КПС-4	1	-	2,5	3,3	ПООО «Техмаш»
* 1. При глубине обработки 8–10 см производительность снижается на 3,4 %, расход топлива увеличивается на 5,5 %.								
2. При глубине обработки 10–14 см производительность снижается на 7,1 %, расход топлива увеличивается на 9,1 %.								
1.4. Вспашка	га	«Беларус 2522»	ППН-8.30/50	1	–	2,22	12,30	Полунавесной, рессорный ПО «Минский тракторный завод»
		«Беларус 2102»	ППН-8.30/50	1	–	2,03	11,60	То же
		«Беларус 1523»	6-корпусный	1	–	1,47	10,14	Полунавесной, рессорный Kverneland
		«Беларус 1221»	5-корпусный	1	–	1,25	11,73	То же
		К-701	ППП-7-40	1	–	2,07	19,20	Навесной, пневматический РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси»

Продолжение табл. 7.27

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		«Беларус 2522»	8-корпусный ВВ-100	1	–	2,27	11,60	Полунавесной, рессорный Kverneland
		«Беларус 1221»	ПНГ-4-43	1	–	0,92	18,72	Навесной, поворотный ПРУП «Минский завод шестерен»
		«Беларус 1221»	ПКМ-5-40Р	1	–	1,20	13,37	Полунавесной, рессорный ПРУП «Минский завод шестерен»
		«Беларус 1523»	ПКМ-6-40Р	1	–	1,36	11,69	То же
		«Беларус 1221»	ПГП-4-40-2А	1	–	1,03	14,95	Навесной, рессорный ОАО «Оршаагропромаш»
		«Беларус 1221»	ПКМП-4-40Р	1	–	0,93	18,45	Навесной, рессорный ПРУП «Минский завод шестерен»
		«Беларус 800/820»	ПКМП-3-40Р	1	–	0,76	15,98	То же
		«Беларус 1522»	ППЗ-5-40К	1	–	1,12	17,99	Полунавесной, рессорный ОАО «Оршаагропромаш»

336

Продолжение табл. 7.27

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		«Беларус 1523»	5-корпусный ES-95	1	–	1,30	13,50	Навесной, оборотный, рессорный Kverneland
		«Беларус 1221»	ППО-5-40	1	–	0,97	18,10	Полунавесной, оборотный, рессорный ДП «Минойтовский ремзавод»
		«Челинжер 95Е» Class	11-корпусный Vari – Titan	1	–	3,53	12,10	Полунавесной, оборотный, пружинный Lemken
		«Favorit 926 Vario Fend»	9-корпусный Varilibre SPER Y8916	1	–	2,30	12,4	Полунавесной, гидравлический, оборотный Gregori Besson
		«New Holland TG-285»	8-корпусный HA 160-8-80	1	–	2,10	15,9	Полунавесной, гидравлический, оборотный Rabe Werk
		«John Deere - 8420»	7-корпусный PG-100	1	–	1,98	16,00	Полунавесной, рессорный, оборотный Kverneland
		«Беларус 1523»	4-корпусный ES-95	1	–	1,17	14,77	Навесной, рессорный, оборотный Kverneland

337

Продолжение табл. 7.27

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.5. Дискование	га	«Беларус 1523»	5-корпусный SPU-9	1	-	1,29	11,85	Полунавесной, гидравлический, оборотный Gregori Besson
		«Беларус 1221»	ППО-4-40	1	-	0,73	20,50	Полунавесной, оборотный, рессорный ДП «Минойтовский ремзавод»
		«Беларус 1221»	БПД-3MW	1	-	2,1	7,0	УП «Минскагропромаш»
		«Беларус 1523»	БПД-3MW	1	-	2,9	7,8	То же
		«Беларус 1221»	БПД-5MW	1	-	2,8	6,4	"
		«Беларус 1523»	БПД-5MW	1	-	3,8	7,3	"
		«Беларус 2522»	БПД-5MW	1	-	5,3*	7,6*	"
1.6. Культивация с боронованием	га	«Беларус 800/820»	БДН-2,0 (БНД-2,0)	1	-	1,4*	7,7*	"
		«Беларус 1523»	КН-6,3	1	-	6,3*	3,9*	РУП «Лидагропромаш»
		«Беларус 800/820»	КП-4	1	-	2,6	3,8	То же
		«Беларус 1221»	КП-4	1	-	2,9	4,3	"
		T-150K	КШП-8+ 8БЗСС-1,0	1	-	3,24	4,6	ПО «Красный Аксай» Россия Слущкое МПО
		T-150K	2КПС-4+	1	-	5,29	4,61	ПООО «Техмаш»

Продолжение табл. 7.27

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.7. Боронование	га	«Беларус 1523»	КШП-8+ 8БЗСС-1,0	1	-	3,45	4,32	
			СП-11А+ 8БЗСС-1,0					Слущкое МПО
		«Беларус 800/820»	СП-11А+ 9БЗСС-1,0	1	-	5,47	1,52	Слущкое МПО
		«Беларус 1523»	СП-16+ 9ЗБП-0,6А (Л-301)	1	-	6,26	2,92	Посевные, Могилевский ОЭЗСА ОАО «Лидсельмаш»
		«Беларус 800/820»	БНЗ-5,7	1	-	4,2	1,6	Навесная, 7 секций, УП «Минскагропромаш»
		T-25А	АБ-5	1	-	2,1	0,9	Прополка зерновых культур, навесной Ляховичская РАПТ
1.8. Обработка комбинированными агрегатами	га	«Беларус 800/820»	АКШ-3,6 (АКШ-3,6-01)	1	-	2,47	3,69	АП «Гидросельмаш» г.Пинск
		«Беларус 1221»	АКШ-3,6	1	-	2,47	6,0	То же
		«Беларус 1221»	АКШ-6	1	-	2,6*	5,3*	"
		«Беларус 1523»	АКШ-6	1	-	3,1*	6,2*	"
		«Беларус 1523»	АКШ-7,2	1	-	4,27	4,49	"
		К-701	АКШ-7,2	1	-	3,60	4,14	"
		«Беларус 2522»	АПУ-6,5	1	-	5,22	6,11	ПО «Кузлитмаш» г.Пинск
		К-701	РВК-7,2	1	-	5,10	5,39	ПО «Красный Аксай» Россия

Продолжение табл. 7.27

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.9. Чизелевание	га	«Беларус 1523»	РВК-5,4	1	–	2,47	3,69	То же
		«Беларус 800/820»	АК-3,6	1	–	2,9	6,9	Борисовский РАПТ
		«Беларус 800/820»	АК-3	1	–	2,3	7,0	То же
		«Беларус 1523»	КЧ-5,1	1	–	2,33	8,24	ПООО «Техмаш»
		«Беларус 1523»	КЧ-5,1	1	–	1,51	19,2	То же
		«Беларус 1523»	АЧУ-2,8	1	–	1,1*	12,1*	Навесной, РУП
								«Лошицкий завод «Агромаш»
		«Беларус 800/820»	АЧУ-2,8	1	–	0,9*	9,4*	То же
		«Беларус 1221»	КПМ-4,2	1	–	1,9	8,63	"
		«Беларус 1523»	КЧН-5,4	1	–	3,9	10,1	Навесной Вилейский РЗ
1.10. Выравнивание почвы	га	«Беларус 800/820»	КЧН-1,8	1	–	1,3	9,9	То же
		ВТ-100	ВПН-5,6	1	–	3,4	3,54	Грязинский культиваторный завод
		«Беларус 1523»	ВПН-5,6	1	–	3,4	6,07	То же
1.11. Прикатывание почвы	га	«Беларус 1523»	ВПН-5,6	1	–	3,6	6,17	"
		Т-150	КЗК-10	1	–	4,67	3,71	Гуляйпольский РМЗ Украина
		«Беларус 1523»	КЗК-10	1	–	4,87	4,19	То же
		Т-150К	КЗК-10	1	–	4,72	3,92	То же
		ВТ-100	КЗК-10	1	–	4,61	2,41	"

340

Продолжение табл. 7.27

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		«Беларус 1523»	3-3ККШ-5,2Г	1	–	2,1	3,3*	ДП «Спектр» РУПП «Бобруйскагромаш»
		«Беларус 1523»	СП-11А+ 3-3ККШ-6	1	–	5,42	3,07	–
		ВТ-100	СП-11А+ 3-3ККШ-6	1	–	4,78	1,94	–
		«Беларус 1523»	СП-11А+ 3-3КВГ-1,4	1	–	5,10	3,26	–
		«Беларус 1523»	СП-11А+ 3-3КВГ-1,4	1	–	4,88	3,41	–
		Т-30	3КВГ-1,4	1	–	1,96	1,45	–
		ВТ-100	СП-11А+ 3-3КВГ-1,4	1	–	4,40	2,10	–
2. Погрузка и внесение органических удобрений								
2.1. Погрузка органических удобрений; укладка навоза в бурты	т	Погрузчик одноковшовый фронтальный	Амкодор 342А (ТО 28А)	1	–	192,0*	0,19*	Фронтально-перекидной ОАО «Амкодор-Ударник», г. Минск
			Амкодор 333С (ТО 18Б)	1	–	152,0*	0,18*	"
		«Беларус 820»	П10М	1	–	76,0*	0,22*	ПО МТЗ

341

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2.2. Транспортировка (3 км) и внесение органических удобрений (внесение твердых органических удобрений)	Т	«Беларус 1523»	ПРТ-11	1	–	9,3	2,0	РУПП «Бобруйскагропромаш»	
		«Беларус 800/820»	ПРТ-7А	1	–	5,6	1,5	То же	
		«Беларус 800/820»	МТТ-4	1	–	3,5	2,3	»	
		«Беларус 1221»	МТТ-7	1	–	5,1	1,6	»	
	(внесение жидких органических удобрений)	Т	«Беларус 1221»	МТТ-10	1	–	10,8	1,9	»
			«Беларус 800/820»	МЖТ-6	1	–	5,0	1,8	»
			«Беларус 1221»	МЖТ-8	1	–	8,8	2,1	»
			«Беларус 1523»	МЖТ-11	1	–	9,4	2,0	»
			Т-25А	ПЖ-2,5	1	–	2,1	2,3	»
			«Беларус 800/820»	РЖТ-4М (ПЖТ-5)	1	–	3,3	2,2	ОАО «Оршаагропромаш»
2.3. Укладка навоза в бурты	Т	ПЭА-1,0	-	1	–	150,0	0,18	Автономный, ОАО «Коломнасельмаш»	
		ПЭС-1,0	-	1	–	125,0	0,15*	Погрузчик-экскаватор на базе «Беларус 800/820», завод «Мозырмелиормаш»	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3. Смешивание, погрузка, транспортировка и внесение минеральных удобрений								
3.1. Погрузка минеральных удобрений	т	«Беларус 800/820»	Амкодор 333С	1	–	102,0*	0,19*	ОАО «Амкодор-Ударник» г. Минск
3.2. Транспортировка и внесение минеральных удобрений: - твердые минеральные удобрения;	га	«Беларус 820»	П10М	1	–	14,4*	0,42*	ПО МТЗ
		«Беларус 1221»	РДУ-1,5	1	–	15,0*	0,9*	Дисковый, ОАО «Полоцкий завод «Проммашремонт»
		«Беларус 1221»	РДУ-3,0			16,0*	1,0*	
		«Беларус 800/820»	АВУ-0,7	1	–	6,0	1,0	ОАО «Брестсельмаш»
		«Беларус 1221»	АВУ-0,7	1	–	9,0	1,5	То же
		«Беларус 800/820»	РУ-1000	1	–	25,0	0,8	ОАО «Бобруйскагропромаш»
								ОАО «Лидиагропромаш»
		«Беларус 800/820»	РШУ-12	1	–	5	1,65	РУПП «Бобруйскагропромаш»
		«Беларус 800/820»	МСВД-0,5	1	–	12,0*	0,9*	То же
		«Беларус 800/820»						
«Беларус 800/820»	МТТ-4У	1	–	9,0*	0,9*	»		
«Беларус 800/820»	МТТ-4Ш	1	–	7,0*	1,3*	»		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сеялка удобрений  - жидкие минеральные удобрения; - пылевидные химмелиоранты  Машина штанговая для высокоточного внесения минеральных удобрений	га	«Беларус 800/820»	РУС-07А	1	–	7,5	1,4	Навесное приспособление, РУПП «Бобруйскагро-ромаш»
		«Беларус 800/820»	СУ-12	1	–	7–12*	1,0–1,7	
		Т-25А	Л-116	1	–	12*	0,4*	ОАО «Лидсельмаш»
		«Беларус 800/820»	АПЖ-12	1	–	10*	0,9*	РУПП «Бобруйскагро-ромаш»
		«Беларус 1523»	МШХ-9	1	–	12,0	2,0*	То же
		«Беларус 2522»	РУП-14	1	–	11,2	2,4	То же
«Беларус 1523»	МШВУ-18	1	–	18,0*	1,4*	То же		
4. Послеуборочная обработка и подготовка семян к посеву (посадке)								
4.1. Предварительная очистка	т	61,7 кВт	МПО-50	1	–	50	(1,23)	АО «Воронежсельмаш»
		9,5 кВт	ОВС-25А	1	1	22,5	(2,2)	То же
		13,1 кВт	ЗМ-10 (К-527)	–	1	10	(1,3)	Оршанский ТРЗ
4.2. Очистка и сушка	т	201 кВт	КЗС-25Ш	1	1	20	(9,4)	То же (для хозяйств с валовым сбором зерна до 3000 т)
		157 кВт	КЗС-25	1	1	20	(6,7)	То же
		319 кВт	КЗС-50	1	1	40	(7,9)	АО «Воронежсельмаш»
								АО «Брянксельмаш»

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.3. Вторичная сортировка и очистка 4.4. Протравливание - инкрустация; - зерновые, зернобобовые;	т	89,9 кВт и печное бытовое топливо	Типа М-819	–	1	20	160 кг/ч 4,49 кВтч/т	Шахтная, Полоцкий АРЗ
		580 кВт и печное бытовое топливо	СЗК-8	–	1	8	50 кг/ч 50,1	АО «Амкодор-Можа» г.Минск
		700 кВт и печное бытовое топливо	СЗК-8-1	1	1	12	5,4 кг/ч 3,93 кВтч/т	ОАО «Брестсельмаш»
		1400 кВт и дизельное топливо	СЗШР-16	1	2	20	80 кг/ч 2,8 кВтч/т	То же
		Электропривод	СВУ-5А	1	–	5,5	(1,1*)	–
		4,7 кВт	ПС-10А	1	–	16,5	(0,24)	АО «Гатчинсельмаш», Россия
		Электропривод	ПСШ-5	1	2	5	(0,5)	Макошинский завод «Сельхозмашин», Украина
		Электропривод	ПСШ-3	1	1	3,5	(0,23)	То же
		Электропривод	КПС-10	1	1	10,0	(1,66*)	Завод «Спецэле- ватормельмаш» г.Кропоткин
Электропривод	КПС-40	1	2	21,0	(2,27*)	То же		

Продолжение табл. 7.27

1	2	3	4	5	6	7	8	9
- картофель  4.5. Сортировка, калибровка картофеля  4.6. Погрузка в загрузчик сеялок	т	5 кВт	ПСК-15	1	1	12	(0,33)	Самоходный автоматизированный, перспективный
		5 кВт	УПС-10	1	1	12	(0,42)	Блочно-модульная установка, автоматизированная, перспективная
	т	Электропривод	ПКМ-15	1	1	15	(0,25*)	УП «Экспериментальный завод РУНИП «ИМСХ»
		2,25 кВт	«Гуматокс-С»	-	2	3,5	(0,64)	Венгрия
	т	10 кВт	ПКСП-25	1	6	25	(0,40)	Завод «Бобруйскагропромаш»
		64,9 кВт	КПС-25	1	14	25	(2,59)	ПО «Рязсельмаш», Россия
	т	16 кВт	КПС-15В	1	8	15	(1,02)	То же
		1,5 кВт	ПШП-4	1	-	4,0	(0,38)	Волковысский завод литейного оборудования
		10,8 кВт	ПШК-1	1	-	100,0	(0,12)	ГП «Могилевский завод «Строймашина»
		7 кВт	ЗМ-30	-	1	25	(0,28)	-
10,5 кВт		ЗПС-100	-	1	100	(0,11)	АО «Воронежсельмаш», Россия	
		9,1 кВт	ЗПС-60	-	1	55	(0,6)	То же

346

Продолжение табл. 7.27

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5. Посев (посадка) сельскохозяйственных культур								
5.1. Транспортировка семян в поле и загрузка сеялок	т	ГАЗ-53-12	ЗАУ-3	1	-	3,55	3,74	НИКТИМсельхоз- химмаш
		ГАЗ-53Б	ЗА3-1	1	-	10,2*	0,34*	Каменецкая РАПТ Свислочская РАПТ
5.2. Посев зерновых и зернобобовых культур	га	ГАЗ-СА3-4509	ЗС-4	1	-	1,93	1,89	-
		Т-30	СПУ-3 (СПУ-3Д)	1	-	1,8	3,6	РУП«Лидагропромаш» Брестский ЭМЗ
		«Беларус 800/820»	СПУ-4 (СПУ-4Д)	1	-	2,3	3,6	То же
		«Беларус 800/820»	СПУ-6 (СПУ-6Д)	1	-	3,5	3,2	"
		«Беларус 1221»	СПУ-6 (СПУ-6Д)	1	-	5,5	5,1	"
		«Беларус 1221»	СПП-3,6	1	-	3,01	4,21	Прямой посев, подсев в дернину Брестский ЭМЗ
		«Беларус 800/820»	С-6	1	-	3,9	3,5	Брестский ЭМЗ
		«Беларус 800/820»	СЗ-3,6	1	-	4,5	3,7	АО «Белинсксельмаш»
		«John Deere- 8430»	Terra Triile (посевной агрегат)	1	-	3,57	9,1	

347

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
5.3. Посев трав	га	«Беларус 800/820»	СЗТ-3,6	1	–	2,0	3,6	Подсев трав под покров зерновых культур То же	
		«Беларус 800/820»	СПУ-6Д						
		«Беларус 800/820»	СПУ-6	1	–	3,38	1,53		
		«Беларус 2522»	Aliante-400	1	–	2,42	17,5		
	5.4. Посев корнеплодов	т	Вручную			–			
			Вручную		1		1,0		
	5.4.1. Погрузка семян: - затаривание в мешки; - погрузка в транспортное средство.	га	«Беларус 800/820»	RAU Kleine	1		0,5		
			«Беларус 800/820»		1		1,47	2,8	
	5.4.2. Посев	га	«Беларус 800/820»	ССТ-12Б	1	–	1,27	8,74	АО «Красная Звезда», г.Кировоград
			«Беларус 800/820»	ССТ-12В	1	–	1,4	3,1	То же
«Беларус 1221»			ССТ-12В	1	–	1,8	3,9	Междурядье 45 и 60 см	
«Беларус 800/820»			ССТ-8	1	–	1,3	3,4	То же	
«Беларус 1221»			ССТК-8	1	–	1,6	4,1	"	
«Беларус 800/820»			СТВ-12 «Полесье»	1	–	1,33	5,80	ПО «Гомсельмаш»	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.5. Посев кукурузы	га	«Беларус 800/820»	СУПН-8А	1	–	1,54	4,7	АО «Красная Звезда», г.Кировоград
		«Беларус 800/820»	СУПН-8М	1	–	2,20	3,78	То же
		«Беларус 1221»	Aliante МТ-8Е	1	–	2,14	1,85	
5.6. Посев льна-долгунца	га	«Беларус 800/820»	СЗЛ-3,6	1	–	1,54	4,78	АО «Белинсксельмаш»
		«Беларус 800/820»	СПУ-4ЛЦ	1	–	2,4	2,6	РУПК«Лидагропроммаш»
		«Беларус 800/820»	СПУ-6ЛЦ	1	–	3,4	2,1	То же
5.7. Посадка картофеля	га				–			
		«Беларус 800/820»	ОКГ-4	1	–	1,9	3,9	Медурядье 70 см ОАО «Дзержинский МРЗ», ОАО «Гидросельмаш»
		«Беларус 800/820»	ОКГ-4	1	–	2,6	2,9	Междурядье 90 см То же
5.7.2. Посадка -с внесением удобрений;	га	«Беларус 800/820»	КВК-4	1	–	0,7	9,6	Кобринский РЗ
		«Беларус 800/820»	КСМ-4	1	–	1,14	9,47	ОАО «Лидсельмаш»

1	2	3	4	5	6	7	8	9
- без внесения удобрений.		«Беларус 800/820»	КСМГ-4	1	-	1,0	11,1	То же
		«Беларус 800/820»	Л-202	1	-	0,92	5,9	Медурядье 70 см
		«Беларус 800/820»	Л-207	1	-	1,23	4,7	Медурядье 90 см
		Т-25А	Л-201	1	-	0,45	8,4	ОАО «Лидсельмаш»
		«Беларус 800/820»	Л-204	1	1	0,5	9,6*	Посадка пророщенного картофеля
6. Уход за посевами (посадками)								
6.1. Химическая защита растений								
6.1.1. Транспортировка воды для приготовления рабочих растворов	т	«Беларус 800/820»	РЖТ-4А	1	-	10,62	0,78	Оршанский ГРЗ
		«Беларус 800/820»	ЗЖВ-3,2	1	-	11,0	0,76	-
		«Беларус 800/820»	РЖУ-3,6	1	-	12,15	0,78	-
		«Беларус 800/820»	МЖТ-6	1	-	9,2	0,8	Завод «Бобруйскагро-ромаш»
		«Беларус 800/820»						
6.1.2. Приготовление рабочего раствора	т	«Беларус 800/820»	АПЖ-12	1	-	9,2	0,7	ОАО «Львовсельхоз-маш»
6.1.3. Заправка опрыскивателей	т	«Беларус 800/820»	МЖТ-6	1	-	2,7	2,6	Завод «Бобруйскагро-ромаш»

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6.1.4. Обработка посевов (хим-прополка растений, обработка против болезней и вредителей, десикация, обработка регуляторами роста, борьба с полеганием растений)	га	«Беларус 800/820»	ОПШ-15М	1	-	6,39	1,30	ОАО «Мекосан»
		«Беларус 800/820»	Мекосан-650-12	1	-	6,65	1,26	То же
		«Беларус 800/820»	Мекосан 2000-12	1	-	7,5	1,20	"
		«Беларус 800/820»	Мекосан 2000-18	1	-	11,0	0,80	"
		«Беларус 800/820»	Мекосан 2500-18	1	-	12,0	0,90	"
		«Беларус 800/820»	Мекосан 630-12	1	-	9,0	1,30	"
		«Беларус 800/820»	ОТМ2-3	1	-	7,0	1,30	"
		«Беларус 800/820»	ОПО-18	1	-	12,0	1,10	"
6.2. Боронование (см. п. 1.6)								
6.3. Прикатывание (см. п. 1.10)								
6.4. Междурядная обработка: - картофеля	га	«Беларус 800/820»	КОН-2,8А(Б)	1	-	1,22	4,7	Грязинский культиваторный завод
								Россия
		«Беларус 800/820»	КРН-5,6Б	1	-	1,96	3,7	То же
		«Беларус 800/820»	КОН-3	1	-	2,1	4,8	Вилейский РЗ
		«Беларус 800/820»	АК-2,8	1	-	2,0	5,1	Полоцкий РЗ
		«Беларус 800/820»	Л-115	1	-	2,2	4,2	ОАО «Лидсельмаш»
Т-30	Л-803	1	-	1,1	3,1	То же		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
- корнеплодов	га	«Беларус 800/820»	КМС-5,4-01	1	-	1,5	6,0	ПО «Кузлитмаш», г.Пинск
		«Беларус 800/820»	УСМК-5,4В	1	-	1,4	4,3	АО «Красный Аксай», Россия
6.5. Шаровка корнеплодов	га	«Беларус 800/820»	УСМК-5,4В	1	-	1,8	3,5	То же
6.6. Прополка корнеплодов: с прорывкой и рыхлением в рядках	га	Вручную		-	1	0,01		-
		То же		-	1	0,007		
7. Уборка сельскохозяйственных культур								
7.1. Уборка зерновых, зернобобовых культур и семенников трав								
7.1.1. Прямое комбайнирование	га							
		«Дон-1500А(Б)»		2	-	2,0	12,7	Пропускная способность 8 кг/с, То же
		КЗС-7 «Полесье»		2	-	1,78	10,7	Пропускная способность 7 кг/с, ПО «Гомсельмаш»
		КЗР-10 «Полесье-Ротор»		2	-	2,0	15,0	Пропускная способность 10 кг/с, То же
		«LEXION-560»		2	-	1,86	21,5 л/га	
		«Лид-1300»		2	-	1,87	12,74	Пропускная способность 7 кг/с, ширина жатки 6,0 м РУП «Лидагропромаш»

352

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7.1.2. Раздельное комбайнирование: - скашивание в валки;	га	СК-5М «Нива»	ЖСК-4Б	1	-	1,64	7,89	Барановичская КСБ
		КЗС-7 «Полесье»		1	-	0,77	10,0	ПО «Гомсельмаш»
- подбор и обмолот валков.	га	СК-5М «Нива»	ППТ-3А (ПТК-3)	1	-	0,70	17,99	АО «Ростсельмаш»
		КЗС-7 «Полесье»		1	-	0,57	13,5	ПО «Гомсельмаш»
7.1.3. Транспортировка зерна к пункту доработки (5 км)	ткм	«КамАЗ-55102»		1	-	22,0	0,26	Камское объединение по производству большегрузных автомобилей
		«ЗИЛ-130»		1	-	15,2	0,24	Московский автозавод им. Лихачева
	т	«ГАЗ-САЗ-3507»		1	-	3,96	2,05	Горьковский автозавод Саранский завод автосамосвалов
7.2. Уборка картофеля и корнеплодов:								
7.2.1. Уборка ботвы: - без погрузки в транспортное средство;	га	«Беларус 800/820»	КИП-1,5 (КИР-1,5)	1	-	0,55	15,2	АП «Гидросельмаш» г.Пинск
		«Беларус 800/820»	БД-6	1	-	0,84	7,4	АО «Тернопольский комбайновый завод»

353

Продолжение табл. 7.27

1	2	3	4	5	6	7	8	9
- с погрузкой в транспортное средство.  7.2.2. Уборка корнеплодов: - с погрузкой в транспортное средство;  - с укладкой в валки.	га	«Беларус 800/820»	БМ-6Б	1	-	0,8	13,2	То же
		«Беларус 800/820»	МБК-2,7	1	-	0,8	13,2	»
		«Беларус 800/820»	МБШ-6	1	-	0,9	12,0	ОАО «Лидсельмаш»
	га	«КС-6Б»		1	-	0,95	23,36	АО «Тернопольский комбайновый завод»
		«КС-6В»		1	-	0,56	22,5	То же
	га	«МКП-6»		1	-	0,9	15,4	ОАО «Лидсельмаш»
		«УЭС-250 «Полесье»	КСН-6	1	-	1,5	14,0	Уборка ботвы и корней с укладкой в валок ПО «Гомсельмаш»
		«Беларус 800/820»	ККГ-1,4А	1	-	0,25	39,0*	Прицепной, грохотного типа, ПО «Рязсельмаш»
		«Беларус 800/820»	ППК-6	1	-	1,3	7,3	Подбор из валков с погрузкой в транспорт ПО «Гомсельмаш»
		«Беларус 1221»	ППК-6	1	-	1,5	6,3	То же

354

Продолжение табл. 7.27

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7.2.3. Уборка картофеля: - комбайнами;  - копателями;	га	СПС-4,2А		1	2	108*	0,60*	Самоходный свеклопозужчик - очиститель, на базе трактора кл.1,4 АО «Днепропетровский комбайновый завод»
		«Беларус 800/820»	КПК-2-01	1	2	0,17	52,4	ПО «Рязсельмаш»
		«Беларус 800/820»	Л-605	1	4	0,28	23,6	ОАО «Лидсельмаш»
	га	«Беларус 800/820»	Л-606	1	4	0,27	21,8	То же
		«Беларус 800/820»	ПКК-2	1	-	0,34	28,69	-
		«Беларус 800/820»	ПКК-2-02	1	-	0,25	24,0	-
		«Беларус 800/820»	КТН-2В	1	-	0,3	38,0	На легких почвах То же
		«Беларус 800/820»	Л-670	1	-	0,57	19,5	То же
		«Беларус 800/820»	КСТ-1,4	1	-	0,6	36,0	На тяжелых почвах То же
		«Беларус 800/820»	КЭП-1,4	1	-	0,34	16,8	»

355

Продолжение табл. 7.27

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
-подбор клубней за копателями. 7.2.4. Транспортировка к месту сортировки или хранения: - корнеплодов;  - картофеля.	га	Т-30	КТН-1Б (Л-651)	1	-	0,3	22,7	Однорядный То же	
		Вручную		-	6	0,3			
	т	«Беларус 1221»	2ПТС-6	1	-	7,5	1,6	Завод «Бобруйскагромаш»	
		«Беларус 1523»	ОЗТП-9554	1	-	11,5	1,9	Орский завод тракторных прицепов	
	т	«Беларус 1221»	2ПТС-6	1	-	6,5	1,2	Завод «Бобруйскагромаш»	
		«Беларус 1523»	ОЗТП-9554	1	-	7,6	1,9	Орский завод тракторных прицепов	
			«Беларус 800/82»0	ГКБ-8526	1	-	1,84	3,58	То же

356

Продолжение табл. 7.27

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7.2.5. Закладка на хранение в бурты: - подготовка буртовой площадки (0,5 м <sup>3</sup> на 1 т); - самозагрузка и транспортировка соломы к буртам; - установка вентиляционных труб, формирование бурта и укрытие соломой; - укрытие землей (предварительное: 0,2 м <sup>3</sup> на 1 т; окончательное: 0,5 м <sup>3</sup> на 1 т картофеля, 0,6 м <sup>3</sup> на 1 т корнеплодов). 7.2.6. Закладка в хранилище: - картофеля; - корнеплодов.	м <sup>3</sup>	«ГАЗ-СА3-3507»		1	-	2,67	3,16	Горьковский автозавод Саранский завод автосамосвалов
		ПЭА-1,0		1	-	35	0,28	Автономный, ОАО «Коломнасельмаш»
	т	«Беларус 1221»	СТП-2	1	-	2,3	3,5	
		Вручную		-	2	5,7		
	м <sup>3</sup>	«Беларус 800/820»	БН-100	1	-	29	0,4	ГП «Могилевский завод «Строймашина»
	т	Электропривод	ТЗК-30А	1	-	50	(0,26)	ПО «Молдсельмаш»
	т	То же	ТЗК-30А	1	-	40	(0,32)	То же

357

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7.3. Уборка льна								
7.3.1. Прямая (комбайновая) уборка со сдачей льносолумы на завод:								
- уборка льна с одновременной вязкой соломки в снопы;	га	«Беларус 800/820»	ЛКВ-4А+ ГКБ-887Б	1	-	0,51	17,2	ТОО «Завод «Бежецксельмаш»
- транспортировка льновороха от комбайнов к пункту сушки и обмолота;	га	«Беларус 800/820»	ГКБ-887Б	1	-	0,51	9,1	Завод «Бобруйскагро-ромаш»
- вязка невязи снопов льносолумы (3 %);	га	Вручную		-	1	0,014		
- постановка снопов в бабки для досушки;	га	То же		-	1	0,1		
- погрузка снопов льносолумки в транспортные средства (3,5 т/га);	га	"		-	2	0,45		
- транспортировка льносолумки на льнозавод (30 км)	т	«ЗИЛ-133ГЯ»		1	-	0,49	8,0	Московский автозавод им. Лихачева
7.3.2. Уборка льна с расстилом	га	«Беларус 800/820»	ЛК-4А+	1	-	0,70	11,85	ТОО «Завод
соломы для подготовки тресты:			ГКБ-887Б					«Бежецксельмаш»
- оборачивание лент льна	га	Т-30	ОСН-1	1	-	0,43	3,7	
		«Беларус 800/820»	ОБЛ-1	1	-	1,1	7,2	Прияминский РЗ

358

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Т-30	ОЛ-1	1	-	0,7	6,0	З-д «Бобруйскагро-ромаш»
		«Беларус 800/820»	ОЛ-1	1	-	0,8	5,3	То же
		Т-30	ОД-1	1	-	1,0	4,7	"
		«Беларус 800/820»	ОД-1	1	-	1,1	4,3	"
- подъем лент тресты;	га	Т-30	ПТН-1	1	-	0,4	6,7	ТОО «Завод «Бежецксельмаш»
- вязка льнотресты в снопы и постановка снопов в бабки для подсушки;	га	Вручную		-	1	0,1		
- ворошение лент льна;	га	«Беларус 800/820»	ВЛ-3	1	-	1,0	3,5*	ТОО «Завод
		Т-30	ВЛ-3	1	-	0,8	4,0	«Бежецксельмаш»
- вспушивание лент льна;	га	«Беларус 800/820»	В-1	1	-	0,8	5,9	Завод «Бобруйскагро-ромаш»
		Т-30	В-1	1	-	0,6	7,8	
- подъем тресты с формированием рулонов;	т	Т-40	ПР-Ф-110Л	1	-	2,0	4,0	То же
	га	«Беларус 800/820»	ПРЛ-150	1	-	0,8	4,5	"
	т	«Беларус 800/820»	ПР-Ф-145	1	-	2,5	4,0	"
	га	«Беларус 800/820»	ПР-1,5	1	-	0,8	4,8	"

359

1	2	3	4	5	6	7	8	9
- погрузка рулонов в транспортные средства; - транспортировка рулонов на льнозавод (30 км). 7.3.3. Сушка льновороха:  - очистка льновороха с закладкой семян в склад; Комбайн льноуборочный самоходный - переработка льновороха.  7.4. Уборка соломы: - транспортировка соломы к месту скирдования;  - самопогрузка, транспортировка и саморазгрузка соломы; - подача соломы на скирду;  - скирдование.  7.5. Уборка кукурузы 7.5.1. Уборка на зерно	т	«Беларус 800/820»	ПФ-0,5+ ППЛ-0,5	1	-	0,65	6,4	
	т	«ЗИЛ-133ГЯ»		1	-	0,78	5,35	Московский автозавод им. Лихачева
	т	10 кВт	КСПЛ-0,9	1	1	0,7	(14,3*)	ТОО «Завод «Бежецксельмаш»
	т	9,5 кВт	ОВС-25А	-	2	22,5	(2,2)	АО «Воронежсельмаш»
	т	Н дв. 77,2 кВт	КЛС-3,5	1	1	1,2		Гомсельмаш
	т	12 кВт	МВ-2,5А	-	2	2,0	(6,0)	ТОО «Завод «Бежецксельмаш»
	т	Т-150К	ВТН-8,0	1	-	2,6	5,3	ОП РУНИП «ИМСХ» Кореличская РАПТ
	т	«Беларус 1523»	ВТН-8,0	1	-	2,6	6,0	То же
	т	«Беларус 800/820»	СТП-2	1	-	1,3	7,8	ООО «Амкодорможа»
	т	«Беларус 1523»	СТП-2	1	-	1,8	6,7	г.Крупки
	т	«Беларус 800/820»	ПФС-0,75	1	-	7,1	1,3	Завод «Мозырмелиормаш»
	т	«Беларус 800/820»	УСА-10	1	4	11	0,8	ПО «Урюпинсксельмаш»
	га	«LEXION-560»	-	2	-	1,2	16,5 л/га	ОАО «Херсонские комбайны»
	га	«Беларус 1523»	ККП-3	1	-	1,1	16,8	То же
га	«Дон-1500»	КМД-6	1	-	1,5	18,0	То же	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7.5.2. Уборка на силос (с измельчением и погрузкой в транспортное средство)	га	«КСК-100А»		1	-	1,1	18,8	ПО «Гомсельмаш»
	га	«Беларус 1523»	КДП-3000	1	-	1,0	19,0	То же
	га	«Полесье-700»		1	-	1,7	12,5	»
	га	«Беларус 800/820»	«Полесье-1500»	1	-	0,8	11,8	»
	т	КСК-100А-1		1	-	40,3	0,39	»
	т	КСК-100А-2		1	-	39,8	0,41	»
	т	УЭС-2-250	КПК-3000	1	-	50,9	0,61	»
	т	«Беларус 800/820»	КИП-1,5-0,1	1	-	17,2	0,54	ОАО «Гидросельмаш» РУП «Хойникский РЗ»
7.5.3. Транспортировка измельченной массы	т	«Беларус 1523»	ПИМ-40	1	-	12,6	1,41	То же
	т	«Беларус 800/820»	ПСЕ-Ф-12,5Б	1	-	8,05	1,03	
7.6. Заготовка сенажа и сена								
7.6.1. Кошение трав: - подкашивание пастбищ;	га	«Беларус 800/820»	КДН-210	1	-	0,85	3,5	ОАО «Бобруйскагро-маш» (ГПО «Белагро-ромаш»)
		Т-25	КДЖ-210	1	-	0,57	3,2	
		КСК-100	КС-2,1	1	-	1,43	3,5	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
- кошение трав; - с укладкой в валки;	га	«Беларус 1025» Т-25	Krone КС-2,1	1	-	1,85 0,57	3,5 2,1		
		КПС-5Г		1		1,87	3,2	-	
			Е-303, Е-304		1	-	2,7	2,6	«Фортшритт», Германия
			«Беларус 800/820»	КДН-210 (КРН-2,1А)	1	-	1,8	4,9	Завод «Бобруйскагро- маш»
			УЭС-2-250А	КПР-6	1	-	4,61	4,3	Злаковые травы, ПО «Гомсельмаш»
			УЭС-2-250А	КПР-6	1	-	3,8	4,6	Бобовые травы, То же
			«Беларус 800/820»	КС-Ф-2,1Б	1	-	1,37	2,8	З-д «Бобруйскагро- маш»
			КС-80		1	-	2,3	3,3	РУП «Гомельский завод самоходных комбайнов»
			«Беларус 800/820»	КП-310	1	-	2,4	4,0	Завод «Бобруйскагро- маш»
			«Беларус 800/820»	КПП-4,2	1	-	1,3	3,8	РУП «Гомельский завод литья и нормалей»
			«Беларус 800/820»	Л-501	1	-	1,2	4,8	ОАО «Лидсельмаш»

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
- с измельчением и погрузкой в транспортные средства.	т	КСК-100А-1		1	-	22,9	0,72	ПО «Гомсельмаш»	
		КСК-100А-2		1	-	25,4	0,7	То же	
		УЭС-2-250	КПК-3000	1	-	43,3	0,67	"	
		УЭС-2-250А	КПК-3000	1	-	17,1	1,03	С жаткой 0460000	
- с измельчением и погрузкой в транспортные средства при урожайности: 15–20 т/га 20–25 т/га 25–30 т/га		КВК-800							
		УЭС-2-250	Полесье-3000	1	-				
							20	0,64	
							24,4	0,52	
							28,2	0,46	
- с плющением и укладкой в валки при урожайности 25–30 т/га		«Беларус 1221»	КПР-6	1	-	2,92	4,38		
7.6.2. Ворошение трав	га	Т-30	ГВЦ-3	1	-	2,0	1,7	Минойтовская РАИП	
		«Беларус 800/820»	ГВР-630 ГР-700	1	-	3,4 5,4	0,8 1,2	Завод «Бобруйскагро- ромаш»	
		«Беларус 800/820»	ВВ-1	1	-	1,7	4,3	ПО «Гомсельмаш»	
7.6.3. Сгребание трав в валки	га	«Беларус 800/820»	ГВК-6 (Л-503)	1	-	3,3	1,1	ОАО «Лидсельмаш»	
		Т-30	ГВК-6 (Л-503)	1	-	2,2	1,5	То же	
		МТЗ-80	ГВШ-6	1	-	2,53	1,2	-	
		МТЗ-80	ГВР-630	1	-	3,28	1,35	-	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
7.6.4. Уборка на сенаж: - подбор сенажной массы с измельчением и погрузкой в транспортное средство;  - подбор валков с измельчением при урожайности: 7,5–8,5 т/га  8,5–9,5  9,5–10,5  10,5–11,5  11,5–12,5  12,5–13,5	га	КСК-100А		1	-	0,78	16,7	ПО «Гомсельмаш» Германия «LTS», Германия	
		Е-281		1	-	0,73	15,1		
		«Марал-125, 150, 190»		1	-	1,3	12,0		
	т	УЭС-2-250А	КПК-3000		1	-	44,8	0,69	ПО «Гомсельмаш»
		УЭС-2-250А	КПК-3000		1	-	20,4	1,27	С жаткой 0460000
		КСК-100А-1			1	-	16,8	0,95	То же
		КВК-800			1	-	47,9	0,72	"
		У7С-2-250	Полесье-3000		1	-	16,7	0,8	7,5–8,5 т/га
		«Ягуар-840»			1	-	23,6	0,42	
		УЭС-2-250	Полесье-3000				16,7	0,76	
		«Ягуар-840»					25,0	0,42	
		УЭС-2-250	Полесье-3000				16,7	0,74	
		Ягуар-840					26,3	0,43	
		УЭС-2-250	Полесье-3000				16,7	0,73	
		УЭС-2-250	Полесье-3000				16,8	0,71	
УЭС-2-250	Полесье-3000				17,6	0,70			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
13,5–14,5  14,5–15,5  15,5–16,5  - транспортировка сенажной массы;  - трамбовка массы; - планировка массы.  7.6.5. Уборка прессованного сена: - прессование сена в тюки и погрузка в транспорт;	га	УЭС-2-250	Полесье-3000			17,1	0,70		
		УЭС-2-250	Полесье-3000			17,2	0,65		
		Ягуар-840				28,5	0,55		
		УЭС-2-250	Полесье-3000			17,1	0,64		
		«Ягуар-840»				28,8	0,58		
	т	«Беларус 1523»	ПИМ-40		1	-	12,6	1,41	ПО «Гомсельмаш» То же
		«Беларус 800/820»	ПСЕ-Ф-12,5Б		1	-	8,05	1,03	
		«Беларус 1221»	ПИМ-40		1	-	5,1	0,39	
	т	К-701	-		1	-	22,8	0,25	
		ДТ-75М	бульдозерное оборудование		1	-	13,4	0,10	
га	«Беларус 800/820»	ППЛ-Ф-1,6		1	-	0,79	8,43	Завод сельхозмашиностроения им. Фрунзе г.Фрунзе	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
- прессование сена в рулоны;	га	«Беларус 800/820»	К-454	1	-	0,7	9,0	«Фортшритт», Германия Завод «Бобруйскагромаш»
		«Беларус 1523»	Модель 550	1	-	1,0	9,0	
		«Беларус 800/820»	ПР-Ф-145	1	-	0,7	9,0	
		«Беларус 800/820»	ПР-Ф-750	1	-	0,9	7,2	
- погрузка рулонов в транспортное средство;	т	«Беларус 800/820»	ПУ-Ф-0,5	1	-	0,7	5,2	Завод «Мозырмелиормаш»
- транспортировка рулонов.	га	«Беларус 800/820»	ГКБ-8526	1	-	0,75	6,91	Орский завод тракторных прицепов
8. Снегозадержание								
	га	Т-150К К-701	СВУ-2,6А СВШ-10	1 1	- -	1,82 7,0	5,0 15,0	

## 8. РАСЧЕТ СОСТАВА И ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТЫ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

---

Машинно-тракторный парк (МТП) сельскохозяйственного предприятия, включая фермерские хозяйства, представляет собой совокупность мобильных энергетических средств (тракторов, самоходных шасси и машин) и агрегируемых с ними рабочих машин и сцепок. Автомобильный парк предприятия в зависимости от решаемых задач можно рассматривать в составе МТП или отдельно.

Под структурой машинно-тракторного парка подразумевают его качественный состав с учетом типов и типоразмеров, а также конкретных марок мобильных энергетических средств и рабочих машин. Состав МТП определяет численные соотношения между различными мобильными энергетическими средствами и рабочими машинами.

Оптимальная (наилучшая) структура и состав МТП обеспечивают своевременное выполнение всех работ на предприятии с высоким качеством при наименьшем расходе ресурсов (трудовых, материальных, финансовых и др.) на единицу урожая с соблюдением экологических требований.

Обоснование оптимальной структуры и состава машинно-тракторного парка с учетом природно-климатических и производственных условий каждого предприятия — одна из самых актуальных и сложных задач в области механизации сельского хозяйства. От правильности ее решения зависят практически все основные показатели сельскохозяйственного производства, как в отдельном предприятии, так и в масштабе республики.

При недостаточном численном составе МТП нарушаются агротехнические сроки выполнения полевых работ и, соответственно, уменьшается урожайность сельскохозяйственных культур при одновременном снижении качества продукции.

Лишние машины в составе МТП требуют дополнительных расходов и увеличивают стоимость сельскохозяйственной продукции при одновременном снижении ее конкурентоспособности в рыночных условиях.

Важно также, чтобы типоразмеры машин и конкретные их марки наиболее полно соответствовали условиям работы, включая размеры полей, длину гона, урожайность и т. д. Очевидно, что чем больше типоразмеров и марок тракторов и рабочих машин, тем больше возможностей для составления наиболее приспособленных к конкретным условиям работы агрегатов. Однако большое количество марок усложняет и увеличивает стоимость работ, связанных с их техническим обслуживанием, снабжением запасными частями и другими эксплуатационными материалами.

Сложность обоснования оптимальной структуры и состава МТП заключается также и в том, что необходимо учитывать множество факторов:

- структуру земельных угодий и посевных площадей на планируемый и последующие годы;

- технологические карты по возделыванию планируемых сельскохозяйственных культур, а также перечень работ вне полей севооборота (на лугах, пастбищах, в садах и др.);

- сведения о зональной системе машин, о машинно-тракторном парке сельскохозяйственного предприятия или подразделения;

- урожайность основной и побочной продукции, расстояние и объемы перевозок грузов, комплекс мероприятий по повышению плодородия почвы с указанием сроков и объемов внесения удобрений;

- природно-производственные условия сельскохозяйственного предприятия по данным паспортизации полей;

- нормативы по планированию и организации производства сельскохозяйственной продукции с учетом рекомендаций научно-исследовательских учреждений.

Следует учитывать, что все указанные факторы непрерывно меняются и требуют соответствующей корректировки. Обоснование оптимальной структуры и состава МТП с учетом такого множества факторов возможно только на базе современной вычислительной техники с соответствующим программным обеспечением и наличием квалифицированных кадров.

$$N_{\text{ч}} = T_{\text{см}} \frac{U_{\text{ф}}}{W_{\text{см}}} = 7N_{\text{см}} \cdot \quad (8.1)$$

## 8.1. РАСЧЕТ СОСТАВА МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

Для расчета состава МТП используют три основных метода: графический метод, путем построения графиков машиноиспользования по маркам тракторов; экономико-математический, или метод математического моделирования; нормативный.

**Графический метод**, метод построения графиков машиноиспользования по маркам тракторов, основан на базе общей методики определения потребности в оборудовании, рабочей силе и т. д., применяемой во всех отраслях хозяйственной деятельности. Этот метод универсален и лежит в основе всех остальных методов. Основные преимущества данного метода — простота, доступность, наглядность и оперативность без необходимости использования сложной вычислительной техники. Недостатки метода заключаются в экспертном подходе при выборе марок тракторов и рабочих машин, включая распределение объемов работ между ними.

Обоснование состава машинно-тракторного парка начинают с планирования работы МТП: определения объемов механизированных работ и календарных сроков их выполнения; обоснования марочного состава МТП; расчета потребности в механизаторах, вспомогательных рабочих, в автотранспорте, погрузочных средствах и сельскохозяйственных машинах; определения технико-экономических показателей использования техники.

Работу машинно-тракторного парка планируют на основе разработанных для данного сельскохозяйственного предприятия технологических карт и системы машин, рекомендованных для данной природно-климатической зоны. При планировании работы МТП составляют сводную таблицу производственных операций, которая по форме аналогична технологической карте (см. табл. 7.1). Вместо прямых эксплуатационных затрат (графы 19–23) в таблице приводят количество нормочасов отдельно по каждой марке тракторов:

В таблицу в календарной последовательности включают все сельскохозяйственные работы (стационарные, погрузочно-разгрузочные, выполняемые машинно-тракторными агрегатами).

Операции, имеющие одинаковые наименования в технологических картах, но отличающиеся агротехническими требованиями, влияющими на состав агрегата или на его производительность, следует рассматривать как разные. Каждую из них необходимо внести в перечень операций, отражая в наименовании их отличительные особенности, например, «Вспашка на глубину 22 см», «Вспашка на глубину 27 см», «Транспортировка зерна на расстояние до 5 км», «Транспортировка зерна на расстояние до 10 км» и т. п.

Операции для разных культур, которые совпадают по срокам работ, агротребованиям и используемым МТА, вносят в таблицу один раз, а объем работы суммируют. Для удобства построения графика загрузки тракторов следует установить единую нумерацию всех работ. Рекомендуется параллельно с расчетом таблицы строить графики загрузки тракторов.

Для однотипных операций следует использовать одинаковые единицы измерения (например, на транспортных работах — тонны или тонно-километры, на погрузочно-разгрузочных работах — тонны или метры кубические). Единицы измерения работ должны соответствовать единицам измерения производительности агрегатов (например, производительность транспортных агрегатов измеряют в тоннах за смену и за день, соответственно объем транспортных работ — в тоннах).

При заполнении сводной таблицы производственных операций следует руководствоваться рекомендациями, которые используются при разработке технологических карт возделывания и уборки сельскохозяйственных культур (см. раздел 7). После заполнения сводной таблицы подводят итоги годового расхода топлива по каждой марке трактора, определяют общее количество нормочасов, затраты труда механизаторов и вспомогательных рабочих.

Для определения количества тракторов, а также их загрузки в период работ строят графики загрузки тракторов вместе с расчетом и заполнением сводной таблицы.

При построении графиков по оси абсцисс откладывают календарный период ( $D_k^\Phi = D_p^\Phi K_{им}^{-1} K_{тг}^{-1}$ ) выполнения работ, а по оси ординат — необходимое количество тракторов данной марки (рис. 8.1).

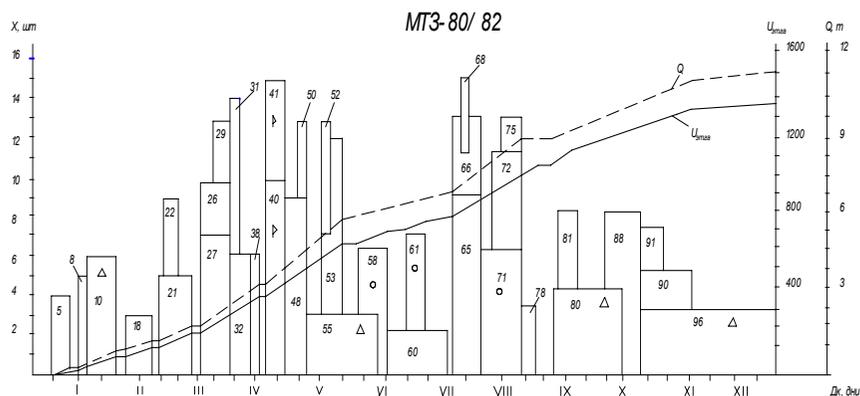


Рис. 8.1. График загрузки, интегральные кривые расхода топлива и наработки тракторов

Пользуясь данными расчетов, последовательно по номерам (шифрам) сельскохозяйственных работ, строят прямоугольники: по оси абсцисс — календарные дни выполнения работ для тракторов данной марки, по оси ординат — количество тракторов данной марки. Площадь  $F$  каждого прямоугольника представляет собой в определенном масштабе количество трактородней, необходимых для выполнения работы. Для отдельных работ прямоугольники, совпадающие по срокам выполнения, строят один над другим. Высота прямоугольника определяет количество тракторов, необходимое в каждый период работы. Все операции на графике (в виде прямоугольника) получают свой номер, соответствующий порядковому номеру (шифру) по сводной таблице. Кроме указания номера работы, на прямоугольниках есть обозначения (цветные цифры, значки и др.) сменности работы агрегата, а также отмечают флажками и звездочками агрегаты, образующие поточную линию при выполнении сложных сельскохозяйственных процессов.

Для уменьшения как общей потребности в тракторах, так и в тракторах отдельных марок, увеличения годовой загрузки тракто-

ров, более равномерного распределения работ между разными марками тракторов производят корректировку графиков: перераспределением работ между тракторами разных марок; изменением продолжительности рабочего дня за счет соответствующего изменения коэффициента сменности в пределах, допускаемых трудовым законодательством; изменением ранее принятых календарных сроков выполнения работ в пределах, допускаемых агротехническими требованиями; изменением интенсивности работы внутри агросрока.

Для уменьшения количества тракторов данной марки в пределах агросроков выполнения работ необходимо соблюдать следующее условие (рис. 8.2):

$$F_A = F_B + F_C. \quad (8.2)$$

В этом случае для выполнения операции 1 привлекают в начале и конце агросрока не два, а три трактора. В середине срока операцию 1 выполняет один трактор, а операцию 2 — два трактора. В результате, для выполнения работ 1, 2 в агросроки необходимо не четыре, а три трактора данной марки.

После того, как график скорректирован, вносят изменения в расчеты сводной таблицы. По скорректированному графику загрузки (и сводной таблице) определяется количество тракторов по максимумам (пикам) загрузки.

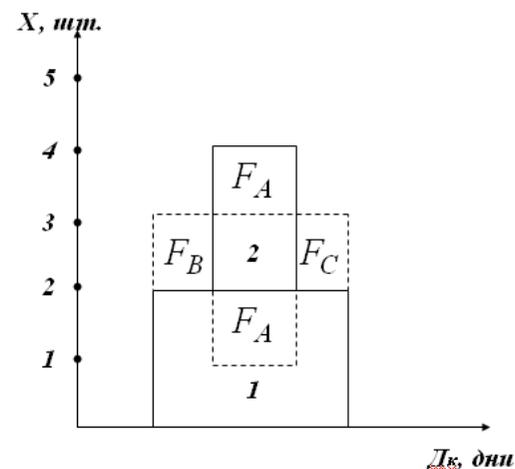


Рис. 8.2. Корректировка графиков загрузки тракторов

Методом построения аналогичных графиков можно определить потребность в транспортных средствах, зерноуборочных комбайнах и т. д.

Количество сельскохозяйственных машин выбирают по сводной таблице для напряженного периода.

Таким же образом строят графики потребности в рабочей силе (механизаторов и вспомогательных рабочих). По оси ординат откладывают количество рабочих, занятых на операции, а по оси абсцисс — фактические дни работы. На основании этого графика устанавливается постоянный состав тракторной бригады, в которую нужно привлекать дополнительное количество рабочих.

Для определения расхода топлива в периоды работы, расчета вместимости нефтехранилища и планирования технической эксплуатации на графиках загрузки тракторов строят интегральные кривые суммарного расхода топлива и наработки тракторов. С правой стороны (см. рис. 8.1) на оси ординат в выбранном масштабе наносят шкалы годового расхода топлива (кг) и суммарной наработки (эт. га) тракторами данной марки. Исходной информацией для построения интегральных кривых служат данные сводной таблицы.

Годовой расход топлива определяют путем суммирования расхода топлива на выполнение отдельных работ тракторами данной марки.

Построение кривой начинают на оси абсцисс из точки, соответствующей началу выполнения сельскохозяйственных работ. На вертикали (см. рис. 8.1), соответствующей концу выполнения первой работы, в масштабе откладывают отрезок, равный расходу топлива при выполнении этой работы. Конец этого отрезка и точку в начале периода, где расход топлива равен нулю, соединяют прямой. Если после первой работы выполняют следующую без разрыва во времени, на вертикали, соответствующей концу второй работы, откладывают отрезок, равный суммарному расходу топлива на выполнение первой и второй работ. Конец второго отрезка соединяют с концом первой прямой линией. Аналогично строят отрезок интегральной кривой для следующих работ. Если в какой-то период времени работы не выполняются, то на этом промежутке кривую проводят параллельно оси абсцисс.

При помощи интегральных кривых анализируют показатели использования машин, определяют потребность в топливно-смазочных материалах, транспортных средствах, планируют техническое обслуживание машинно-тракторного парка. Темп производства работ определяют по углу наклона кривых.

На основании графиков машиноиспользования можно решать практически все задачи, связанные с машинно-тракторным парком, включая обоснование перспективного состава МТП и повышение эффективности использования имеющегося машинно-тракторного парка.

**Построение оперативного графика машиноиспользования по хозяйственным номерам тракторов.** При числе имеющихся тракторов не более трех-четырех каждой марки, для их эффективного использования вместо графика машиноиспользования можно построить оперативные графики загрузки тракторов каждой марки по хозяйственным номерам (рис. 8.3).

По оси абсцисс каждого графика по аналогии с обычным графиком машиноиспользования откладывают календарные сроки выполнения работ, а по оси ординат — время работы трактора на каждой производственной операции в часах. Если требуемое на выполнение данной операции время больше продолжительности рабочего дня, то остающаяся часть работы переходит к трактору с другим хозяйственным номером.

Выполняемую при этом несколькими тракторами работу обозначают одним и тем же номером (например, 3 (см. рис. 8.3)).

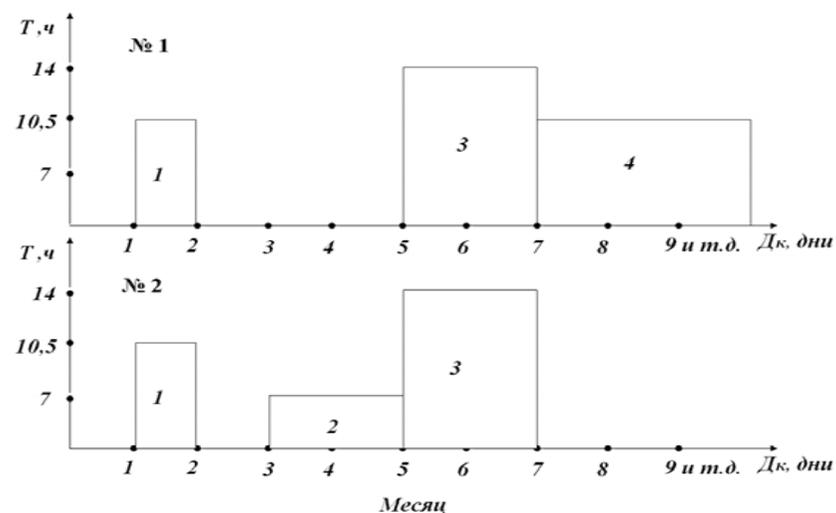


Рис. 8.3. Схема построения оперативного графика использования машин (загрузки тракторов)

Полученные описанным способом графики определяют как требуемое количество тракторов, так и загрузку каждого трактора в часах. Корректируют эти графики при необходимости указанными ранее способами.

На соответствующих видах работ при необходимости можно указать и номера полей севооборотов.

Оперативное построение и использование графиков загрузки тракторов существенно упрощаются при использовании современной вычислительной техники. Особенно эффективны подобные графики загрузки в небольших фермерских хозяйствах с числом тракторов до трех-четырех.

**Экономико-математический метод**, или метод математического моделирования, принципиально отличается от ранее приведенного метода тем, что на строго научной основе определяются оптимальные (наилучшие в заданных условиях) марки и численный состав МТП.

Математическая модель содержит конкретный критерий (цель) оптимальности и соответствующие ограничения, связанные с ограниченной площадью пашни, наличием техники, механизаторских кадров и т. д.

В качестве критерия оптимальности состава МТП используют минимальные значения функций: прямые эксплуатационные затраты, потребность в основных средствах, приведенные затраты, количество механизаторов, затраты труда, металлоемкость, совокупные затраты, дифференциальные затраты и т. д., которые можно записать в обобщенном виде:

$$C_{\Sigma} \rightarrow \min. \quad (8.3)$$

Оптимальное решение этой сложной задачи можно найти только на базе современных вычислительных машин с большим объемом памяти, так как требуется большой объем исходной информации.

Решение по специальной программе осуществляется примерно по изложенной ранее схеме построения графиков машиноиспользования, и при необходимости результаты оптимизации также могут выдаваться в виде оптимальных графиков машиноиспользования.

Однако в данном случае перебирают все основные варианты выполнения каждой работы и в конечном итоге устанавливают такие оптимальные марки и численный состав МТП, которые удовлетворяют условию критерия (8.3).

Основные недостатки этого метода: сложность и несовершенство имеющихся программ, которые не позволяют оперативно использовать их в условиях сельскохозяйственных предприятий, особенно фермерских; трудность практической проверки оптимальности получаемого состава МТП. Несмотря на имеющиеся трудности, будущее все-таки за этими методами.

**Нормативный метод.** Определение потребности в сельскохозяйственной технике производят в соответствии с системой машин, с учетом производственного направления и природно-климатических условий сельскохозяйственного предприятия (СХП).

Машино-тракторный парк сельскохозяйственных предприятий одинакового производственного направления по составу мало отличается, а по количеству пропорционален их размерам. Это позволяет вместо расчета оптимального состава МТП для каждого сельскохозяйственного предприятия выполнить расчеты для модельных предприятий и на их основе определить потребность в машинах для любого СХП того же производственного направления, что и модельное.

Для модельного сельскохозяйственного предприятия, характеризующего средние естественно-производственные условия Республики Беларусь, разрабатывают ориентировочные нормативы потребности в тракторах и сельхозмашинах общего назначения на 1000 га пашни, а в специальных машинах — на 1000 га посевов (посадок) или убираемой площади. Эти нормативы учитывают возможные простои из-за неблагоприятных погодных условий и по техническим неисправностям.

Средние естественно-производственные условия Республики Беларусь характеризуются следующими данными: природные условия относятся к V группе; структура посевных площадей: зерновые и зернобобовые — 52,4 %; картофель — 6 %; сахарная свекла и кормовые корнеплоды — 4,4 %; силосные — 7,5 %; лен — 3,5 %; сеяные травы — 25,6 %; прочие культуры — 0,6 %; урожайность: зерновые — 2,9 т/га; картофель — 20 т/га; кормовые корнеплоды — 48; сахарная свекла — 29; силосные — 28; лен — 0,64; травы на сено — 3,5 (с одного укоса), т/га. Продолжительность работы машин — 10 ч в сутки.

Нормативы потребности в тракторах и сельскохозяйственных машинах, рассчитанные для средних природно-производственных условий республики, приведены в приложении 1. Влияние местных

условий на потребность в технике учитывают с помощью нормативных поправочных коэффициентов, уточняющих нормативы.

Количество тракторов и сельскохозяйственных машин определяют по выражению:

$$X_{\phi} = X_n K_{\text{попр}} = X_n K_{\text{пу}} K_c K_y K_b, \quad (8.4)$$

где  $X_n$  — потребность в тракторах и машинах, определенная по нормативам;

$K_{\text{пу}}, K_c, K_y, K_b$  — поправочные коэффициенты, учитывающие нормативы потребности соответственно по природным условиям предприятия, структуре посевных площадей, урожайности и нормам внесения удобрений, времени использования машин в сутки.

$$X_n = \frac{X_{\text{нз}} F_{\text{п}}}{1000}, \quad (8.5)$$

где  $X_{\text{нз}}$  — норматив потребности для сельскохозяйственных предприятий со средними для республики условиями (машины общего назначения на 1000 га пашни, специальные машины — на 1000 га посева, посадки или убираемой площади);

$F_{\text{п}}$  — соответственно площадь пашни или посева (уборки) сельскохозяйственной культуры предприятия, га;

$K_{\text{попр}}$  — обобщенный поправочный коэффициент, уточняющий нормативы.

$$K_{\text{попр}} = K_{\text{пу}} K_c K_y K_b. \quad (8.6)$$

Расчетные данные потребности в технике для предприятия представляют в виде таблицы 8.1.

При заполнении таблицы 8.1 в графы 1, 2, 3 и 4 вносят данные из нормативов для средних условий на 1000 га (приложение 1), а в графы 5 и 6 — площади пашни, посева (посадки) или уборки сельскохозяйственных культур для условий предприятия в тысячах гектаров; в графу 7 — количество машин, рассчитанное по формуле 8.5; в графы 8–11 — данные в соответствии с таблицами 8.2, 8.5, 8.6 и формулой 8.10, в графу 12 — обобщенный поправочный коэффициент, рассчитанный по формуле 8.6.

Потребность в технике для механизации растениеводства по нормативам

Наименование трактора, машины	Марка	Норматив на 1000 га (средний для республики)				Площадь в сельскохозяйственном предприятии, тыс. га	Потребность предприятия в тракторах и с.-х. машинах по нормативам	Поправочные коэффициенты					Потребность предприятия в машинах с учетом местных условий
		пашни	посева (посадки), уборки с.-х. культуры	пашни	посева (посадки), уборки с.-х. культуры			$K_{\text{пу}}$	$K_c$	$K_y$	$K_b$	$K_{\text{попр}}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

Потребность предприятия в машинах с учетом местных условий (графа 13) получают в результате произведения соответствующих значений потребности предприятия в тракторах и сельскохозяйственных машинах по нормативам (графа 7) и обобщенного поправочного коэффициента, уточняющего нормативы (графа 12) по формуле 8.4.

Поправочный коэффициент  $K_{\text{пу}}$  учитывает природные условия предприятия. Значение его задано в таблице 8.2, в зависимости от группы природных условий, к которым относится предприятие.

Таблица 8.2

Значения коэффициента  $K_{\text{пу}}$  для уточнения нормативов потребности в технике по природным условиям

Тип почвы	Группа природных условий								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Минеральная	0,85	0,89	0,92	0,96	1,0	1,06	1,11	1,19	1,26
Горфяно-болотная	0,88	0,90	0,95	0,97	1,0	1,03	1,07	1,11	1,15

Коэффициенты  $K_{пу}$  приведены для двух типов почв: минеральных и торфяно-болотных. Если в сельскохозяйственном предприятии оба типа почв, то численное значение коэффициента определяют с учетом их удельного веса по формуле:

$$K_{пу} = \frac{K_{пу(м)}F_M + K_{пу(тб)}F_{тб}}{F_M + F_{тб}}, \quad (8.7)$$

где  $K_{пу(м)}$ ,  $K_{пу(тб)}$  — поправочные коэффициенты по природным условиям соответственно для минеральных и торфяно-болотных почв;

$F_M$ ,  $F_{тб}$  — площадь минеральных и торфяно-болотных почв в сельскохозяйственном предприятии, га.

Все сельскохозяйственные работы можно разделить на две группы: — работы, на которых производительность машинно-тракторных агрегатов зависит от нормообразующих природных факторов. Значение  $K_{пу}$  принимают по таблице 8.2 и формуле 8.7;

— работы, на которых производительность практически не зависит от природных условий (стационарные, погрузочно-разгрузочные, транспортные работы, разбрасывание удобрений, уборка соломы и др.). Значение  $K_{пу}$  принимают равным единице ( $K_{пу} = 1,0$ ).

Для определения номера группы переводных коэффициентов определяют обобщенный коэффициент на местные условия  $K_{об}$ :

$$K_{об} = \frac{\delta_L K_{п}}{1,03(0,25K_{общ}^{вп} + 0,75K_{общ}^{вн})}, \quad (8.8)$$

где  $\delta_L$  — показатель класса длины гона (табл. 8.3). Значение показателя принимают по классу длины гона для сельскохозяйственного предприятия.

Коэффициент  $K_{п}$  определяют расчетным путем:

$$K_{п} = 0,8k_{пл} + 0,6. \quad (8.9)$$

Значения  $k_{пл}$  — средневзвешенного удельного сопротивления почв при вспашке,  $\text{кН/м}^2$ ,  $K_{общ}^{вп}$ ,  $K_{общ}^{вн}$  — обобщенных поправоч-

ных коэффициентов к норме выработке на пахотных и непахотных работах принимают по материалам паспортизации полей. Зная  $K_{об}$ , из таблицы 8.4 находят номер группы сельскохозяйственного предприятия по природным условиям.

Таблица 8.3

Показатель класса длины гона	
Класс длины гона, м (L)	$\delta_L$
150	1,43
151–200	1,30
201–300	1,21
301–400	1,14
401–600	1,08
601–1000	1,03
> 1000	1,00

Таблица 8.4

Группы сельскохозяйственных предприятий по природным условиям									
Значение $K_{об}$	0,93–0,97	0,98–1,03	1,04–1,09	1,10–1,15	1,16–1,20	1,21–1,28	1,29–1,34	1,35–1,40	1,41–1,47
Номер группы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX

Значения поправочного коэффициента  $K_c$ , учитывающего потребность в тракторах в зависимости от структуры посевных площадей, приведены в таблице 8.5.

Уточнение потребности в тракторах классов 3,0 и 5,0 производят по удельному весу площади озимых культур и зяблевой вспашки в площади пашни; классов 1,4 и 2,0 — по площади пропашных культур и трав на сенаж, причем значение коэффициента  $K_c$  принимается большим, из указанных в таблице 8.5 для пропашных культур или трав на сенаж.

Значение поправочного коэффициента  $K_y$  принимают в расчетах для групп машин, выполняющих работы, приведенные в таблице 8.6. Он зависит от урожайности сельскохозяйственных культур (уборочная техника) или нормы внесения удобрений (машины для внесения удоб-

рений). Для других групп машин поправочный коэффициент  $K_y$  принимают равным единице ( $K_y = 1,0$ ).

Таблица 8.5

Поправочный коэффициент  $K_c$   
для уточнения нормативов потребности в тракторах по удельному весу сельскохозяйственных культур в структуре посевных площадей

Культура, площадь	Удельный вес в площади пашни, %	Тракторы, класс		
		3,0–5,0	1,4–2,0	0,6
Озимые и площадь зяблевой вспашки	до 60	0,70		
	60–65	0,76		
	65–70	0,83		
	70–75	0,89		
	75–80	0,95		
	80–85	1,00		
	85–90	1,08		
	более 90	1,15		
Пропашные	до 5		0,75	
	5–10		0,86	
	10–15		1,00	
	15–20		1,24	
	20–25		1,43	
	более 25		1,60	
Травы на сенаж	до 10		0,40	0,70
	10–15		0,50	0,77
	15–20		0,68	0,86
	20–25		0,86	0,94
	25–30		1,00	1,00
	30–35		1,22	1,10
	более 35		1,40	1,20

Значение коэффициента  $K_b$  рассчитывают по выражению:

$$K_b = \frac{10}{T_{\text{сут}}}, \quad (8.10)$$

где  $T_{\text{сут}}$  — фактическая продолжительность работы агрегата в сутки, ч.  
При  $T_{\text{сут}} < 10$  ч значение  $K_b = 1,0$ .

Таблица 8.6

Поправочный коэффициент  $K_y$  для уточнения нормативов потребности в сельскохозяйственных машинах

Наименование работ	Урожайность основной продукции (норма внесения удобрений), т/га	Поправочный коэффициент $K_y$	
		свозка	скирдование сволокивание
1	2	3	
Уборка зерновых	2,0–2,5	0,85	
	2,5–3,0	1,0	
	3,0–3,5	1,2	
	3,5–4,0	1,4	
	4,0–4,5	1,6	
	4,5–5,0	1,8	
	более 5,0	2,0	
Уборка соломы	2,0–2,5	0,91	0,83
	2,5–3,0	1,00	1,08
	3,0–3,5	1,14	1,11
	3,5–4,0	1,26	1,34
	4,0–4,5	1,37	1,54
	4,5–5,0	1,50	1,70
	более 6,0	1,60	1,85
Уборка ботвы картофеля	10–15	0,82	
	15–20	1,00	
	20–25	1,30	
	25–30	1,70	
	Более 30	2,00	
Внесение органических удобрений	до 20	0,54	
	20–40	1,00	
	более 40	1,47	
Внесение минеральных удобрений	0,1–0,3	0,90	
	0,3–0,5	1,00	
	более 0,5	1,10	
Уборка силосных культур	15–20	0,84	
	20–25	1,00	
	25–30	1,08	

Окончание табл. 8.6

1	2	3
	30–35	1,19
	35–40	1,26
	40–45	1,32
	более 45	1,35
Кошение трав с одновременным измельчением	15–20	0,83
	20–25	1,00
	25–30	1,11
	30–35	1,43
	35–40	1,66
	более 40	2,00
Кошение трав на сено	1,5–2,5	0,90
	2,5–3,5	1,00
	более 3,5	1,10
Прессование сена	1,5–2,0	0,59
	2,0–2,5	0,65
	2,5–3,0	0,88
	3,0–3,5	1,00
	3,5–4,0	1,19
	4,0–4,5	1,35
	4,5–5,0	1,49
	5,0–5,5	1,61
более 5,5	1,82	

При использовании нормативного метода учитывают то, что он наиболее приемлем для расчета потребности в технике для сельскохозяйственных предприятий в целом и их подразделений с площадью пашни не менее 800 га и неприемлем для расчета потребности в тракторах и машинах фермерских, крестьянских и небольших подсобных хозяйств. Для такого типа предприятий необходимо использовать оптимизационные расчеты наиболее выгодной структуры отраслей и посевных площадей, принимая в качестве критерия оптимальности максимальную прибыль или выгоду сельскохозяйственного предприятия в целом. При расчете потребности в технике крупного региона необходимо учитывать целочисленность технических средств для отдельных предприятий или подразделений.

## 8.2. АНАЛИЗ РАБОТЫ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

Основным методом анализа работы машинно-тракторного парка сельскохозяйственного предприятия является определение и изучение фактических показателей, а также сопоставление их с плановыми показателями и установленными нормативами

### Показатели состава машинно-тракторного парка

1. Количество физических тракторов всего и по маркам определяют по сводной таблице производственных операций (или технологическим картам возделывания сельскохозяйственных культур) и графикам загрузки тракторов за рассматриваемый период.

2. Количество эталонных тракторов по маркам:

$$X_{э_i} = X_i W_{ч_{э_i}}, \quad (8.11)$$

где  $X_i$  — количество физических тракторов  $i$ -й марки, шт.;

$W_{ч_{э_i}}$  — коэффициент перевода физических тракторов в эталонные

тракторы (см. табл. 4.1).

3. Площадь пашни на один эталонный трактор, га/эт. тр.:

$$F_{эТ} = \frac{F_{п}}{\sum X_{э}}, \quad (8.12)$$

где  $\sum X_{э}$  — общее количество эталонных тракторов, эт. тр.

4. Энерговооруженность труда, кВт/чел.:

$$\mathcal{E}_м = \frac{\sum N_э}{\sum H}, \quad (8.13)$$

где  $\sum N_э$  — суммарная мощность двигателей тракторов, самоходных машин, автомобилей и других двигателей в сельскохозяйственном предприятии, кВт;

$\sum H$  — общее количество рабочих, занятых в производстве, чел.

5. Энергонасыщенность земледелия, кВт/га:

$$\Theta = \frac{\sum N_e}{F_{\Pi}}. \quad (8.14)$$

**Показатели использования машинно-тракторного парка**

1. Годовая загрузка одного физического трактора по маркам, нормочасы:

$$N_{\text{ч}_i} = \frac{\sum N_{\text{ч}_i}}{\sum X_i}, \quad (8.15)$$

где  $\sum N_{\text{ч}_i}$  — суммарное количество нормочасов, отработанных тракторами данной марки за год, ч.

2. Выработка на один физический трактор данной марки за год, эт. га/тр.:

$$W_{\text{год}_\Phi} = \frac{\sum N_{\text{ч}_i} W_{\text{ч}_i}}{\sum X_i} = \frac{\sum U_{\text{эт.га}_i}}{\sum X_i} = N_{\text{ч}_i} W_{\text{ч}_i}. \quad (8.16)$$

3. Суммарный объем механизированных тракторных работ, эт. га:

$$U_{\text{эт.га}} = \sum U_{\text{эт.га}_i} = \sum N_{\text{ч}_i} W_{\text{ч}_i}. \quad (8.17)$$

4. Выработка на один эталонный трактор данной марки, эт. га/эт. тр.:

$$W_{\text{год}_\text{эт}_i} = \frac{\sum N_{\text{ч}_i} W_{\text{ч}_i}}{X_{\text{э}_i}}. \quad (8.18)$$

5. Выработка на один эталонный трактор (средняя по предприятию), эт. га/эт. тр.:

$$W_{\text{год}_\text{эт}} = \frac{U_{\text{эт.га}}}{\sum X_{\text{э}}}. \quad (8.19)$$

6. Плотность (интенсивность) механизированных тракторных работ, эт. га/га:

$$\Pi = \frac{\sum U_{\text{эт.га}}}{F_{\Pi}}. \quad (8.20)$$

7. Коэффициент сменности:

$$k_{\text{см}} = \frac{\sum N_{\text{ч}}}{7 \sum D_{\text{р}}} = \frac{\sum N_{\text{ч}}}{7 \sum D_{\text{р}}^{\Phi} n_{\text{а}}^{\Phi}}, \quad (8.21)$$

где  $\sum N_{\text{ч}}$  — суммарное количество нормочасов, выполненных всеми тракторами предприятия за год;

$\sum D_{\text{р}}$  — суммарное количество трактородней, отработанных всеми тракторами предприятия за год.

8. Коэффициент использования тракторов (средний по предприятию):

$$k_{\text{и}} = \frac{\sum D_{\text{р}}^{\Phi} n_{\text{а}}^{\Phi}}{\sum X_i D_{\text{инв}_i}}, \quad (8.22)$$

где  $\sum X_i$  — количество физических тракторов;

$D_{\text{инв}_i}$  — количество инвентарных дней за год по маркам тракторов. При эксплуатации трактора в течение календарного года  $D_{\text{инв}} = 305$  дней.

**Показатели эффективности использования машинно-тракторного парка**

1. Уровень механизации (%) по затратам труда в полеводстве:

$$Y_{\text{м}} = \frac{100 \sum Z_{\text{м}}}{\sum Z_{\text{м}} + \sum Z_{\text{в}}}, \quad (8.23)$$

где  $\sum Z_{\text{м}}$ ,  $\sum Z_{\text{в}}$  — соответственно затраты труда механизаторов и вспомогательных рабочих, ч.

2. Суммарный расход топлива (механизированные тракторные работы), кг:

$$\sum Q = \sum_{i=1}^n Q_i, \quad (8.24)$$

где  $Q_i$  — расход топлива тракторами  $i$ -й марки, кг.

3. Расход топлива на условный эталонный гектар, кг/эт. Га:

$$Q_{\text{эт.га}} = \frac{\sum Q}{U_{\text{эт.га}}}. \quad (8.25)$$

## ЛИТЕРАТУРА

---

1. Эксплуатация сельскохозяйственной техники: учеб. для уч-ся специальности «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства» учреждений, обеспечивающих получение сред. спец. образования /Ю.В. Будько [и др.]; под ред. Ю.В. Будько. – Минск: Беларусь, 2006. – 510 с.
2. Техническое обеспечение земледелия: учеб. пособие для студентов спец. «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства» учреждений, обеспечивающих получение высшего образования. /А.В. Новиков [и др.]. – Минск.: БГАТУ, 2006. – 383 с.
3. Эксплуатация сельскохозяйственной техники. Практикум: учеб. пособие для уч-ся спец. «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства» учреждений, обеспечивающих получение среднего специального образования. /И.Н. Шило [и др.]; под ред. И.Н. Шило. – Минск.: Беларусь, 2008. – 383 с.
4. Сборник задач по техническому обеспечению процессов в земледелии: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений по спец. «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства». /В.С. Сергеев [и др.]. – Минск.: «Экоперспектива», 2009. – 152 с.
5. Энергосберегающие технологии возделывания зерновых культур в Республике Беларусь: пособие для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования по агроинженерным специальностям. /И.Н. Шило [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2008. – 160 с.
6. Техническое обеспечение процессов в растениеводстве. Курсовое и дипломное проектирование: пособие для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования по спец. «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства». / И.Н. Шило [и др.]; под ред. И.Н. Шило. – Минск: БГАТУ, 2009. – 506 с.
7. Диагностика и техническое обслуживание машин для сельского хозяйства: учеб. пособие для высших учебных заведений по спец. «Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве», «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства», «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники». / А.В. Новиков [и др.]; под ред. А.В. Новикова – Минск: БГАТУ, 2009. – 404 с.
8. Эксплуатация машинно-тракторного парка: учеб. пособие для сельскохозяйственных вузов. / А.П. Ляхов [и др.]; под ред. Ю.В. Будько. – Минск: Ураждай, 1991. – 336 с.
9. Эксплуатация сельскохозяйственной техники: справ. материалы /А.В. Новиков [и др.]. – Минск: Государственное учреждение «Учебно-методический центр Минсельхозпрода», 2008. Ч. 1. – 107 с.
10. Эксплуатация сельскохозяйственной техники: справ. материалы /А.В. Новиков [и др.]. – Минск: Государственное учреждение «Учебно-методический центр Минсельхозпрода», 2009. Ч. 2. – 129 с.

## Нормы потребности, нормативы годовой загрузки и наработки машин

Наименование	Марка	Пикообразующие с.-х. земли	Норма потребности, шт./1000 га	Норматив годовой загрузки, ч	Норматив годовой наработки, у. э. га
1	2	3	4	5	6
<b>1. Тракторы</b>					
Тракторы, всего в т. ч. общего назначения		Пашня	16,8 5,3		
Универсальные			11,5		
Тракторы колесные общего назначения	К-701М «Беларус 2522» «Беларус 1522» «Беларус 1222»	Пашня	1,0  2,6	1000  1000	2700  1560
Трактор гусеничный общего назначения	ДТ-75Н	Пашня	1,7	800	880
Трактор гусеничный	Т-70СМ	Пашня	0,2	800	720
Тракторы колесные универсальные	«Беларус 1221» МТЗ-80 МТЗ-82 МТЗ-82Р МТЗ-82В «Беларус 900» «Беларус 920» «Беларус 570»	Пашня     Пашня	1,2  8,2	1300  1300	1690  1040  780

## ПРИЛОЖЕНИЯ

---

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6
Тракторы колесные	«Беларус 520»	Пашня	0,7	900	270
	«Беларус 550Е»				
	«Беларус 510Е»				
	«Беларус 572»				
	«Беларус 522»				
	«Беларус 552Е»				
	«Беларус 512Е»				
	«Беларус 310»				
	«Беларус 320»				
	«Беларус 210» «Беларус 220»				
<b>2. Тракторные прицепы и полуприцепы (универсальные)</b>					
Полуприцепы самосвальные	ПСТ-11	Пашня	2,0	600	
	ПСТ-9, ПСТ-6		0,3	600	
	ПС-2,5		1,5	600	
	1-ПТС-2		1,2	600	
Транспортное самозагружающееся средство	ТСС-6,0	Пашня	0,4	600	
Транспортно-технологическое средство	ТТС-6	Пашня	0,8	600	

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6
Прицеп-емкость	ПСЕ-Ф-12,5Б ПСЕ-Ф-18	Пашня	2,0	350	
			0,7	350	
<b>3. Универсальные погрузочные средства</b>					
Погрузчик	П-4/85	Пашня	0,1	600	
Погрузчик-бульдозер	ПФП-1,2	Пашня	0,7	600	
Погрузчики-экскаваторы	ПЭ-Ф-1А			600	
	ПЭС-1,0	Пашня	0,4	600	
Погрузчик грейферный	ПЭА-1,0	Пашня	0,5	1000	
Погрузчики	ТО-25 ТО-18А ТО-18Д А-322	Пашня	0,4	600	
			0,7	600	
	Беларусь П-10		0,1	600	
	ПН-Ф-1		0,4	600	
	ПФС-0,75			500	
Экскаватор-погрузчик	ТО-49 ДЗ-133	Пашня	0,1	600	
Погрузчик	ПГ-0,2А	Пашня	0,5	600	
Машина погрузочная	МП-1,0	Пашня	0,1	600	
Погрузчик-манипулятор	МП-0,5	Пашня	0,1	600	
Прицепное устройство с манипулятором	ПУМ-1,0			600	
Погрузчик-стогометатель	ПУ-Ф-0,5	Зерновые	1,9	600	

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6	
<b>4. Машины для основной обработки почвы</b>						
Плуги, всего		Пашня	11,2			
Плуги навесные	ПГП-7-40	Пашня	0,5	150		
	ПЛН-5-35П		1,6	150		
	ПЛН-435П		1,2	150		
	ПГП-3-40Б-2		1,2	150		
	ПГП-3-40Б					
	ПЛН-3-35П		1,5	150		
	ПГП-3-35Б-2		0,8	150		
	ППЖ-2-25		0,1	150		
	ПЛТ-1		0,1	150		
Плуг конный	ПК-25		150			
Плуги болотные навесные	ПБН-3-50А	Пашня	0,4	150		
	ПБН-6-50А		0,4	150		
Плуги оборотные	ПГПО-5-35	Пашня	0,5	150		
	ПГПО-4-35		0,5	150		
	ПГПО-3-35		1,0	150		
	ПГПО-2-35		0,3	150		
Плуги навесные поворотные	ПНГ-3-43	Пашня	0,3	150		
	ПНГ-4-43		0,9	150		
Агрегаты почвообрабатывающие	АРК-4	Пашня	0,5	150		
	РКУ-2,5		0,5	180		
	АКР-4,5		0,5	150		
	АКР-2,5		0,7	150		
Приспособление к плугам		Пашня				
	ПНГ-3-43, ПЛН-3-35		0,5	40		
	ПНГ-4-43, ПЛН-5-35		0,5	40		

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6
Приспособление к 5–6 корпусным плугам	ПВР-2,3	Пашня	0,6	40	
Приспособление к 7–9 корпусным плугам	ПВР-3,5	Пашня	0,3	40	
<b>5. Машины для поверхностной обработки почвы</b>					
<i>5.1. Бороны дисковые</i>					
Бороны дисковые, всего		Пашня	2,5		
	БПД-7МW	Пашня	0,5	150	
Бороны дисковые	БПД-3МW		0,7	150	
	Л-113 (БДТ-3)			150	
	БНД-3,0М		0,1	150	
	БНД-2,0		0,1	150	
	Л-111		0,3	150	
<i>5.2. Бороны зубовые</i>					
Бороны зубовые	Л-302	Пашня	35	100	
	БЗСС-1		35	100	
Бороны зубовые посевные	ЗБП-0,6А	Пашня	15,4	60	
	Л-301				
Машина прополочная	МПЗК-5 (БПЗК-5)			60	
Бороны сетчатые	БСН-3	Пашня	0,7	100	
<i>5.3. Культиваторы для сплошной обработки почвы</i>					
Культиваторы, всего		Пашня	5,0		
Культиваторы	ККС-12	Пашня	0,5	150	

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6	
	ККС-8 КН-6,3 КП-4 КПН-4 КПН-3,6 КПН-1,8		0,5 0,3 0,7 2,5 0,3 0,2	150 150 150 150 150 150		
<i>5.4. Чизельные культиваторы</i>						
Культиваторы чизельные, всего		Пашня	2,9			
Культиваторы чизельные	КЧН-5,4 КЧН-1,8	Пашня	1,7 0,8	150 150		
Агрегат универсальный чизельный	АЧУ-2,8		0,4	150		
<i>5.5. Машины для прикатывания почвы</i>						
Катки, всего	ЗКВГ-1,4 По типу ЗКВБ-1,5		0,3	70		
Катки	По типу ЗККШ-6 По типу	Пашня Пашня	2,0 1,0 0,7	90 90 70		
<i>5.6. Почвообрабатывающие агрегаты</i>						
Агрегаты комбинированные	АКШ-9	Пашня	0,5	125		

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6
	АКШ-7,2 АКШ-6 АКШ-3,6 (АКШ-3,6-01)		1,4 0,5 1,1	125 125 125	
Агрегаты для сплошной обработки почвы	АК-3,6 АК-3			100 100	
<b>6. Машины для подготовки и внесения минеральных удобрений и известковых материалов</b>					
Измельчитель-смеситель минеральных удобрений	ИСУ-4А	Пашня	0,5	120	
Агрегат	АВУ-0,7	Пашня	0,4	120	
Машины	МСВД-0,5 МВУ-0,5 Л-116 МВУ-5	Пашня Пашня	0,4 0,4 1,0 0,4 1,0	120 120 120 120 120	
Распределитель минеральных удобрений	РШУ-12	Пашня	1,0	120	
Машины	РУП-10 (РУП-14) АРУП-8 (МТП-10) (МТП-13)	Пашня	0,3  0,4	800 800 700 800 800	
Подкормщики жидкими удобрениями	ПЖУ-2,5 ПЖУ-5  (МТП-13)	Пашня	0,6	120 120  800	
<b>7. Машины для внесения органических удобрений</b>					
Машины	ПРТ-7А ПРТ-11	Пашня	2,7 0,8	350 350	

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6
	МТТ-4		2,5	350	
	МТТ-7		0,1	350	
	МТТ-10		0,3	350	
	РЖТ-4М		0,5	500	
	(ПЖТ-5)			500	
	МЖТ-6		0,4	500	
	МЖТ-8		0,5	500	
	МЖТ-11		0,4	500	
	ПЖ-2,5		0,5	500	
<b>8. Машины для химической защиты растений</b>					
Протравливатели зерна	ПСШ-5	Пашня	0,4	30	
	ПС-10А		0,3	30	
Комплект оборудования	КПС-10	Пашня		30	
Агрегат для приготовления рабочих жидкостей	ЖСК-12	Пашня	0,4	120	
Опрыскиватели прицепные	ОПШ-15М	Пашня	1,0	120	
	ОТ-2-3		0,5	120	
	ОПВ-1200А		0,5		
	(ОПВ-2000)				
Опрыскиватель	по типу ОМ-630	Пашня	1,1	120	

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6
<b>9. Машины для улучшения лугов, сенокосов и пастбищ</b>					
Фреза	ФН-1,8	Пашня	0,5	150	
Машина для посева семян трав в дернину	Типа МД-3,6		0,3	160	
Агрегат для залужения	Типа АПР-2,6		0,6	150	
Машина роторная почвообрабатывающая	МРП-2,1		0,7	250	
<b>10. Машины для посева зерновых культур и трав</b>					
Сеялка зернофуковая	СЗ-3,6А	Зерновые	1,0	100	
	СЗК-3,6А				
Сеялка зерноотравная	СЗТ-3,6А	Однолетние и многолетние травы	3,0	100	
Сеялка травяная	СПТ-7,2	Однолетние и многолетние травы	3,0	100	
Сеялки универсальные	СПУ-6	Зерновые	5,4	100	
	СПУ-4		2,7	100	
	СПУ-3		1,4	100	
	С-6				
Сеялка зернофуковая	СЗ-3,6А	Зерновые	1,0	100	
	СЗК-3,6А				

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6
Почвообрабатывающе-посевной агрегат	АПП-3	Зерновые	2,0	125	
	АПП-4,5		0,6	125	
Загрузчик сеялок	АПП-6	Зерновые	0,6	125	
	ЗА3-1		2,2	100	
<b>11. Машины для уборки зерновых и зернобобовых культур, семенников трав</b>					
Комбайны зерноуборочные, всего	СК-5М	Зерновые	8,5		
Комбайны зерноуборочные			–	130	
Жатка	«Нива» Кл.6–8 кг/с (типа MDW и др.) Дон-1500А(Б) Кл.10–12 кг/с ЖСК-4В	Зерновые	4,1	130	
			3,9	130	
			0,5	130	
			4,4	50	
Хедер	ХД-4-1200			50	
	ХД-5-1500			50	
Приспособление	ПКК-5			60	
	ПКК-10			60	
	54-108А			60	

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6
Подборщик транспортный	ПСТ-10			60	
	ПЛЗ-5			60	
	ПЛЗ-10			60	
	ППТ-3А (ПТК-3)			75	
Подборщик универсальный барабанный	54-102			60	
	ПУН-5			60	
Измельчитель соломы универсальный					
<b>12. Машины для послепосевной обработки и хранения продовольственного и фуражного зерна и семян</b>					
Комплексы зерноочистительно-сушильные	КЗС-25Ш	Зерновые	0,8	400	
	КЗС-25 КЗС-50			400	
Комплект оборудования	Р8-УЗК-50			200	
	Р8-УЗК-25			200	
Очиститель вороха	ОВС-25А	Зерновые	1,0	200	
Машина предварительной очистки	МПО-50	Зерновые	1,0	200	
Зерноочистительная машина	ЗМ-10	Зерновые	0,3	200	

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6
Семяочистительные машины	К-531/1			200	
	«Петкус-гигант» К-547А			200	
Сушилки	типа М-819 СЗК-8	Зерновые	0,8 1,2	400 400	
Зернопогрузчики	ЗПС-100 ЗПС-60А			200 200	
Погрузчик шнековый	ПШП-4	Зерновые	1,4	200	
Отделение бункеров активного вентилирования	ОБВ-160А	Зерновые	2,5	400	
<b>13. Машины для уборки соломы</b>					
Волокуша толкающая	ВТН-8	Зерновые	1,3	140	
	ВТН-6		0,8	140	
Стоговоз	СТП-2	Зерновые	1,0	250	
<b>14. Машины для производства кукурузы на зерно</b>					
Сеялки для посева кукурузы	СУПН-8А КСУ-6-8 «Полесье-12»	Кукуруза	8,0	50	
Культиватор	КРН-5,5Б	Кукуруза	3,0	140	

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6
<b>15. Машины для уборки трав, силосных культур и производства зеленых кормов</b>					
<i>15.1. Косилки</i>					
Косилка самоходная	Е-303, Е-304			210 210	
Косилки однобрусные	КС-Ф-2,1Б КНМ-1,6	Однолетние и многолетние травы	2,0 0,4	210 210	
	КНМ-1,2		0,3	210	
Косилка ротационная	КДН-210 (по типу КРН-2,1А)	Однолетние и многолетние травы	0,6	210	
Косилка	КП-310			210	
Косилка роторная	Л-501 220Г			210 210	
Косилка конная	К-1,1			120	
<i>15.2. Машины для сгребания ворошения сена</i>					
Грабли-ворошилка	ГВЦ-3 (модернизация) ГВР-630	Однолетние и многолетние травы	2,0 2,0	220 220	
Грабли валкообразователи	ГВК-6 (Л-503)	Однолетние и многолетние травы	4,0	220	
Ворошитель валков	ВВ-1	Однолетние и многолетние травы	2,0	220	
Грабли конные	ГК-1,0			120	
<i>15.3. Машины для заготовки прессованного сена</i>					
Пресс-подборщик	ПР-Ф-145	Однолетние и многолетние травы	4,4 1,6	150 150	

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6
Транспортировщик рулонов Приспособление для погрузки рулонов	ТР-5С  –	Однолетние и многолетние травы  Однолетние и многолетние травы	1,2	150	
<i>15.4. Машины для заготовки рассыпного сена</i>					
Установка вентиляционная	УВС-16А	Однолетние и многолетние травы	1,9	300	
<i>15.5. Машины для уборки трав и силосных культур с измельчением</i>					
Комбайны кормоуборочные	КСК-100А (КСК-100А-1) КПД-3000 «Полесье-700» «Полесье-1500»	Кукуруза на силос И зеленый корм  Однолетние и многолетние травы	5,4	280  280 280	
Косилка-измельчитель	КИП-1,5	Однолетние и многолетние травы	1,4	280	
<b>16. Машины для возделывания, уборки и послеуборочной обработки льна</b>					
Сеялка льняная	СЗ-3,6А-02	Лен	7,4	75	
Льноуборочный комбайн	«Русь»	Лен	30,0	90	

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6
Льнотеребилки	ТЛН-1,5А НТЛ-1,75	Лен	10,1	60 60	
Оборачиватели лент	ОЛ-1,ОД-1	Лен	20,0	100	
Подборщик тресты	ПТН-1	Лен	7,2	90	
Ворошилка лент льна	ВЛ-3	Лен	3,3	100	
Вспушиватель лент льна	В-1			100	
	ТПЛ-1			90	
Вспушиватель-порционныеобразователь	ВПН-1	Лен	5,0	100	
Пресс-подборщик	ПР-Ф-110	Лен	11,1	80	
Подборщик-очесыватель лент	ПОО-1	Лен	20,0	70	
Молотилка-веялка	МВ-2,5А	Лен	3,1	140	
Семяочистительная машина	СОМ-300	Лен	5,6	300	
Комплект оборудования	КСПЛ-0,9	Лен	4,8	300	
Воздухоподогреватель	ТАУ-1,5			300	
Теплогенератор	ТГ-Ф-1,5			300	
<b>17. Машины для возделывания, уборки и послеуборочной обработки картофеля</b>					
Протравливатель	ОПС-1	Картофель	8,0	30	

## Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6
Картофелесажалка	Л-201	Картофель	5,0	60	
	Л-202		15,0	60	
	Л-205		2,0	60	
	Л-204		3,5	60	
Культиватор фрезерный	КВК-4			140	
Культиваторы-окучники	КОН-3	Картофель	1,0	160	
	АК-2,8		4,6	160	
	Л-115		4,6	160	
	Л-803		2,5	160	
Картофелекопатель	КТН-2В	Картофель	5,2	170	
	КСТ-1,4А		3,2	170	
	КТН-1Б (Л-651)		0,8	170	
Картофелеуборочный комбайн	Л-601	Картофель	3,7	170	
	Л-605		13,0	170	
Копатель-погрузчик модульный	По типу Е-684 (Германия)	Картофель	5,5	170	
Картофелесортировальный пункт	КСП-25 (КСП-15В)	Картофель	8,5	170	
				170	
<b>18. Машины для возделывания и уборки сахарной и кормовой свеклы</b>					
Сеялки свекловичные	ССТ-12В	Сахарная свекла	15,4	40	
	ССТ-8	Кормовая свекла	16,7	40	
	(ССТК-8)				

## Окончание приложения 1

1	2	3	4	5	6
Культиватор фрезерный	КФ-5,4	Сахарная свекла	6,2	90	
Ботвоуборочные машины	БМ-6Б	Сахарная свекла	10,0	100	
	МБК-2,7 МБШ-6	Кормовая свекла	12,5	100	
Очиститель головок	ОГД-6А	Сахарная свекла	10,0	100	
Корнеуборочные машины	КС-6В	Сахарная свекла	10,0	100	
	МКП-6	Кормовая свекла	12,0	100	
Копатель кормовых корнеплодов	ККГ-1,4А	Кормовые корнеплоды	25,0	100	
Свеклопогрузчик-очиститель	СПС-4,2А	Сахарная свекла	6,2	100	
<b>19. Машины для возделывания, уборки и послеуборочной обработки овощей</b>					
Сеялка овощная	СО-4,2	Овощи	13,3	50	
	СОЛ-4,2				
Культиватор	КОР-4,2	Овощи	9,1	60	
	КГО-4,2				
Грядделатель	КГП-4,2	Овощи		60	
Машина для уборки кочанной капусты	УКМ-2	Овощи	2,4	200	

**Коэффициенты использования  
календарного времени смены по метеорологическим условиям**

Область	Апрель		Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Октябрь	
	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II
	1-я группа*			2-я группа						3-я группа			4-я группа						
Минская	0,45	0,80	0,86	0,89	0,99	0,99	0,97	0,97	0,97	0,98	0,69	0,73	0,80	0,79	0,87	0,88	0,86	0,83	0,85
Могилевская	0,25	0,40	0,89	0,87	0,99	0,99	0,97	0,99	0,97	0,97	0,77	0,75	0,79	0,80	0,86	0,89	0,89	0,81	0,76
Гродненская	0,70	0,85	0,87	0,87	0,99	0,98	0,96	0,97	0,99	0,95	0,77	0,84	0,78	0,75	0,85	0,87	0,84	0,85	0,82
Брестская	0,71	0,90	0,89	0,86	0,94	0,99	0,97	0,98	0,96	0,92	0,76	0,81	0,78	0,85	0,89	0,88	0,83	0,85	0,86
Витебская	0,37	0,60	0,80	0,87	0,98	0,99	0,97	0,93	0,97	0,98	0,76	0,73	0,80	0,74	0,84	0,86	0,84	0,78	0,82
Гомельская	0,71	0,90	0,89	0,86	0,94	0,99	0,97	0,98	0,96	0,92	0,76	0,81	0,78	0,85	0,89	0,88	0,83	0,85	0,86

\* 1-я и 4-я группы — для работы по основной и предпосевной обработке почвы, посева, уборки картофеля и корнеплодов; 2-я группа — для междурядной обработки; 3-я группа — для уборки зерновых и сена.

Учебное издание

**Новиков** Анатолий Васильевич, **Ляхов** Анатолий Павлович,  
**Непарко** Татьяна Анатольевна и др.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ  
РАСТЕНИЕВОДСТВА

ПРАКТИКУМ

*Учебное пособие*

Ответственный за выпуск *А. В. Новиков*  
Редактор *В. М. Воронович*  
Компьютерная верстка *А. И. Стебули*

Подписано в печать 27.09.2011 г. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 23,71. Уч.-изд. л. 18,54. Тираж 350 экз. Заказ 712.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный аграрный технический университет».  
ЛИ № 02330/0552984 от 14.04.2010.  
ЛП № 02330/0552743 от 02.02.2010.  
Пр. Независимости, 99–2, 220023, Минск.