

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

Ю.Н. Рубан, А.Ф. Кислов

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Учебное пособие



**Благовещенск
Издательство ДальГАУ
2015**

УДК 631.07

Рубан Ю.Н. Эксплуатация сельскохозяйственной техники: учебное пособие / Ю.Н. Рубан, А.Ф.Кислов. – Благовещенск: ДальГАУ, 2015. – 55 с.

Учебное пособие подготовлено в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и основной образовательной программой подготовки бакалавров по направлениям 35.03.04 «Агрономия» и 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», предназначено студентам всех форм обучения.

Рецензент – С.В. Щитов, доктор технических наук, профессор кафедры транспортно-энергетических средств и механизации АПК

Рекомендовано в печати методическим советом факультета механизации сельского хозяйства Дальневосточного государственного аграрного университета (протокол №6 от 25 февраля 2015 года)

Издательство ДальГАУ

2015

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН И АГРЕГАТОВ	5
1.1 Расчет рациональных составов пахотных агрегатов	5
1.2 Оптимизация пахотных агрегатов по производительности.....	10
1.3 Оптимизация пахотных агрегатов по затратам труда	13
1.4 Оптимизация пахотных агрегатов по расходу топлива	14
1.5 Оптимизация пахотных агрегатов по затратам механической энергии на единицу работы.....	15
1.6 Оптимизация пахотных агрегатов по удельным эксплуатационным затратам	17
1.7 Оптимизация пахотных агрегатов по комплексным критериям оптимальности.....	20
1.8 Расчет рациональных составов тяговых агрегатов (для непахотных работ)	23
1.9 Расчет производительности комбайна на уборке сельскохозяйственных культур	24
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ.....	27
2.1 Структура и содержание операционной технологии	27
2.2 Оценка качества технологического процесса	30
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	35
ПРИЛОЖЕНИЯ	36
Приложение А – Тяговые характеристики тракторов.....	36
Приложение Б – Рекомендуемые агротехнические движения машинно-тракторных агрегатов на полевых работах	37
Приложение В – Часовой расход топлива тракторов.....	38
Приложение Г – Составляющие эксплуатационных затрат	39
Приложение Д – Технологическая характеристика оценок	40
Приложение Е – Удельное сопротивление сельскохозяйственных машин (при скорости движения 5 км/ч)	41
Приложение Ж – Оптимальная степень использования тяговых усилий трактора.....	42
Приложение И – Значение интеграла вероятности	43
Приложение К – Операционно-техническая карта.....	45
Приложение Л – Примеры заданий.....	46

ВВЕДЕНИЕ

Главная задача XXI века в дальневосточном регионе России состоит в обеспечении продовольственной безопасности и дальнейшего роста благосостояния населения на основе устойчивого, поступательного развития сельскохозяйственного производства, ускорения научно-технического процесса и перевода рыночной экономики на интенсивный путь развития.

Работа специалистов сельскохозяйственного производства в новых условиях хозяйствования связана со знанием и умением реализовать современные передовые (прогрессивные) технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Современный бакалавр направлений «Агрономия» и «Агрохимия и агропочвоведение» должен приобрести практические навыки проектирования технологических процессов, операционных технологий и оценки их эффективности при изучении дисциплины «Эксплуатация сельскохозяйственной техники», что и предусмотрено настоящим учебным пособием.

В преподавании дисциплины «Эксплуатация сельскохозяйственной техники» на неинженерных факультетах остро ощущается отсутствие пособий по внелекционным формам учебной работы: лабораторно-практическим занятием и для самостоятельной работы. Предлагаемое учебное пособие поможет устранить этот существенный пробел в преподавании рассматриваемой дисциплины. При разработке рекомендуемого учебного пособия автор стремился предоставить студентам наибольшую самостоятельность, помочь им приобрести навыки в решении практических задач с позиции рациональной организации полевых механизированных работ при возделывании сельскохозяйственных культур при минимальных затратах энергии, труда и денежных средств, научить их делать обоснованные выводы в области эксплуатации машин и должным образом обобщать изученный материал.

Автор будет весьма признателен за советы и замечания по улучшению содержания данного учебного пособия, которые можно отправить по адресу: г. Благовещенск, ДальГАУ, кафедра «Эксплуатация и ремонт транспортно – технологических машин и комплексов».

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН И АГРЕГАТОВ

1.1 Расчет рациональных составов пахотных агрегатов

По данным таблицы 1.1 рассчитать недостающие величины и подобрать рациональный по загрузке состав агрегата.

1. Тяговое сопротивление (кН), приходящееся на один плужный корпус:

$$R_{\text{кор.}} = k_0 \cdot \alpha \cdot v_{\text{кор.}} \pm \frac{G_{\text{пл.}}}{n_{\text{кор.}}} \cdot C \cdot \frac{i}{100}, \quad (1.1)$$

где k_0 – удельное сопротивление почвы, Н/м²;

$\alpha \cdot v_{\text{кор.}}$ – глубина обработки и ширина захвата одного корпуса, м;

$G_{\text{пл.}}$ – вес плуга, Н;

$n_{\text{кор.}}$ – число корпусов, шт.;

C – коэффициент, учитывающий вес почти на корпусах плуга;

i – уклон, %.

1. Выбирается передача трактора $i_{\text{тр.}}$. И по тяговой характеристике (прил. А), определяется рабочая скорость агрегата v_p , в пределах агротехнически допустимого диапазона скоростей (прил. Б).

2. Число плужных корпусов, которые нормально загрузят трактор на выбранной передаче (с округлением до ближайшего целого меньшего числа)

$$n_{\text{кор.}} = \frac{(P_{\text{ти}}^{\text{H}} - G \cdot \frac{i}{100}) \cdot \xi_p}{R_{\text{кор.}}}, \quad (1.2)$$

где $P_{\text{ти}}^{\text{H}}$ – номинальное тяговое усилие трактора на выбранной передаче, Н;

G – вес трактора, Н;

ξ_p – коэффициент использования тягового усилия трактора.

3. Тяговое сопротивление плуга, Н:

$$R_{\text{пл.}} = \alpha \cdot v_{\text{кор.}} \cdot n_{\text{кор.}} \cdot k_0 \pm G_{\text{пл.}} \cdot C \cdot \frac{i}{100}. \quad (1.3)$$

Варианты решения задач по пахотным агрегатам приведены в таблице

1.1.

При решении задач, приведенных в таблице 1.1, необходимо придерживаться следующей методики:

Таблица 1.1 – Варианты решения задач.

№ п/п	Марка трактора	α , м	$v_{кор.}$, м	$k_0 \cdot 10^3$ Н/м ²	$G_{пл.}/n_{кор.}$ Н	C	i , %	P_T^H , Н
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	ДТ-75М	0,20	0,35	70	3000	1,2	±3	?
2.	ДТ-75М	?	?	65	3100	1,1	±3	?
3.	ДТ-75М	0,18	0,35	?	2700	1,2	±1	?
4.	МТЗ-80	0,18	0,35	60	2800	1,2	±2	?
5.	МТЗ-82	0,16	0,35	65	3000	1,1	?	?
6.	К-701	0,20	0,35	70	2900	1,2	±3	?
7.	К-701	0,22	0,35	75	3000	1,1	±1	?
8.	К-701	0,21	0,35	70	3150	1,1	±1	?
9.	К-701	0,18	0,35	60	2850	1,2	±2	?
10.	Т-150	0,22	0,35	?	2900	1,1	±2	?
11.	Т-150	0,18	0,35	55	?	1,2	±3	?
12.	Т-150К	0,20	0,35	65	?	1,1	±1	?
13.	Т-150К	0,22	0,35	?	?	1,2	±2	?
14.	МТЗ-80	0,20	0,35	?	?	1,1	±3	?
15.	МТЗ-82	0,22	0,35	?	2850	1,1	±2	?
16.	ЮМЗ-6Л	0,18	0,35	55	2900	1,2	±2	?
17.	ЮМЗ-6Л	?	0,35	70	3100	1,1	±3	?
18.	МТЗ-80	0,18	0,35	60	?	1,1	±1	?
19.	МТЗ-80	0,20	0,35	65	3000	1,2	±2	?
20.	МТЗ-82	0,21	0,35	?	3100	1,2	±2	?
21.	МТЗ-82	0,18	0,35	55	2850	1,1	±3	?
22.	Т-4А	0,22	0,35	65	?	1,2	±2	?
23.	Т-4А	0,19	0,35	60	3150	1,2	±1	?
24.	Т-40М	0,18	0,35	?	2900	1,1	±3	?
25.	Т-40М	0,20	0,35	55	?	1,1	±2	?

Продолжение таблицы 1.1

$G \cdot 10^4$, Н	ξ_p	$n_{кор.}$	$R_{кор.}$, Н	$G_{пл.}$, Н	$R_{пл.}$, Н	α/β	v_p , м/с	$i_{тр}$	Движение на подъем или спуск
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
6,65	0,9	?	?	?	?	?	?	?	подъем
6,65	0,92	?	5200	?	?	0,8	?	?	подъем
6,25	?	4	5000	?	?	?	?	?	спуск
?	0,94	3	?	?	?	?	?	?	спуск
3,35	0,88	3	5400	?	?	?	?	?	подъем
12,50	0,90	?	?	24500	?	?	?	?	подъем
12,50	?	9	?	?	?	?	?	?	подъем
12,50	?	8	?	24500	?	?	?	?	спуск
14,50	0,94	?	?	25300	?	?	?	?	подъем
7,10	0,90	?	5300	?	?	?	?	?	спуск
7,10	?	6	?	28250	?	?	?	?	спуск
7,60	?	5	?	25890	?	?	?	?	подъем
7,60	?	5	5100	12900	?	?	?	?	подъем
?	0,92	3	5000	9100	?	?	?	?	спуск
3,35	?	3	5200	?	?	?	?	?	спуск
3,30	0,96	?	?	?	?	?	?	?	подъем
3,30	0,94	?	5100	?	?	?	?	?	спуск
3,25	?	3	?	9000	?	?	?	?	подъем
3,25	0,95	?	?	?	?	?	?	?	подъем
3,35	0,96	?	5200	?	?	?	?	?	подъем
3,35	0,93	?	?	?	?	?	?	?	подъем
9,08	?	6	?	18100	?	?	?	?	спуск
8,08	0,92	?	?	?	?	?	?	?	подъем
2,63	0,96	?	5250	?	?	?	?	?	спуск
2,63	0,95	?	?	?	?	?	?	?	подъем

1) Рабочая скорость и передача трактора $v_p, i_{тр.}$: вначале определяется диапазон рабочих скоростей, ограниченных агротехническими требованиями (прил. Б). Для этого необходимо к данной марке трактора выбрать подходящую марку плуга и для выбранной марки плуга по таблице приложения Б определить пределы агротехнически допустимых скоростей. Например, для плугов ПН-8-35 и ПН-4-35 $\lim_{орг} v_p = 5 \dots 8 \text{ км/ч}$. Затем по тяговой характеристике данного трактора (прил. А) выбирают скорости, лежащие в заданных пределах по передачам. Например, для трактора К-701 – это есть одна ско-

рость, соответствующая II режиму 1 передачи $v_{p1} = 3,8$ км/ч; для трактора ДТ-75М $v_{p1} = 5,05$ км/ч; $v_{p2} = 5,6$ км/ч; $v_{p3} = 6,35$ км/ч; $v_{p4} = 7,05$ км/ч; $v_{p5} = 7,85$ км/ч всего пять вариантов, которые соответствуют 1, 2, 3, 4, 5 передачам трактора. Для упорядочения записей, их делают в табличной форме (табл. 1.2)

Таблица 1.2 – Запись результатов расчетов решаемых задач.

№ варианта-решения	v_p , км/ч	$i_{тр.}$	P_T^H , Н	$G_{нл.}/n$, Н	$R_{кор.}$, Н	k_0 , Н/м ²	$n_{кор.}$	ξ_p	G , Н	i , %	$R_{пл.}$, Н	Рац. состав МТА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	v_{p1}	$i_{тр1}$	P_{T1}^H	$G_{нл.}/n_1$	$R_{кор1}$	k_{01}	$n_{кор1}$	ξ_{p1}	G_1	i_1	$R_{пл1}$	Марка МТА
2.	v_{p2}	$i_{тр2}$	P_{T2}^H	$G_{нл.}/n_2$	$R_{кор2}$	k_{02}	$n_{кор2}$	ξ_{p2}	G_2	i_2	$R_{пл2}$	
3.	v_{p3}	$i_{тр3}$	P_{T3}^H	$G_{нл.}/n_3$	$R_{кор3}$	k_{03}	$n_{кор3}$	ξ_{p3}	G_3	i_3	$R_{пл3}$	
4.	v_{p4}	$i_{тр4}$	P_{T4}^H	$G_{нл.}/n_4$	$R_{кор4}$	k_{04}	$n_{кор4}$	ξ_{p4}	G_4	i_4	$R_{пл4}$	
...	
m	v_{pm}	$i_{трm}$	P_{Tm}^H	$G_{нл.}/n_m$	$R_{корm}$	k_{0m}	$n_{корm}$	ξ_{pm}	G_m	i_m	$R_{плm}$	

2) Тяговое усилие трактора на выбранных передачах P_T^H определяется по тяговой характеристике (прил. А). Например, для трактора ДТ-75М $P_{T1}^H = 34300$ Н, $P_{T2}^H = 31600$ Н, $P_{T3}^H = 27700$ Н, $P_{T4}^H = 24500$ Н, $P_{T5}^H = 21300$ Н.

3) Тяговое сопротивление ($R_{кор.}$), приходящееся на один плужный корпус определяется по формуле 1.1, если известны все составляющие этой формулы как, например, в вариантах задач 1, 4, 6, 7, 8, 9, 16, 19, 21, 23 (табл. 1.1). Если в формуле 1.1 неизвестны $R_{кор.}$ и $G_{нл.}/n$ одновременно, как в вариантах 11, 12, 18, 22, 25 (табл. 1.1), то в начале определяем $G_{нл.}/n$ по известным $G_{нл.}$ и n , а затем $R_{кор.}$. Знак (+) ставится при движении на подъем, (-) – при движении на спуск.

Если в формуле (1) неизвестны α и $v_{кор.}$, то их определяют используя зависимость между ними (вариант 2, табл. 1.1):

$$\frac{\alpha}{\beta_{\text{кор.}}} = 0,8; \text{т.е. } \alpha = 0,8\beta_{\text{кор.}} \quad (1.4)$$

Затем, сделав данную подстановку в формулу 1.1, решим ее относительно $\beta_{\text{кор.}}$, например:

$$R_{\text{кор.}} = k_0 \cdot 0,8k_k \cdot k_k \pm \frac{G_{\text{пл.}}}{n} \cdot C \cdot \frac{i}{100},$$

$$\beta_{\text{кор.}} = \sqrt{\frac{R_{\text{кор.}} \pm \frac{G_{\text{пл.}}}{n} \cdot C \cdot \frac{i}{100}}{0,8 \cdot k_0}} \quad (1.5)$$

Здесь знак (-) ставится при движении на подъем, а знак (+) – при движении на спуск.

Определив ширину захвата плужного корпуса ($\beta_{\text{кор.}}$), определяем глубину обработки по соотношению 1.4. При неизвестной глубине обработки α , ее определяют по формуле (вариант 17, табл.1.1):

$$\alpha = \frac{R_{\text{кор.}} \pm \frac{G_{\text{пл.}}}{n} \cdot C \cdot \frac{i}{100}}{k_0 \cdot \beta_{\text{кор.}}} \quad (1.6)$$

Знак (-) ставится при движении на подъем, а знак (+) – при движении на спуск.

4) Удельное сопротивление почвы k_0 обычно задается, но в вариантах задач 3, 10, 15, 20, 24 (табл. 1.1) его значение определяется из формулы 1.1 (при известном $R_{\text{кор.}}$):

$$k_0 = \frac{R_{\text{кор.}} \pm \frac{G_{\text{пл.}}}{n} \cdot C \cdot \frac{i}{100}}{\alpha \cdot \beta_{\text{кор.}}} \quad (1.7)$$

В этой формуле знак (+) ставится при движении на спуск, а (-) - при движении на подъем. Это объясняется тем, что при движении на подъем сила сопротивления движению корпуса, определяется по формуле 1.1, должна быть уменьшена на величину $\frac{G_{\text{пл.}}}{n} \cdot C \cdot \frac{i}{100}$, так как удельное сопротивление почвы на подъеме, ровном участке и спуске остается постоянным. По этой же причине на спуске ставится знак (+).

Если в формуле 1.7 одновременно неизвестны $\frac{G_{\text{пл.}}}{n}$ и k_0 , как в вариантах 13 и 14, то сначала определяют $\frac{G_{\text{пл.}}}{n}$, по известным $G_{\text{пл.}}$ и n , а затем и k_0 .

5) Число корпусов плуга $n_{\text{кор.}}$ определяется по формуле 1.2 при известных ее составляющих, например, в вариантах задач 1, 2, 6, 9, 10, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 25 (табл. 1.1).

6) Коэффициент использования тягового усилия трактора ξ_p определяется из формулы 1.2, решая ее относительно ξ_p (варианты задач 3, 7, 8, 11, 12, 13, 15, 18, 22 табл. 1.1):

$$\xi_p = \frac{R_{\text{кор.}} \cdot n_{\text{кор.}}}{P_T^H - G \frac{i}{100}}. \quad (1.8)$$

7) Эксплуатационный вес трактора определяется по формуле 1,9, (варианты 4, 14, табл. 1.1):

$$G = \frac{(\xi_p \cdot P_T^H - n_{\text{кор.}} \cdot R_{\text{кор.}}) \cdot 100}{\xi_p \cdot i}. \quad (1.9)$$

8) Уклон i , преодолеваемый трактором, определяется по формуле 1.10, (вариант 5, табл. 1.1):

$$i = \frac{(\xi_p \cdot P_T^H - n_{\text{кор.}} \cdot R_{\text{кор.}}) \cdot 100}{\xi_p \cdot G}. \quad (1.10)$$

9) Сопротивление плуга $R_{\text{кор.}}$ определяется по формуле 1.3.

10) Вес плуга $G_{\text{пл.}}$ определяется по известным величинам $\frac{G_{\text{пл.}}}{n_{\text{кор.}}}$ и $n_{\text{кор.}}$.

Эти величины либо заданы, либо определяются по формуле 1.2.

1.2 Оптимизация пахотных агрегатов по производительности

При определении рациональных составов агрегатов были определены наиболее целесообразные по загрузке трактора составы пахотных агрегатов при работе на всех передачах, обеспечивающих движение агрегата в соответствии с ограничениями, налагаемыми агротехническими требованиями. Однако, вопрос о том, на какой передаче работа агрегата несет наибольшую пользу хозяйству, остается открытым. Часто критерием наилучшего использования пахотных агрегатов набирается его производительность. Этот критерий становится определяющим особенно тогда, когда крайне сжаты сроки проведения работы. Особенностью условий пахоты в Амурской области яв-

ляется поздняя уборка сои, а в связи с этим и крайне сжатые сроки вспашки, ограничиваемые замерзанием почвы. Поэтому для Амурской области наиболее целесообразно рассчитывать работу пахотных агрегатов по максимальной производительности.

Производительность агрегата определяется по формуле:

$$\omega_{\text{ч}} = 0,36\beta \cdot n_{\text{кор.}} \cdot \beta \cdot v_p \cdot \tau, \quad (2.1)$$

где $\omega_{\text{ч}}$ - производительность агрегата за 1 час сменного времени, га/ч;

β - коэффициент использования рабочей ширины захвата, находится в пределах 1,00...1,05;

$n_{\text{кор.}}$ - количество корпусов плуга, шт.;

β - ширина захвата одного корпуса, м;

v_p - рабочая скорость движения, м/с;

τ - коэффициент использования времени смены.

Варианты использования задач по оптимизации пахотных агрегатов приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. – Варианты решения задач по оптимизации пахотных агрегатов (критерий $\omega_{\text{ч}} \rightarrow \max$).

№ п/п	марка трактора	α , м	β , м	$n_{\text{кор.}}$	β	v_p , м/с	τ	$\omega_{\text{ч}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	ДТ-75М	0,2	0,35	?	1,00	?	0,78	?
2.	ДТ-75М	?	?	?	1,05	?	0,82	?
3.	ДТ-75М	0,18	0,35	4	1,03	?	0,80	?
4.	МТЗ-80	0,18	0,35	3	1,02	?	0,76	?
5.	МТЗ-82	0,16	0,35	3	1,01	?	0,81	?
6.	К-701	0,20	0,35	?	1,05	?	0,84	?
7.	К-701	0,22	0,35	9	1,04	?	0,77	?
8.	К-700А	0,21	0,35	8	1,02	?	0,79	?
9.	К-700А	0,18	0,35	?	1,01	?	0,74	?
10.	Т-150	0,22	0,35	?	1,00	?	0,86	?
11.	Т-150	0,18	0,35	6	1,03	?	0,85	?
12.	Т-150К	0,20	0,35	5	1,05	?	0,80	?
13.	Т-150К	0,22	0,35	5	1,02	?	0,78	?
14.	МТЗ-80	0,20	0,35	3	1,00	?	0,82	?

15.	МТЗ-82	0,22	0,35	3	1,04	?	0,76	?
16.	ЮМЗ-6Л	0,18	0,35	?	1,03	?	0,79	?
17.	ЮМЗ-6Л	?	0,35	?	1,02	?	0,81	?
18.	МТЗ-80	0,18	0,35	3	1,05	?	0,77	?
19.	МТЗ-80	0,20	0,35	?	1,04	?	0,78	?
20.	МТЗ-82	0,21	0,35	?	1,01	?	0,74	?
21.	МТЗ-82	0,18	0,35	?	1,00	?	0,75	?
22.	Т-4А	0,22	0,35	6	1,03	?	0,76	?
23.	Т-4А	0,19	0,35	?	1,01	?	0,78	?
24.	Т-40М	0,18	0,35	?	1,02	?	0,80	?
25.	Т-40М	0,20	0,35	?	1,00	?	0,82	?

Решение задач, приведенных в таблице 2.1, производится в следующем порядке:

1) Вычерчивается форма таблицы 2.2, определяющая последовательность решения задачи.

Таблица 2.2. – Результаты расчета оптимального состава агрегата (критерий $\omega_{\text{ч}} \rightarrow \max$).

№ варианта решений	$\tau_{\text{тр}}$	$\nu_{\text{р}},$ м/с	$\alpha,$ м	$n_{\text{кор.}}$	β	τ	$\beta,$ м	$\omega_{\text{ч}},$ га/ч	состав оптим. агрегата
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	$\tau_{\text{тр}1}$	$\nu_{\text{р}1}$	α_1	$n_{\text{кор}1}$	β_1	τ_1	β_1	$\omega_{\text{ч}1}$	марка трактора и плуга
2.	$\tau_{\text{тр}2}$	$\nu_{\text{р}2}$	α_2	$n_{\text{кор}2}$	β_2	τ_2	β_2	$\omega_{\text{ч}2}$	
...	
m	$\tau_{\text{тр}m}$	$\nu_{\text{р}m}$	α_m	$n_{\text{кор}m}$	β_m	τ_m	β_m	$\omega_{\text{ч}m}$	

2) Количество номеров вариантов решения определяется количеством передач трактора $\tau_{\text{тр}}$ и соответствующих им скоростей движения агрегата, вошедших в агротехнически допустимые пределы. Поэтому 1, 2, 3 колонки (столбцы) переписываются из таблицы 1.2.

3) Глубина вспашки (α) и ширина захвата плуга (β) при всех вариантах остаются постоянными и выписываются из задания (табл. 2.1). Неизвестные значения α и β (вариант 2, 17) определялись в первой задаче по формулам 1.5

и 1.6. Их значения вписываются в таблицу 2.2. Количество корпусов плуга выписывается из таблицы 1.2.

4) Значения β и $\tau = const$ известны по заданию, переписываются из таблицы 2.1.

5) Производительность всех вариантов агрегатов подсчитывается по формуле 2.1 и вписывается в 9 колонку таблицы 2.2.

6) В заключении расчетов сравниваются производительности всех вариантов агрегатов и по максимальной производительности выбирается оптимальный вариант. Состав агрегата по маркам трактора и плуга вписывается в 10 колонку таблицы 2.2.

1.3 Оптимизация пахотных агрегатов по затратам труда

При работе агрегатов в условиях сжатых сроков проведения работ важным критерием выбора оптимального состава агрегата является критерий затрат труда на единицу выполненной работы (Z_T). Для вспашки, где не применяются вспомогательные работы, этот критерий будет вычисляться по формуле 2.2:

$$Z_T = \frac{m_{тр}}{\omega_4}, \text{ чел}\cdot\text{ч/га} \quad (2.2)$$

где $m_{тр}$ - количество трактористов, чел.;

ω_4 - часовая производительность агрегата, га/ч.

Не трудно видеть, что затраты труда находятся в обратной пропорциональной зависимости по отношению к производительности. Однако, при работе посевных уборочных агрегатов, где в работе участвуют вспомогательные рабочие, в числе формулы 2.2 прибавляется число вспомогательных рабочих (m_B) и пропорции обратной зависимости по отношению к производительности нарушаются.

Исходными данными для решения задачи являются варианты производительности, вычисленные и записанные в таблице 2.2. Составляем таблицу 3.1 следующей формы:

Таблица 3.1 – Оптимизация пахотных агрегатов по критерию затрат труда

№ варианта	марка трактора	марка плуга	ω_4 , га/ч	$m_{\text{тр}}$	v_p , м/с	$i_{\text{тр}}$	Z_t , чел·ч/га	состав опт.агр.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	?	?	ω_{41}	1	v_{p1}	$i_{\text{тр}1}$?	марка трактора и плуга
2.	?	?	ω_{42}	1	v_{p2}	$i_{\text{тр}2}$?	
3.	?	?	ω_{43}	1	v_{p3}	$i_{\text{тр}3}$?	
...	
m	?	?	ω_{4m}		v_{pm}	$i_{\text{тр}m}$?	

Колонки 1, 4, 6, 7 переписываются без измерения из таблицы 2.2. Марка трактора записывается из таблицы 2.1. Марка плуга называется по количеству корпусов плуга таблицы 2.2, колонка 5. Затраты труда определяются по формуле 2.2. В колонке 9 записывают марку трактора и плуга того варианта, который имеет минимальное значение затрат труда.

1.4 Оптимизация пахотных агрегатов по расходу топлива

В целях экономии топливо - энергетических ресурсов применяется в качестве критерия оптимизации пахотных агрегатов критерий минимального расхода топлива на единицу выполненной работы ($q_{\text{га}}$).

Погектарный расход топлива ($q_{\text{га}}$) вычисляется по формуле:

$$q_{\text{га}} = \frac{G_{\text{тр}T_p} + G_{\text{тх}T_x} + G_{\text{то}T_o}}{0,36 \cdot V_p \cdot T_{\text{см}} \cdot v_p \cdot \tau} = \frac{G_{\text{тр}T_p} + G_{\text{тх}T_x} + G_{\text{то}T_o}}{\omega_4 \cdot T_{\text{см}}}, \quad (4.1)$$

где $G_{\text{тр}}$, $G_{\text{тх}}$, $G_{\text{то}}$ - значения среднего часового расхода топлива (кг/ч), соответственно при рабочем ходе, на холостых поворотах и переездах, во время остановок с работающим двигателем;

$T_{\text{см}}$, T_p , T_x , T_o – время смены, рабочее время, время поворотов и переездов, время остановок с работающим двигателем за смену, ч.

Исходные данные и результаты вычислений заносятся в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Результаты расчета оптимального состава пахотного агрегата по минимуму расхода топлива.

№ п/п	марка трактора	марка плуга	v_p , м/с	$\omega_{ч}$, га/ч	$T_{см}$, ч	$G_{тр}$, кг/ч	$G_{тх}$, кг/ч	$G_{то}$, кг/ч	T_p , ч	T_x , ч	T_o , ч	$q_{га}$, кг/га	опт. сост. агр.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1.	?	?	v_{p1}	$\omega_{ч1}$	$T_{см1}$?	?	?	?	?	?	?	марка трактора и плуга
2.	?	?	v_{p2}	$\omega_{ч2}$	$T_{см2}$?	?	?	?	?	?	?	
3.	?	?	v_{p3}	$\omega_{ч3}$	$T_{см3}$?	?	?	?	?	?	?	
...	
m	?	?	v_{pm}	$\omega_{чm}$	$T_{смm}$?	?	?	?	?	?	?	

Колонки 1, 2, 3, 4, 5 переписываются из таблиц 2.2. и 3.1.

Значения $G_{тр}$, $G_{тх}$, $G_{то}$ подбирают из приложения В. Время T_p определяется по формуле:

$$T_p = \tau \cdot T_{см}, \quad (4.2)$$

где τ - коэффициент использования времени смены, берется из таблицы 2.2.;

$T_{см}$ - время смены, ч, $T_{см} = 7$ ч.

Время T_o составляет 5...7% от T_p и определится в среднем из выражения $T_o = 0,6T_p$.

Время $T_x = T_{см} - T_p - T_o$.

Погектарный расход топлива $q_{га}$ определяется по формуле 4.1. В колонке 14 записывается марка трактора и плуга с наименьшим расходом топлива $q_{га}$.

1.5 Оптимизация пахотных агрегатов по затратам механической энергии на единицу работы

Затраты механической энергии на единицу работы (Дж/га) характеризуют энергоемкость процесса и наименьшие затраты энергии при различных вариантах агрегатирования могут быть критерием оптимизации пахотных агрегатов. Этот критерий определяется по формуле:

$$\alpha_{кр} = 10^4 \cdot k_{\alpha} \cdot \left(1 + \frac{N_{ТХ} \cdot T_{Х}}{N_{Тр} \cdot T_{р}}\right), \quad (5.1)$$

где $\alpha_{кр}$ - затраты механической энергии на единицу работы, Дж/га;

k_{α} - удельное сопротивление агрегата, Н/м;

$N_{ТХ}, N_{Тр}$ - тяговая мощность трактора соответственно на рабо-чем ходу при холостом движении на поворотах и переездах, кВт;

$T_{р}, T_{Х}$ - рабочее время и время холостого движения на поворотах и переездах, ч.

Исходные данные и результаты расчетов заносятся в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Результаты расчета оптимального состава пахотного агрегата по минимуму затрат энергии.

№ п/п	марка трактора	марка плуга	$v_{р},$ м/с	$P_{Т},$ Н	$T_{Х},$ ч	$T_{р},$ ч	$N_{ТХ},$ кВт	$N_{Тр},$ кВт	$k_{\alpha},$ Н/м	$\alpha_{кр},$ Дж/га	опт.с ост.аг р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	?	?	$v_{р1}$	$P_{Т1}$	$T_{Х1}$	$T_{р1}$?	?	?	?	марка трактора и плуга
2.	?	?	$v_{р2}$	$P_{Т2}$	$T_{Х2}$	$T_{р2}$?	?	?	?	
3.	?	?	$v_{р3}$	$P_{Т3}$	$T_{Х3}$	$T_{р3}$?	?	?	?	
...	
m	?	?	$v_{рm}$	$P_{Тm}$	$T_{Хm}$	$T_{рm}$?	?	?	?	

Содержание колонок 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 переписываются из таблицы 4.1.

Тяговое усилие P_{Ti} , соответствующей i -й передаче, определяется из равенства: $P_{Ti} = R_{пл.i}$.

Следовательно, P_{Ti} определяется из таблицы 1.2.

Тяговая мощность на рабочих передачах определяется по формуле:

$$N_{Тр} = \frac{P_{Ti} \cdot v_{р}}{3,6}. \quad (5.2)$$

Тяговая мощность на холостом ходу агрегата:

$$N_{ТХ} = \frac{N_{Тix} \cdot v_{Х}}{3,6}. \quad (5.3)$$

где $N_{Тix}, v_{Х}$ – тяговое усилие и скорость агрегата при холостом повороте или переезде.

$$v_x = 0,8v_{x0}, N_{тих} = G_{пл} \cdot f_{тр.}, \quad (5.4)$$

где $f_{тр.}$ - коэффициент сопротивления передвижению трактора $f_{тр.} = 0,06 \dots 0,09$, принимается в среднем $0,075$.

$G_{пл}$ - берется из таблицы 1.1.

Удельное сопротивление плуга k_α определяется по формуле:

$$k_\alpha = k_0 \cdot \alpha. \quad (5.5)$$

Здесь k_0 и α берутся из таблиц 1.1 и 1.2.

Затраты механической энергии $\alpha_{кр}$ определяется по формуле 5.1. В колонке 12 записываются марка трактора и плуга оптимального состава, имеющего наименьшие затраты энергии на единицу работы.

1.6 Оптимизация пахотных агрегатов по удельным эксплуатационным затратам

Минимум удельных эксплуатационных затрат часто выбирается критерием оптимизации МТА. Этот критерий определяется по формуле:

$$S_o = \sum S_\alpha + \sum S_{р\text{тх}} + \sum S_{г\text{см}} + \sum S_{з\text{п}}, \quad (6.1)$$

где S_o – удельные эксплуатационные затраты, руб/га;

$\sum S_\alpha$ - сумма амортизационных отчислений по всем элементам агрегата, руб/га;

$\sum S_{р\text{тх}}$ - сумма затрат на текущий ремонт, техническое обслуживание и хранение по всем элементам агрегата, руб/га;

$\sum S_{г\text{см}}$ - затраты на топливо и смазочные материалы, руб/га;

$\sum S_{з\text{п}}$ - затраты на заработную плату трактора, руб/га.

$$\sum S_\alpha = \frac{(d_{р\text{т}} + d_{к\text{т}}) \cdot B_{т}}{100 \omega_{ч} \cdot T_{г\text{т}}} + \frac{d_{р\text{пл}} \cdot B_{пл}}{100 \omega_{ч} \cdot T_{г\text{пл}}}, \quad (6.2)$$

где $d_{р\text{т}}$, $d_{к\text{т}}$, $d_{р\text{пл}}$ - коэффициент амортизации отчислений на реновацию трактора, на капитальный ремонт трактора, на реновацию плуга, %;

$B_{т}$, $B_{пл}$ - балансовая стоимость трактора и плуга, руб;

$\omega_{ч}$ – часовая производительность агрегата, га/ч;

$T_{ГТ}, T_{ГПЛ}$ - готовая загрузка трактора и плуга, ч.

Исходные данные и результаты расчетов вносятся в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Результаты расчетов амортизационных затрат на капитальный ремонт и реновацию.

№ п/п	v_p , м/с	ω_q , га/ч	B_T , руб.	$B_{ПЛ}$, руб.	$d_{РТ}$, %	$d_{КТ}$, %	$d_{рПЛ}$, %	$T_{ГТ}$, ч	$T_{ГПЛ}$, ч	$\sum S_\alpha$, руб/га	марка плуга
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	v_{p1}	ω_{q1}	?	?	?	?	?	?	?	?	?
2.	v_{p2}	ω_{q2}	?	?	?	?	?	?	?	?	?
3.	v_{p3}	ω_{q3}	?	?	?	?	?	?	?	?	?
...
m	v_{pm}	ω_{qm}	?	?	?	?	?	?	?	?	?

1, 2, 3, 12 колонки переписываются из таблиц 4.1 и 5.1. Колонки 4...10 заполняются из приложения Г. Колонка 11 заполняется по результатам расчетов формулы (6.2).

$$\sum S_{РТХ} = \frac{d_{РТХ}^T \cdot B_T}{100 \omega_q \cdot T_{ГТ}} + \frac{d_{РТХ}^{ПЛ} \cdot B_{ПЛ}}{100 \omega_q \cdot T_{ГПЛ}}, \quad (6.3)$$

где $d_{РТХ}^T, d_{РТХ}^{ПЛ}$ - коэффициенты амортизационных отчислений на текущий ремонт, техническое обслуживание и хранение, %.

Исходные данные и результаты расчетов вносятся в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 – Результаты расчетов амортизационных затрат на текущий ремонт, техническое обслуживание и хранение.

№ п/п	v_p , м/с	ω_q , га/ч	B_T , руб.	$B_{ПЛ}$, руб.	$d_{РТХ}^T$, %	$d_{РТХ}^{ПЛ}$, руб.	$T_{ГТ}$, ч	$T_{ГПЛ}$, ч	$\sum S_{РТХ}$, руб/га	марка плуга
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	v_{p1}	ω_{q1}	B_{T1}	$B_{ПЛ1}$	?	?	$T_{ГТ1}$	$T_{ГПЛ1}$?	
2.	v_{p2}	ω_{q2}	B_{T2}	$B_{ПЛ2}$	?	?	$T_{ГТ2}$	$T_{ГПЛ2}$?	
3.	v_{p3}	ω_{q3}	B_{T3}	$B_{ПЛ3}$	?	?	$T_{ГТ3}$	$T_{ГПЛ3}$?	
...	
m	v_{pm}	ω_{qm}	B_{Tm}	$B_{ПЛm}$	?	?	$T_{ГТm}$	$T_{ГПЛm}$?	

Колонки 1...5, 8, 9, 11 переписываются из таблицы 6.1. Колонки 6,7 заполняются по приложению Г. Колонка 10 подсчитывается по формуле 6.3.

$$\sum S_{\text{ГСМ}} = q_{\text{Га}} \cdot \text{Ц}_{\text{Г}}, \quad (6.4)$$

где $q_{\text{Га}}$ - погектарный расход топлива, кг/га;

$\text{Ц}_{\text{Г}}$ - комплексная цена 1 кг топлива, руб.

$$\sum S_{\text{Эп}} = \frac{1,0455 K_{\text{НК}} \cdot m_{\text{Тр}} \cdot f_1 \cdot 1,046}{\omega_{\text{ч}} \cdot T_{\text{СМ}}}, \quad (6.5)$$

где 1,0455, 1,046 – коэффициенты, учитывающие начисления на заработную плату;

$K_{\text{НК}}$ - коэффициент, учитывающий надбавку за классность;

$m_{\text{Тр}}$ - количество тракторов;

f_1 - тарифная ставка механизатора, руб/см.

Для расчета величины $S_{\text{ГСМ}}$ и $S_{\text{Эп}}$ используем таблицу 6.3.

Таблица 6.3 - Результаты расчетов затрат на топливо и смазочные материалы ($S_{\text{ГСМ}}$) и на заработную плату ($S_{\text{Эп}}$).

№ п/п	марка плуга	v_p , м/с	$\omega_{\text{ч}}$, га/ч	G_4 , кг/ч	$q_{\text{Га}}$, кг/га	$\text{Ц}_{\text{Г}}$, руб/кг	$K_{\text{НК}}$	$m_{\text{Тр}}$	f_1 , руб/см	$T_{\text{СМ}}$, ч	$S_{\text{ГСМ}}$, руб/га	$S_{\text{Эп}}$, руб/га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	?	v_{p1}	$\omega_{\text{ч}1}$	?	?	?	?	1	?	7	?	?
2.	?	v_{p2}	$\omega_{\text{ч}2}$	?	?	?	?	1	?	7	?	?
3.	?	v_{p3}	$\omega_{\text{ч}3}$	?	?	?	?	1	?	7	?	?
...
m	?	v_{pm}	$\omega_{\text{ч}m}$	?	?	?	?	1	?	7	?	?

Колонки 1...4 переписываются из таблицы 6.2. Погектарный расход топлива (колонка 6) рассчитывается по формуле:

$$q_{\text{Га}} = \frac{G_4}{\omega_{\text{ч}}}, \quad (6.6)$$

где G_4 - часовой расход топлива, кг/ч, определяется из тяговой характеристики трактора, приложение Б.

Комплексная цена горячего составляет 180 руб/кг. Коэффициент $K_{\text{НК}}$ равен: для трактора I класса 1,2; для трактора II класса 1,1. Тарифные ставки тракториста определяются по приложению Д. Колонки 12, 13 подсчитывают-

ся по формулам 6.4 и 6.5. Удельные эксплуатационные затраты подсчитать, поставив таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Расчет оптимального состава пахотного агрегата по удельным эксплуатационным (денежным) затратам.

№ п/п	марка трактора	марка-кап-пуга	v_p , м/с	$\sum S_\alpha$, руб/га	$\sum S_{р\text{тх}}$, руб/га	$\sum S_{г\text{см},p}$ аб/га	$\sum S_{зп,p}$ аб/га	S_o , руб/га	оп-тим. со ст. агрег.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	?	?	v_{p1}	$\sum S_{\alpha 1.}$	$\sum S_{р\text{тх}1.}$	$\sum S_{г\text{см}1.}$	$\sum S_{зп1.}$	S_{o1}	марка трактора и пуга
2.	?	?	v_{p2}	$\sum S_{\alpha 2.}$	$\sum S_{р\text{тх}2.}$	$\sum S_{г\text{см}2.}$	$\sum S_{зп2.}$	S_{o2}	
3.	?	?	v_{p3}	$\sum S_{\alpha 3.}$	$\sum S_{р\text{тх}3.}$	$\sum S_{г\text{см}3.}$	$\sum S_{зп3.}$	S_{o3}	
...	
m	?	?	v_{pm}	$\sum S_{\alpha m.}$	$\sum S_{р\text{тх}m.}$	$\sum S_{г\text{см}m.}$	$\sum S_{зпm.}$	S_{om}	

Колонки 1...8 заполняются из таблиц 6.3 и 4.1. S_o рассчитывается по формуле 6.1. В 10 колонке записывается марка трактора и пуга оптимального варианта.

1.7 Оптимизация пахотных агрегатов по комплексным критериям оптимальности

В предыдущих задачах оптимальные составы пахотных агрегатов определялись по одному из критериев оптимальности: ω_q , Z_T , $q_{га}$, $\alpha_{кр}$, S_o . Однако, в практике оптимизации по одному критерию осуществляется редко. Обычно все названные критерии действуют при работе агрегата одновременно. При этом действия и весомость каждого фактора заранее неизвестны. В этом случае оптимизацию агрегата ведут методами факторного анализа теории экспериментов. В результате пробных экспериментов получают ряд реализаций (изменений во времени или от скорости) названных критериев. Затем строится матрица распределений реализаций и определяются коэффициенты весомости каждого фактора. При этом производится отсеивание малозначащих

факторов (критериев) и по минимуму оставшихся n – факторов (значимых) строятся поверхности отклика (функции оптимизации).

Не вдаваясь в теорию факторного анализа, воспользуемся таблицей 7.1, в которой произведены коэффициенты значимости для каждого критерия:

$\alpha_{\omega_{\text{ч}}}$, $\alpha_{z_{\text{т}}}$, $\alpha_{q_{\text{га}}}$, $\alpha_{\alpha_{\text{кр}}}$, α_{S_0} . Требуется оценить критерии по данным коэффициентам, отсеять малозначимые критерии и построить график оптимизации составов пахотных агрегатов по комплексному критерию.

Таблица 7.1 – Коэффициенты значимости критериев.

№ варианта	марка трактора	$\alpha_{\omega_{\text{ч}}}$	$\alpha_{z_{\text{т}}}$	$\alpha_{q_{\text{га}}}$	$\alpha_{\alpha_{\text{кр}}}$	α_{S_0}
1	2	3	4	5	6	7
1.	ДТ-75М	0,3	0,15	0,1	0,15	0,3
2.	ДТ-75М	0,1	0,1	0,3	0,2	0,3
3.	ДТ-75М	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3
4.	МТЗ-80	0,1	0,3	0,3	0,15	0,15
5.	МТЗ-82	0,15	0,3	0,1	0,15	0,3
6.	К-701	0,15	0,1	0,3	0,3	0,15
7.	К-701	0,1	0,3	0,15	0,3	0,15
8.	К-701	0,3	0,15	0,3	0,1	0,15
9.	К-701	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1
10.	Т-150	0,15	0,15	0,3	0,1	0,3
11.	Т-150	0,1	0,2	0,1	0,3	0,3
12.	Т-150К	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
13.	Т-150К	0,2	0,3	0,1	0,3	0,1
14.	МТЗ-80	0,1	0,1	0,3	0,2	0,3
15.	МТЗ-82	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2
16.	ЮМЗ-6Л	0,15	0,15	0,1	0,3	0,3
17.	ЮМЗ-6Л	0,3	0,1	0,15	0,15	0,3
18.	МТЗ-80	0,3	0,2	0,3	0,1	0,1
19.	МТЗ-80	0,2	0,3	0,1	0,3	0,1
20.	МТЗ-82	0,15	0,15	0,3	0,1	0,3
21.	МТЗ-82	0,3	0,15	0,3	0,1	0,15
22.	Т-4А	0,3	0,1	0,15	0,15	0,3
23.	Т-4А	0,15	0,3	0,1	0,3	0,15
24.	Т-40М	0,3	0,1	0,3	0,15	0,15
25.	Т-40М	0,15	0,3	0,1	0,3	0,15

При построении графиков оптимизации необходимо принять решение, какие из критериев оценки будут главными. Например, а варианте 1 главные критерии $\omega_{\text{ч}}$ и S_0 . Затем строятся функции $\omega_{\text{ч}} = f(v_p)$ и $S_0 = f(v_p)$. Значения $\omega_{\text{ч}}$, S_0 и v_p берутся из таблиц 2.1 и 6.2. Графики функций строятся в осях координат, как показано на рисунке 7.1.

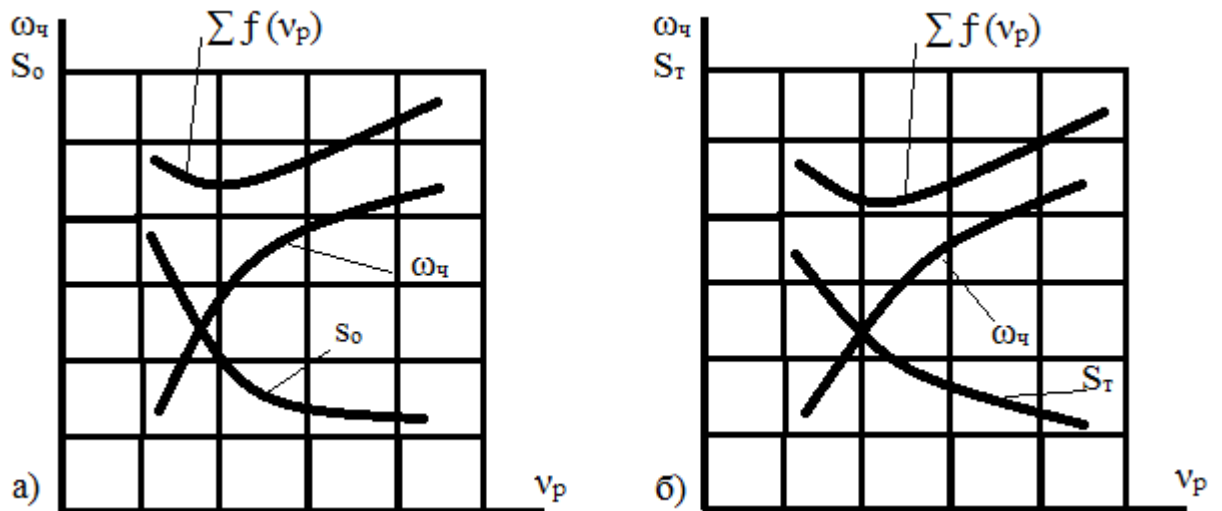


Рисунок - 7.1. График функций оптимизации пахотного агрегата

$$\text{а) } \omega_{\text{ч}} = f(v_p) \text{ и } S_0 = f(v_p).$$

$$\text{б) } \omega_{\text{ч}} = f(v_p) \text{ и } S_0 = f(v_p).$$

После построения графиков строятся кривые оптимизации методом графического интегрирования. Для этого складываются ординаты двух кривых в нескольких точках по оси v_p . Точка перегиба полученной интегральной кривой является оптимумом для двух значений двух критериев. Например, на рисунке 7.1а оптимальная производительность и эксплуатационные затраты получаются на такой передаче, которая обеспечивает скорость движения агрегата 9,1 км/ч, на рисунке 7.1б – 9 км/ч.

Таким образом, при оценке по комплексному критерию оптимум сдвигается в сторону меньших значений $\omega_{\text{ч}}$ и больших затрат S_0 (сравните $\omega_{\text{ч}}$ в таблице 2.1, S_0 в таблице 6.4). Выбранный по комплексному критерию агре-

гат удовлетворяет приемлемым значениям производительности и эксплуатационных издержек.

1.8 Расчет рациональных составов тяговых агрегатов (для непахотных работ)

Для энергоемких работ – сплошной культивации, посева, дискования, рыхления и т.д., когда состав агрегата ограничивается тяговым усилием трактора, расчет ведется по номинальному тяговому усилию.

Порядок расчета состава тягового агрегата следующий:

1. С учетом расчета агротехнически допустимых скоростей движения (прил. Б), выбираем передачи трактора и для каждой i – передачи определяем количество машин:

$$n_i = \frac{P_{кр\ i}^{max} - R_{сц}}{K \cdot b_k}, \quad (8.1)$$

где n_i - количество машин в агрегате на i – передаче, шт.;

$P_{кр\ i}^{max}$ - тяговое усилие трактора при наибольшей тяговой мощности на i

– передаче, кН;

b_k - конструктивная ширина сельскохозяйственных машин, м;

$R_{сц}$ - тяговое сопротивление машин, кН (прил. Д);

K - удельное тяговое сопротивление машин, кН/м (прил. Е).

2. Определяем фронт сцепки:

$$b_{сц} = (n - 1)b_k, \quad (8.2)$$

где $b_{сц}$ - ширина захвата сцепки, м.

Подбираем марку сцепки (прил. Е).

3. Определяем тяговое сопротивление расчетного агрегата по выбранным передачам:

$$R_{агр.}^i = n_i \cdot K \cdot b_k + b_{сц}, \quad (8.3)$$

4. Определяем коэффициент использования тягового усилия трактора на каждой выбранной передаче:

$$\xi_p^i = \frac{R_{\text{арг.}}^i}{P_{\text{кр}}^{\text{max}}}, \quad (8.4)$$

Оптимальная степень использования тяговых усилий тракторов показана в приложении Ж. Аналогично решению задач 2, 3, 4, 5, 6.

Определяем на выбранных передачах производительность агрегатов, затраты труда, погектарный расход топлива, затраты механической энергии на единицу работы, удельные эксплуатационные затраты по формулам 2.1, 3.1, 4.1, 5.1, 6.1.

По оптимальной степени использования тяговых усилий тракторов, по производительности агрегатов, затратам труда, погектарному расходу топлива, затратам механической энергии, удельным эксплуатационным затратам выбираем окончательно состав агрегата, основную и резервную передачи.

1.9 Расчет производительности комбайна на уборке сельскохозяйственных культур

Производительность комбайна, выраженная в тоннах за час, определяется по формуле:

$$\omega_{\text{ч}} = 0,36 \cdot B_p \cdot v_p \cdot u \cdot \tau, \text{ т/ч} \quad (9.1)$$

где B_p - рабочая ширина захвата жатки, м;

v_p - скорость движения комбайна, м/с;

u - урожайность, т/га;

τ - коэффициент использования сменного времени комбайна.

$$\tau = \frac{T_p}{T_{\text{см}}},$$

где T_p – рабочее время смены, ч, определяемое в зависимости от длины гона и урожайности.

Таблица 9.1 – Примерные значения рабочего времени смены работы (T_p)

Зернового комбайна в зависимости от длины гона и урожайности (данные ГОСНИТИ).

Урожайность зерна в т/га при отношении веса зерна к весу соломы						Длина гона, м					
						200... 300	300... 400	400... 600	600... 1000	более 1000	
1	1	1	1,6	1	2	Чистое рабочее время					
до 22		до 18		до 15		4,55	4,70	4,85	5,05	5,20	
22-34		18-27		15-21		4,65	4,80	4,90	5,05	5,15	

По данным таблицы рассчитать производительность зерноуборочно-го комбайна.

Таблица 9.2 – Расчетная таблица.

Длина гона, м	v , т/га	Марка комбайна	Скорость движения м/с	Чистое рабочее время, ч	τ	ω_q , т/ч
200	1,0	Енисей – 958Р	4,50			
250	1,0	Енисей 858	4,50			
300	1,5	John Deer 1076 CWS	4,25			
500	1,5	КЗС – 7 «Поле-сье»	4,00			
650	2,0	Vector 410/420	4,50			
800	2,2	Acros 530	4,25			
1000	2,5	КЗР – 10 «По-лесье»	4,00			
1100	2,7	Амур «Лида 1300»	4,80			
1500	2,7	Тукано – 430	4,60			

1.10 – Определение необходимого количества транспортных средств для обслуживания одного комбайна.

Количество транспортных агрегатов для обслуживания одного или несколько комбайнов определяется по формуле:

$$n = \frac{0.36\omega \cdot n_k}{\omega_{тр}}, \quad (10.1)$$

где n_k - количество комбайнов, работающих групповым методом, физ.ед.;

$\omega_{\text{тр}}$ - производительность транспортного агрегата за час сменного времени, т/ч.

Для примера, производительность автомобиля КамАЗ – 55102 на отвозке зерна от зерноуборочных комбайнов в зависимости от расстояния перевозок в т/ч возможно определить по таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Примерное значение производительности автомобиля КамАЗ – 55102.

Расстояние отвозки, км	Производительность, т/ч	Расстояние отвозки, км	Производительность, т/ч
1	15,0	6	13,0
2	14,6	7	12,8
3	14,4	8	12,4
4	14,0	9	12,2
5	13,5	10	12,0

При решении данной задачи, производительность зерноуборочного комбайна принять на основании предыдущих расчетов.

Контрольные вопросы:

1. Способы расчета состава пахотных и непахотных агрегатов.
2. Методика расчета состава пахотных агрегатов.
3. Методика расчета тяговых агрегатов.
4. Особенности расчета тягово-приводных и навесных агрегатов.
5. Показатели оптимизации (рациональности) состава агрегатов.
6. Факторы, влияющие на производительность зерноуборочного комбайна.
7. Как определяется потребное количество транспортных средств для согласованной работы зерноуборочных комбайнов.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

2.1 Структура и содержание операционной технологии

Для широкого внедрения достижения науки и передового опыта сельхозтоваропроизводителей особое значение имеет работа машинно-тракторного агрегата (МТА) по научно-обоснованным, грамотно-спроектированным, операционно-технологическим картам (прил. К).

Операционно-технологическая карта состоит из следующих разделов:

- Условия работы. Указывается площадь поля (участка), длина гона, угол склона, тип и удельное сопротивление почвы.

- Агротехнические требования к технологической операции.

Номенклатура показателей качества технологической операции, требования и допуски устанавливаются нормативно-технологической документацией, включая типовую операционную технологию и правила производства механизированных полевых работ [5].

При этом указываются сроки выполнения операции и 4...6 основных показателей, характеризующих качество процесса. Агротребования надо сформулировать и излагать с такой полнотой, чтобы на их основе можно было отрегулировать машины и проверить качество их работы.

- Подбор энергетического средства, сельскохозяйственной машины и расчет состава машинно-тракторного агрегата, обоснование режима его работы.

Энергетическое средство (трактор) и сельскохозяйственная машина определены индивидуальным заданием.

Тяговый расчет агрегата для выполнения проектируемой операции и определения режимов работы проводим аналитическим методом [6, 7]. Содержание операций по подготовке агрегатов к работе должно включать краткий порядок подготовки трактора, сцепки и рабочих машин. Необходимо изложить перечень основных технологических регулировок. В графической ча-

сти приводится общая схема агрегата с указанием в ней основных кинематических параметров агрегата.

- Определение кинематических параметров агрегата.

Необходимый расчет кинематических параметров агрегата производится по общепринятым формулам [1, 2, 6, 7].

- Подготовка поля.

Прежде всего выбирается направление и способ движения, вид поворота. Затем рассчитывается ширина поворотной полосы и оптимальный объем технологических емкостей (для посевных, посадочных и уборочных машин). Для этого определяют технологический путь, проходимый агрегатом до опорожнения (заполнения) емкости:

$$L_{\text{техн}} = \frac{G \cdot 10^4}{H \cdot B_p}, \text{ м} \quad (1.1)$$

где G - грузоподъемность (вместимость) емкости машины, т; H - норма внесения (урожайность), т/га; B_p - рабочая ширина захвата машины, м.

Места загрузки (выгрузки) располагают на краях поля, либо на специально отведенных полосах (прокосах). Расстояние между местами загрузки (выгрузки) определяются, как:

$$L_{\text{ост}} = \frac{L_{\text{техн}}}{L_p} \cdot B_p = n \cdot B_p, \text{ м} \quad (1.2)$$

где L_p - рабочая длина гона, м; n - число рабочих ходов.

В графической части необходимо привести схему рабочего участка с разбивкой на загоны с указанием поворотных полос и мест заправки (выгрузки) технологических емкостей агрегата. Здесь же показать способы движения агрегата при обработке загонов и поворотных полос. Значение кинематических параметров поворотов, оптимальной ширины загона, ширины поворотной полосы рассчитывать, пользуясь рекомендуемой литературой [6, 7]

- Показатели организации технологической операции.

Рассчитывается производительность агрегата за цикл, а так же затраты времени на переезды, повороты и техническое обслуживание. Итог этих рас-

четов – производительность агрегата за смену, расход топлива и затраты труда на гектар. Общая методика расчетов производится в работах [1, 2, 6, 7].

- Определение потребного количества агрегатов.

Рассчитывается количество агрегатов, необходимых для выполнения работы на заданном поле в заданный срок:

$$n_{\text{агр}} = \frac{F_{\text{н}}}{W_{\text{дн}} \cdot D_{\text{р}}} = \frac{F_{\text{н}}}{W_{\text{см}} \cdot K_{\text{см}} \cdot D_{\text{р}}}, \quad (1.3)$$

где $F_{\text{н}}$ - объем работы (площадь поля), га; $W_{\text{дн}}$ - дневная наработка агрегата, га/дн; $D_{\text{р}}$ - количество рабочих дней (заданный срок), дн; $W_{\text{см}}$ – сменная наработка агрегата, га/см; $K_{\text{см}}$ - коэффициент сменности (по заданию).

- Расчет дополнительных операций.

Технологический процесс, как правило, состоит из нескольких операций. Режим работы основного агрегата определяет режим работы вспомогательных агрегатов. В большинстве случаев дополнительные операции являются транспортными и погрузо-разгрузочными. Расчет дополнительных операций заключается в выборе агрегатов для выполнения этих операций и определения потребного количества агрегатов.

Потребное количество транспортных средств для обслуживания основного агрегата определяется по уравнению:

$$n_x = \frac{t_{\text{цгр}}}{t_{\text{ост}}}, \quad (1.4)$$

где $t_{\text{ост}}$ - период времени между двумя обслуживаниями основного агрегата, ч. Его определяют по формуле:

$$t_{\text{ост}} = \frac{t_{\text{техн}}}{3600} \cdot \nu_{\text{р}} \cdot \varphi, \quad (1.5)$$

где φ - коэффициент рабочих ходов.

Производительность загрузчика определяется по уравнению, т/га.

$$W_{\text{пог}} = W_{\text{рн}} \cdot K_{\text{г}} \cdot \tau_{\text{см}}, \quad (1.6)$$

где $W_{\text{рн}}$ - расчетная производительность загрузчика (по технической характеристике), т/ч; $K_{\text{г}} = \frac{\gamma}{\gamma_{\text{р}}}$ - коэффициент использования грузоподъемнос-

ти погрузчика; γ – плотность груза, т/м³; $\gamma_p = 1$ т/м³ – расчетная плотность груза; $\tau_{см}$ - коэффициент использования времени смены.

Согласованность в работе основных и вспомогательных агрегатов можно отразить графиком цикличности. При построении этого графика на оси абсцисс откладывают время работы агрегатов в минутах, а на оси ординат – расстояние транспортировки груза (зерна, удобрений и т.п.) $l_{гр}$, км. На графике отмечают элементы цикла работы агрегатов. При этом учитывается, что к моменту наполнения очередной емкости основного агрегата имеется транспортный агрегат, готовый принять убираемую продукцию.

График составляется на основании предшествующих расчетов. Он должен быть составлен на 2...3 цикла основного агрегата или 2...3 рейса подчиненного в зависимости от того, который из них длительнее.

- Показатели качества выполнения технологической операции.

В этой части работы освещается методика и организация контроля качества работы, указываются средства этих показателей и допуски приводятся в операционно-технической карте с обязательными схемами и рисунками. Указываются имена исполнителей, осуществляющих контроль качества работы и периодичность контроля (в ходе и по завершению работы).

- Мероприятия по безопасности жизнедеятельности.

В этой части работы необходимо предложить меры, обеспечивающие требуемый уровень безопасности проектируемого процесса. Эти мероприятия должны предусматривать безопасность труда исполнителей и условия экологической безопасности, они должны отражать специфику проектируемого процесса.

2.2 Оценка качества технологического процесса

Общая оценка эффективности того или иного технологического процесса характеризуется количеством собранной продукции с единицы площади и стоимостью единицы продукции. Этот результат зависит от качества

выполнения отдельных составляющих операций данного технологического процесса. Расчеты ведутся по заданию преподавателя. Примеры заданий приведены в приложении Л.

Объективным показателем для оценки качества их выполнения служит вероятность брака, которую определяют:

$$P_{\Delta} = 1 - \Phi\left(\frac{\Delta}{\sigma}\right), \quad (2.1)$$

где Δ - допуск на данную операцию;

σ - среднее квадратическое отклонение или стандарт;

$\Phi\left(\frac{\Delta}{\sigma}\right)$ - интегральная функция распределения.

Отношение $\frac{\Delta}{\sigma}$ отображают через t , тогда выражение (2,1) примет вид:

$$P_{\Delta} = 1 - \Phi(t). \quad (2.2)$$

Если величина вероятности брака данной операции превышает допустимую, то необходимо обоснованно изменить Δ или σ .

В тех случаях, когда качество последующей операции зависит от качества предыдущей, например, посев и междурядная обработка пропашных культур, кошение хлебной массы в валки и подбор валков подборщиков и др., вероятность брака определяют на основании теоремы умножения вероятностей.

Вероятность брака от совместного действия предыдущей и последующей операций будет:

$$P_{\Delta 1-2} = P_{\Delta 1} \cdot P_{\Delta 2} = [1 - \Phi(t_1)] \cdot [1 - \Phi(t_2)], \quad (2.3)$$

где $P_{\Delta 1}$ - вероятность брака при выполнении предыдущей операции;

$P_{\Delta 2}$ - вероятность брака при выполнении следующей операции.

При вычислениях вероятности брака принимается, что показатели качества работы изменяются по нормальному закону распределения. Величину выражения $\Phi(t)$ определяют по прилагаемой таблице (прил. И) интеграла вероятности, соответствующей значению t .

Если получаемое значение t точно не соответствует значению по приложению И, то ее следует принять ближайшей меньшей величины и соответственно ей установить $\Phi(t)$.

Аналогично следует поступать, когда по $\Phi(t)$ нужно установить величину.

Чтобы вероятность брака выразить в процентах необходимо полученное значение умножить на 100.

Если величина вероятности брака от совместного действия двух операций превышает допустимую, то надо заменить величину σ_1 или σ_i , или величину совокупного допуска по выражению:

$$Z = \Delta_{1-2} = \Delta_1 + \Delta_2, \quad (2.4)$$

В том случае, когда задана вероятность брака от совместного действия предыдущей или последующей операций, можно установить соответствующую величину допуска для последующей операции и совокупный допуск по обеим операциям.

Известно, что $P_{\Delta_{1-2}} = P_{\Delta_1} \cdot P_{\Delta_2}$, откуда $P_{\Delta_2} = \frac{P_{\Delta_{1-2}}}{P_{\Delta_1}}$.

Зная σ_2 и P_{Δ_2} можно определить Δ_2 из условий:

$$t_{2=\frac{\Delta_2}{\sigma_2}}, \Phi(t_2) = 1 - P_{\Delta_2}, \quad (2.5)$$

Чтобы определить Δ_2 прежде находим по приложению И значение t_2 соответствующее $\Phi(t_2)$. Зная значение t_2 и σ_2 допуск на вторую операцию будет равен:

$$\Delta_2 = t_2 \cdot \sigma_2.$$

Складывая Δ_1 и Δ_2 получим совокупный допуск на предыдущую и последующую операции.

Оценку качества работы машинно-тракторного агрегата по тому или иному технологическому показателю можно произвести по величине коэффициента эффективности процесса.

Для определения величины этого коэффициента делают большое количество измерений заданного технологического показателя (например, глуби-

на предпосевной культивации, глубина заделки семян и др.) и строят кривую распределения частот (рис 9.1).

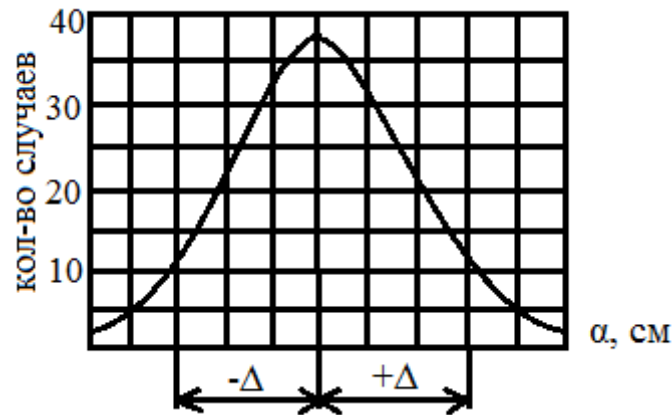


Рисунок - 2.1. Кривая распределения частот.

Затем определяют среднюю арифметическую величину измерений:

$$M = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_i^n x_i}{n}, \quad (2.6)$$

где n - число измерений;

x_i - величина отдельных измерений.

На кривой распределения частот от средней арифметической величины вправо и влево откладывают значения агротехнических допусков и проводят нормали до пересечения с кривой.

Коэффициент эффективности процесса определяют делением площади, находящейся в пределах допусков $\pm\Delta$ к общей площади ограниченной кривой распределения:

$$K_э = \frac{F_\Delta}{F_0}, \quad (2.7)$$

где F_Δ - площадь, находящаяся в пределах допусков;

F_0 - общая площадь ограничения кривой распределения.

Чем меньше значение $K_э$, тем хуже качество технологического процесса по данному показателю.

Площадь под нормальной кривой распределения (F_0) принимается равной единицы.

Площадь, находящаяся в пределах допусков (F_0) соответствует выражению $\Phi(t)$ данного процесса.

Для выражения коэффициента эффективности в процентах нужно полученное значение его умножить на 100.

УКАЗАНИЕ. Расчеты произвести в тетради с точностью до четвертого знака десятичной дроби, пользуясь логарифмической линейкой. Для ответа на вопросы воспользуйтесь приведенными в информационном материале формулами, данными таблиц и при необходимости данными расчетов при ответе на предыдущие вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Содержание операционной технологии.
2. Агротехнические требования на технологическую операцию (на вспашку, посев зерновых, посев сои и т.д.)
3. Оценка качества выполнения технологической операции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зангиев, А.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка [Текст]/А.А. Зангиев, А.В. Шпилько, А.Г. Левшин.-М.: Колос, 2003.-320с.: ил.
2. Иофинов, С.А., Эксплуатация машинно-тракторного парка [Текст]/С.А. Иофинов, Г.П. Лышко.-М.: Колос, 1984.-357 с.: ил.
3. Зональная система технологий и машин для растениеводства Дальнего Востока на 2006-2015годы/Под общ.ред. Ю.В.. Терентьева, Б.И. Кашпуры, И.В. Бумбара.- Благовещенск: ДальГАУ, 2005.-486 с.
4. Система технологий и машин для комплексной механизации растениеводства Амурской области на 2011-2015 годы/Под общ.ред. И.В. Бумбара, А.Н. Панасюка, В.А. Тильбы.- Благовещенск: ДальГАУ, 2005.-263 с.
5. Исходные требования к Зональной системе технологий и машин для производства продуктов растениеводства в дальневосточном регионе России.- Благовещенск: ДальГАУ, 2007.-166 с.
6. Рубан, Ю.Н. Эксплуатация машинно-тракторного парка: Учебное пособие/Ю.Н. Рубан, А.Ф. Кислов.- Благовещенск: ДальГАУ, 2003.-56 с.: ил.
7. Фере, Н.Э. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка [Текст]/Н.Э. Фере, В.З. Бубнов, А.В. Еленев, Л.М. Пильщиков.- М.: Колос, 1978-256 с.: ил.
8. Камчадалов, Е.П. Техногенно-нормируемая эксплуатация машинно-тракторного парка [Текст]/Е.П. Камчадалов, Ю.Н. Рубан, А.В. Липкань.- Благовещенск: ДальГАУ, 2003.-68 с.: ил.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А – Тяговые характеристики тракторов

Марка трактора	показатель	Работа на почве, подготовленной по посев, на передачах (кроме К-701)						
		1	2	3	4	5	6	7
		Шп 1р	для К-701		Шп 2р	Шп 3р	Шп 3р	
			Шп 1р	Шп 2р				
К-701	N_T , кВт	119,0	122,6	124,5	123,8	123,0	121,7	
	P_T , кН	57,0	53,9	47,0	42,7	39,5	34,8	
	u_p , км/ч	7,50	8,18	9,52	10,42	11,20	12,60	
	$G_{ч}$, кг/ч	50,2	49,6	50,0	50,5	50,6	50,6	
Т-150К	N_T , кВт	72,3	77,0	77,8	75,6			
	P_T , кН	37,0	30,9	25,5	21,1			
	u_p , км/ч	7,0	9,0	11,0	12,90			
	$G_{ч}$, кг/ч	30,3	29,9	29,8	29,7			
МТЗ-82	N_T , кВт	-	16,3	28,1	31,2	31,6	30,0	27,0
	P_T , кН	-	19,6	18,1	15,4	13,7	11,25	9,0
	u_p , км/ч	-	3,0	5,6	7,3	8,3	9,6	10,8
	$G_{ч}$, кг/ч	-	9,4	14,8	14,3	13,8	13,5	13,0
МТЗ-80	передача	3	4	5	7р	6	8р	
	N_T , кВт	22,8	28,6	31,0	31,3	31,1	29,8	
	P_T , кН	14,3	14,7	12,2	11,3	10,3	8,8	
	u_p , км/ч	5,7	7,0	9,2	9,9	10,9	11,9	
	$G_{ч}$, кг/ч	12,9	14,3	14,9	14,9	14,9	14,6	
ЮМЗ-6Л	N_T , кВт	25,5	26,5	27,0	26,4	-	-	
	P_T , кН	17,3	15,4	12,8	9,9	-	-	
	u_p , км/ч	5,3	6,2	7,6	9,6	-	-	
	$G_{ч}$, кг/ч	11,3	11,2	11,6	11,6	-	-	
Т-40М	N_T , кВт	16,9	19,2	20,5	21,9	-	-	
	P_T , кН	11,3	10,1	9,0	8,1	-	-	
	u_p , км/ч	5,4	6,9	8,25	9,8	-	-	
	$G_{ч}$, кг/ч	7,6	8,25	8,78	9,4	-	-	
Т-150	N_T , кВт	80,0	80,8	78,1	76,8			
	P_T , кН	40,2	38,2	34,8	29,4			
	u_p , км/ч	7,16	7,60	8,1	9,4			
	$G_{ч}$, кг/ч	26,3	26,4	26,7	26,5			
Т-40А	N_T , кВт	-	60,1	64,6	68,6	65,6	65,1	62,5
	P_T , кН	-	50,0	48,5	41,1	32,8	28,1	24,3
	u_p , км/ч	-	4,35	4,6	6,0	7,2	8,2	9,25
	$G_{ч}$, кг/ч	-	22,9	22,7	23,0	23,4	23,0	23,0
ДТ-75М	N_T , кВт	41,4	43,4	44,0	43,2	41,7	39,7	35,5
	P_T , кН	31,4	29,1	26,2	23,0	19,8	16,9	12,2
	u_p , км/ч	4,75	5,35	6,05	6,75	7,55	8,45	10,4
	$G_{ч}$, кг/ч	16,45	16,5	16,5	16,5	16,45	16,4	16,3

Приложение Б – Рекомендуемые агротехнические движения машинно-тракторных агрегатов на полевых работах

Вид работы		Скорость движения, км/ч
1. Пахота плугами:	Обычными	4,0...7,5
	скоростными	7,0...10,0
2. Обработка:	плоскорезами	6,0...7,5
	дисковыми орудиями	7,0...10,0
3. Боронование зубowymi боронами		4,0...8,0
4. Сплошная культивация		6,0...12,0
5. Культивация между рядов		5,0...8,0
6. Прикатывание		7,0...11,0
7. Посев:	зерновых	7,0...12,0
	пропашных	6,0...8,5
8. Посадка картофеля		4,0...6,5
9. Внесение удобрений		6,0...9,0
10. Кошение рядковыми жатками		до 12,0
11. Подбор валков		5,0...8,0
12. Прямое комбайнирование		4,0...7,0
13. Уборка:	силосных культур	4,0...6,0
	трав на сено	6,0...10,0
14. Транспортные работы		до 25

Приложение В – Часовой расход топлива тракторов

Марка трактора	$G_{то}$, км/ч	$G_{тх}$, км/ч	$G_{тр}$, км/ч
гусеничный трактор:			
Т-4А	2,5	9,5...13,0	17,0...23,4
Т-150	2,5	11,5...14,0	22,0...26,5
ДТ-75М	1,9	7,5...10,0	14,0...16,5
ДТ-75	1,8	6,5...9,0	12,0...15,0
колесный трактор:			
К-701	3,5	19,0...30,0	32,0...51,0
Т-150К	2,5	11,5...17,0	25,0...30,0
МТЗ-80/82	1,4	5,5...8,5	10,5...15,0
МТЗ-80/82	1,2	4,5...6,8	8,5...10,4
ЮМЗ-6Л	1,3	4,2...6,5	8,5...11,6
Т-40М	1,1	4,2...5,5	6,5...9,5

Примечание. Первые числа интервалов соответствуют наименьшему расходу топлива при загрузке 80...85% от $N_{тmax}$, вторые – наибольшему расходу при $N_{тmax}$.

Приложение Г – Составляющие эксплуатационных затрат

Марка машины	$T_{г,ч}$	$\alpha_{рт}, \alpha_{рпл}, \%$	$\alpha_{кт}, \%$	$\alpha_{р\tau x}$	Б, руб
К-701	1350	10,0	7,0	22	20600
К-700А	1350	1,0	7,0	22	18725
Т-130	1300	9,1	6,5	22	25000
Т-4А	1300	12,5	6,5	22	8705
Т-150	1300	10,0	6,0	22	10785
Т-150К	1350	10,0	7,0	22	11685
ДТ-75М	1300	12,5	6,0	22	5100
ДТ-75	1300	12,5	6,0	22	4820
МТЗ-82	1200	10,0	4,0	22	5680
МТЗ-80	1200	10,0	4,0	22	6190
ЮМЗ-6Л	1200	10,0	4,0	22	3910
МТЗ-50/52	1200	12,5	4,0	22	3860
Т-40М	1200	12,5	4,0	22	3385
ПТК-9-35	480	12,5	-	27	975
плуг 7-корпусный	480	12,5	-	27	700
ПЛН-6-35	480	12,5	-	27	425
ПЛН-5-35	480	12,5	-	27	282
ПЛН-4-35	480	12,5	-	27	212
ПЛН-3-35	480	12,5	-	27	149
ПН-8-35	480	12,5	-	27	840

Приложение Д – Технологическая характеристика оценок

Показатели	С-11У	С-18А	СП-11	СП-15	СП-16	СГ-21
1. Фронт оценки (наибольшее расстояние между местами крепления крайних машин)	11	18	11	12	16	21
2. Вес сцепки, $G_{сц}$, кН	7,8	10,3	$\frac{5,16^*}{7,51}$	$\frac{11,30^*}{14,42}$	$\frac{13,40^*}{16,52}$	$\frac{9,8^*}{12,92}$
3. Колеса	стальные		пневматич.	пневматич.	пневматич.	стальные
4. С какими машинами агрегируется	прицепными		прицепными или прицепами гидрофицированными		прицепными и прицепами гидрофицир.	прицепными
5. Примерное тяговое сопротивление сцепки	1,0	1,6	0,7	2,5	2,5	1,2
$R_{сц}$, кН	1,2	2,0	1,0	3,0	3,0	1,5

Примечание: * - в числителе вес сцепки без маркера, в знаменателе с маркером.

Приложение Е – Удельное сопротивление сельскохозяйственных машин (при скорости движения 5 км/ч)

Машина, условия работы		Удельное сопротивление, кН/м
Зубовые бороны:	боронование паров и зяби	1,4...1,6
	тяжелых почв	2,0...2,4
	лугов и пастбищ	4,0...8,0
Сетчатые бороны		0,6...0,9
Паровые культиваторы:	Культивация на глубину 6...8 см с одновременным боронованием	1,8...2,2
	Тоже, на глубину 10...14 см	1,9...2,5
	Культивация на глубину 6...8 см без боронования	1,2...1,8
	Тоже, на глубину 10...14 см	1,5...2,1
Штанговые культиваторы		1,6...2,6
Дисковые лущильники:	Лущение стерни на легких почвах	1,1...1,3
	тоже, на тяжелых почвах	1,7...1,9
	лущение засоренной и влажной стерни	2,0...2,4
Лемешные		2,0...4,0
Кольчато-шпоровые катки		0,5...0,6
Водоналивные катки		1,1...1,3
Сеялки дисковые узкорядные		1,8...2,6
Прессовые сеялки на плотных почвах		1,2...2,6
Прессовые сеялки на рыхлых почвах		1,2...1,8
Картофелесажалки		1,8...2,4
Картофелекопалки		4,0...4,5
Туковые сеялки		5,5...6,5
Культиваторы на междурядной обработке:		
	кукурузы и подсолнечника на глубину 6...8	0,2...0,4
	тоже, на глубину 8...10 см	0,8...0,9
	тоже, на глубину 10...14 см	1,1...1,2
Культиваторы:	на междурядной обработке кукурузы и подсолнечника с подкормкой	1,3...1,5
	на первой междурядной обработке картофеля	1,1...1,3
	тоже, с подкормкой	1,5...1,8
Культиваторы-окучники		1,5...1,8
Прицепные сеянокопалки		0,9...1,4
Грабли:	поперечные	0,5...0,6
	боковые	0,7...0,9
Рядковые жатки прицепные		1,2...1,5
Удельное сопротивление всех навесных сельскохозяйственных машин на 15...20% меньше удельного сопротивления прицепных машин одинакового захвата		$K_H = K - (0,15 \dots 0,20)K$

Приложение Ж – Оптимальная степень использования тяговых усилий трактора

Трактор	Пахота	Посев, лушение, культивация, боронование и другие виды работ
1. К-700А	0,94...0,95	0,97...0,98
2. Т-4А	0,93...0,94	0,92...0,94
3.. Т-100МГС	0,90...0,91	0,92...0,93
4. Т-74, ДТ-75	0,90...0,91	0,93...0,94
5. ДТ-75М	0,91...0,93	0,94...0,95
6. Т-150К	0,86...0,90	0,90...0,93
7. Т-150	0,86...0,90	0,90...0,95
8. МТЗ-80	0,85...0,87	0,89...0,91
9. МТЗ-82	0,85...0,89	0,82...0,94
10. Т-40	0,83...0,85	0,78...0,93

Приложение И – Значение интеграла вероятности

t	$\Phi(t)$	t	$\Phi(t)$	t	$\Phi(t)$
0,00	0,0000				
0,01	0,0080	0,46	0,3543	0,91	0,6372
0,02	0,0160	0,47	0,3616	0,92	0,6424
0,03	0,0239	0,48	0,3688	0,93	0,6476
0,04	0,0319	0,49	0,3759	0,94	0,6528
0,05	0,0399	0,50	0,3829	0,95	0,6579
0,06	0,0476	0,51	0,3899	0,96	0,6629
0,07	0,558	0,52	0,3969	0,97	0,6680
0,08	0,0638	0,53	0,4039	0,98	0,6729
0,09	0,0717	0,54	0,4108	0,99	0,6778
0,10	0,0797	0,55	0,4177	1,00	0,6827
0,11	0,0876	0,56	0,4245	1,01	0,6873
0,12	0,0955	0,57	0,4318	1,02	0,6923
0,13	0,1034	0,58	0,4381	1,03	0,670
0,14	0,1113	0,59	0,4448	1,04	0,7017
0,15	0,1196	0,60	0,4515	1,05	0,7069
0,16	0,1271	0,61	0,4581	1,06	0,7109
0,17	0,1350	0,62	0,4647	1,07	0,7154
0,18	0,1428	0,63	0,4713	1,08	0,7199
0,19	0,1607	0,64	0,4778	1,09	0,7243
0,20	0,1585	0,65	0,4843	1,10	0,7287
0,21	0,1668	0,66	0,4907	1,11	0,7330
0,22	0,1741	0,67	0,4971	1,12	0,7373
0,23	0,1819	0,68	0,5035	1,13	0,7415
0,24	0,1897	0,69	0,5098	1,14	0,7457
0,25	0,1974	0,70	0,5161	1,15	0,7499
0,26	0,2051	0,71	0,5223	1,16	0,9070
0,27	0,2128	0,72	0,5285	1,17	0,7580
0,28	0,2203	0,73	0,5346	1,18	0,7620
0,29	0,2282	0,74	0,5407	1,19	0,7660
0,30	0,2358	0,75	0,5467	1,20	0,7699
0,31	0,2434	0,76	0,5527	1,21	0,7737
0,32	0,2510	0,77	0,5587	1,22	0,7775
0,33	0,2588	0,78	0,5646	1,23	0,7813
0,34	0,2681	0,79	0,5705	1,24	0,7850
0,35	0,2737	0,80	0,5763	1,25	0,7887
0,36	0,2812	0,81	0,8821	1,26	0,7923
0,37	0,2886	0,82	0,5878	1,27	0,7959
0,38	0,2961	0,83	0,5935	1,28	0,7995
0,39	0,3135	0,84	0,5891	1,29	0,8030
0,40	0,3103	0,85	0,6047	1,30	0,8064
0,41	0,3182	0,86	0,6102	1,31	0,8098
0,42	0,3255	0,87	0,6157	1,32	0,8132
0,43	0,3823	0,88	0,6211	1,33	0,8165
0,44	0,3401	0,89	0,6265	1,34	0,8197
0,45	0,3473	0,90	0,6319	1,35	0,8230

t	$\Phi(t)$	t	$\Phi(t)$	t	$\Phi(t)$
1,36	0,8262	1,76	0,9216	2,32	0,9797
1,37	0,8293	1,77	0,9233	2,34	0,9807
1,38	0,8324	1,78	0,9249	2,36	0,9817
1,39	0,8355	1,79	0,9265	2,38	0,9827
1,40	0,8385	1,80	0,9281	2,40	0,9836
1,41	0,8415	1,81	0,9297	2,42	0,9845
1,42	0,8444	1,82	0,9312	2,44	0,9853
1,43	0,8473	1,83	0,9328	2,46	0,9861
1,44	0,8501	1,84	0,9342	2,48	0,9869
1,45	0,8529	1,85	0,9357	2,50	0,9876
1,46	0,8557	1,86	0,9371	2,52	0,9883
1,47	0,8584	1,87	0,9385	2,54	0,9889
1,48	0,8611	1,88	0,9399	2,56	0,9895
1,49	0,8638	1,89	0,9412	2,58	0,9901
1,50	0,8664	1,90	0,9426	2,60	0,9907
1,51	0,8669	1,91	0,9439	2,62	0,9912
1,52	0,8715	1,92	0,9451	2,64	0,9917
1,53	0,8740	1,93	0,9464	2,66	0,9922
1,54	0,8764	1,94	0,9476	2,68	0,9926
1,55	0,8789	1,95	0,9488	2,70	0,9931
1,56	0,8812	1,96	0,9500	2,72	0,9935
1,57	0,8836	1,97	0,9512	2,74	0,9939
1,58	0,8859	1,98	0,9523	2,76	0,9942
1,59	0,8882	1,99	0,9534	2,78	0,9946
1,60	0,8904	2,00	0,9545	2,80	0,9949
1,61	0,8926	2,02	0,9566	2,82	0,9952
1,62	0,8948	2,04	0,9587	2,84	0,9955
1,63	0,8669	2,06	0,9606	2,86	0,9958
1,64	0,8990	2,08	0,9625	2,88	0,9960
1,65	0,9011	2,10	0,9643	2,90	0,9962
1,66	0,9031	2,12	0,9660	2,92	0,9965
1,67	0,9051	2,14	0,9676	2,94	0,9967
1,68	0,9070	2,16	0,9692	2,96	0,9969
1,69	0,9090	2,18	0,9707	2,98	0,9971
1,70	0,9109	2,20	0,9722	3,00	0,9973
1,71	0,9127	2,22	0,9786	3,20	0,9986
1,72	0,9146	2,24	0,9740	3,40	0,999
1,73	0,9164	2,26	0,9762	3,60	0,999
1,74	0,9181	2,28	0,9774	3,80	0,999
1,75	0,9199	2,30	0,9786	4,00	0,999

Приложение К – «Операционно-техническая карта на

».

Наименование и значение показателей	Рисунки (схемы, эскизы)
<u>1. Условия работы.</u> Площадь поля (участка), га Длина гона, м Угол склона, град. Тип почвы Удельное сопротивление	
<u>2. Агротехнические требования.</u> Глубина обработки, отклонения от заданной глубины обработки, норма высева, высота среза. Допустимые отклонения величины и другие показатели.	1 - Схема поля (участка).
<u>3. Комплектование агрегата.</u> Состав агрегата (принимается на основании проведенных расчетов).	2 - Кинематическая характеристика агрегата.
<u>4. Подготовка агрегата.</u> Техническая наладка МТА на заданные условия работы, включает подготовку трактора, сельскохозяйственных машин.	3 - (а, б,). Схемы основных регулировок машин, обеспечивающих качество работы.
<u>5. Подготовка поля (участка к работе).</u> Оптимальная ширина загона, м Число загонов, ширина поворотной полосы, радиус поворота, длина выезда агрегата (принимается на основании проведенных в записке расчетов)	
<u>6. Работа агрегата на загоне.</u> Способ движения, обработка поворотных колес.	4 - Кинематическая характеристика поля (участка) и способ движения МТА.
<u>7. Эксплуатационные режимы работы МТА.</u> Рабочая скорость движения, на холостых поворотах. Производительность агрегата: За час сменного времени, га/ч; За смену, га/см; Расход топлива, кг/га; Затраты труда, чел.ч/га.	
<u>8. Контроль и оценка качества работы.</u> Указывается что, чем, где, когда и кем контролируется. Приводятся основные показатели контроля качества работы и бальная оценка их.	5- Схема контроля качества работы.
<u>9. Мероприятия по безопасности жизнедеятельности.</u> Проводятся основные правила техники безопасности при выполнении механизированной работы данным агрегатом.	

Приложение Л – Примеры заданий

Задание 1

Вопросы	Альтернативы ответов		
1. Определите величину вероятности брака в % на севе сои по отклонению растений от оси рядка при $\Delta_1 = 2,7$ см и $G_1 = 2,0; 2,5$ и $3,2$.	$G_1 = 2,0$ 17,7 17,95 18,05 16,87	$G_1 = 2,5$ 28,01 28,43 27,32 29,15	$G_1 = 3,2$ 40,09 41,51 39,83 40,49
2. Определите величину вероятности брака в % не междурядной культивации сои по отклонению лапы от прямолинейного движения при $\Delta_2 = 6,0$ см и $G_2 = 3,5; 4,28$ и $5,1$.	$G_2 = 3,5$ 8,25 7,85 8,73 7,51	$G_2 = 4,28$ 16,58 15,87 16,15 15,33	$G_2 = 5,1$ 24,61 28,75 23,80 23,47
3. Определите величину вероятности брака в % от совместного действия двух операций (посев и междурядная культивация) при $G_1 = 2,0; 2,5$ и $3,2$ см и $G_2 = 4,28$ см и $\Delta_1 = 2,7$ см и $\Delta_2 = 6,0$ см.	2,63 2,86 2,25 3,15	4,13 4,52 4,75 5,13	6,25 6,47 6,89 5,87
4. Определите величину защитной зоны при междурядной культивации сои при вероятности брака от совместного действия двух операций не превышающей 2% при $G_2 = 4,28$ G_1 и Δ_1 взять из вопроса 1.	9,15 9,73 9,95 9,46	10,25 10,85 9,73 10,40	10,81 10,57 11,35 11,09
5. Определите величину коэффициента эффективности посева по отклонению сошников от прямолинейного движения в % при значениях G_1 и Δ_1 указанных к вопросу 1.	82,30 82,67 81,85 82,95	71,99 71,63 71,13 80,81	59,91 59,45 59,11 60,18

Задание 2

Вопросы	Альтернативы ответов		
1. Определите величину вероятности брака в % на севе сои по отклонению растений от оси рядка при $\Delta_1 = 1,5$ см и $G_1 = 2,0; 2,5$ и $3,1$.	$G_1 = 2,0$ 45,33 45,75 45,23 44,89	$G_1 = 2,5$ 54,85 54,58 54,19 55,12	$G_1 = 3,1$ 63,12 63,35 63,78 62,87
2. Определите величину вероятности брака в % не междурядной культивации сои по отклонению лапы от прямолинейного движения при $\Delta_2 = 5,8$ см и $G_2 = 3,5; 4,3$ и $5,0$.	$G_2 = 3,5$ 9,63 9,36 10,25 9,89	$G_2 = 4,3$ 18,35 18,87 17,75 17,70	$G_2 = 5,0$ 9,63 9,91 8,95 9,30
3. Определите величину вероятности брака в % от совместного действия двух операций (посев и междурядная культивация) при $G_1 = 2,0; 2,5$ и $3,1$ см и $G_2 = 4,3$ см и $\Delta_1 = 1,5$ см и $\Delta_2 = 5,8$ см.	8,57 8,02 8,75 9,15	9,58 9,71 9,27 10,17	11,63 11,17 11,93 12,21
4. Определите величину защитной зоны при междурядной культивации сои при вероятности брака от совместного действия двух операций не превышающей 2% при $G_2 = 4,3$ G_1 и Δ_1 взять из вопроса 1.	10,10 11,85 11,89 10,87	10,53 12,25 10,48 11,15	10,70 11,13 12,52 10,0
5. Определите величину коэффициента эффективности посева по отклонению сошников от прямолинейного движения в % при значениях G_1 и Δ_1 указанных к вопросу 1.	54,75 55,35 54,67 56,15	45,85 46,21 45,15 47,37	37,58 36,25 36,88 37,97

Задание 3

Вопросы	Альтернативы ответов		
1. Определите величину вероятности брака в % на севе сои по отклонению растений от оси рядка при $\Delta_1 = 2,7$ см и $G_1 = 2,0; 2,5$ и $3,2$.	$G_1 = 2,0$ 31,17 31,73 32,18 32,83	$G_1 = 2,5$ 43,63 42,37 44,15 42,73	$G_1 = 3,2$ 54,17 53,53 54,85 52,78
2. Определите величину вероятности брака в % не междурядной культивации сои по отклонению лапы от прямолинейного движения при $\Delta_2 = 5,6$ см и $G_2 = 3,5; 4,3$ и $5,0$.	$G_2 = 3,5$ 10,96 10,19 11,48 12,25	$G_2 = 4,3$ 19,36 20,12 18,78 21,27	$G_2 = 5,0$ 26,27 25,68 27,17 28,35
3. Определите величину вероятности брака в % от совместного действия двух операций (посев и междурядная культивация) при $G_1 = 2,0; 2,5$ и $3,2$ см и $G_2 = 4,3$ см и $\Delta_1 = 2,0$ см и $\Delta_2 = 5,6$ см.	6,83 5,75 7,37 6,14	8,83 7,68 9,48 8,29	10,91 11,38 12,15 10,36
4. Определите величину защитной зоны при междурядной культивации сои при вероятности брака от совместного действия двух операций не превышающей 2% при $G_2 = 4,3$ G_1 и Δ_1 взять из вопроса 1.	9,96 11,11 12,43 9,85	10,51 10,69 11,78 12,41	10,54 10,85 12,18 13,45
5. Определите величину коэффициента эффективности посева по отклонению сошников от прямолинейного движения в % при значениях G_1 и Δ_1 указанных к вопросу 1.	63,76 69,31 68,27 70,19	58,17 58,87 57,63 58,25	47,18 45,81 46,47 48,21

Задание 4

Вопросы	Альтернативы ответов		
1. Определите величину вероятности брака в % на севе сои по отклонению растений от оси рядка при $\Delta_1 = 2,5$ см и $G_1 = 2,0; 2,5$ и $3,2$.	$G_1 = 2,0$ 21,13 20,75 19,63 21,91	$G_1 = 2,5$ 31,73 31,08 32,42 30,35	$G_1 = 3,2$ 43,54 42,81 41,48 44,15
2. Определите величину вероятности брака в % не междурядной культивации сои по отклонению лапы от прямолинейного движения при $\Delta_2 = 5,4$ см и $G_2 = 3,5; 4,3$ и $5,0$.	$G_2 = 3,5$ 13,15 11,78 12,36 10,51	$G_2 = 4,3$ 20,68 21,86 20,77 22,12	$G_2 = 5,0$ 28,75 27,45 28,01 29,37
3. Определите величину вероятности брака в % от совместного действия двух операций (посев и междурядная культивация) при $G_1 = 2,0; 2,5$ и $3,2$ см и $G_2 = 4,3$ см и $\Delta_1 = 2,5$ см и $\Delta_2 = 5,4$ см.	5,17 4,36 6,47 3,95	5,95 6,59 7,25 8,13	9,87 9,04 8,57 10,18
4. Определите величину защитной зоны при междурядной культивации сои при вероятности брака от совместного действия двух операций не превышающей 2% при $G_2 = 4,3$ G_1 и Δ_1 взять из вопроса 1.	10,15 11,25 8,95 9,68	11,17 12,23 9,85 10,46	12,33 10,95 10,21 11,06
5. Определите величину коэффициента эффективности посева по отклонению сошников от прямолинейного движения в % при значениях G_1 и Δ_1 указанных к вопросу 1.	78,87 77,35 79,12 80,55	68,27 67,75 69,35 70,11	56,46 55,25 57,225 55,91

Задание 5

Вопросы	Альтернативы ответов		
1. Определите величину вероятности брака в % на севе сои по отклонению растений от оси рядка при $\Delta_1 = 3,0$ см и $G_1 = 2,0; 2,5$ и $3,0$.	$G_1 = 2,0$ 12,75 14,81 13,87 13,36	$G_1 = 2,5$ 20,75 22,61 24,27 23,01	$G_1 = 3,0$ 30,95 23,19 32,15 31,73
2. Определите величину вероятности брака в % не междурядной культивации сои по отклонению лапы от прямолинейного движения при $\Delta_2 = 5,2$ см и $G_2 = 3,5; 4,3$ и $5,0$.	$G_2 = 3,5$ 13,89 14,18 12,63 15,25	$G_2 = 4,3$ 23,63 22,14 23,78 24,19	$G_2 = 5,0$ 29,83 28,35 30,31 31,62
3. Определите величину вероятности брака в % от совместного действия двух операций (посев и междурядная культивация) при $G_1 = 2,0; 2,5$ и $3,0$ см и $G_2 = 4,3$ см и $\Delta_1 = 3,0$ см и $\Delta_2 = 5,2$ см.	2,62 3,87 3,02 4,22	4,81 6,15 5,21 7,12	6,95 8,17 7,18 7,91
4. Определите величину защитной зоны при междурядной культивации сои при вероятности брака от совместного действия двух операций не превышающей 2% при $G_2 = 4,3$ G_1 и Δ_1 взять из вопроса 1.	9,19 8,15 9,25 10,31	10,35 9,85 10,92 11,28	10,96 9,95 11,18 12,31
5. Определите величину коэффициента эффективности посева по отклонению сошников от прямолинейного движения в % при значениях G_1 и Δ_1 указанных к вопросу 1.	84,21 86,64 85,47 87,19	75,24 76,99 76,15 74,16	67,76 68,27 69,16 69,91

Задание 6

Вопросы	Альтернативы ответов		
1. Определите величину вероятности брака в % на севе сои по отклонению растений от оси рядка при $\Delta_1 = 2,8$ см и $G_1 = 2,0; 2,5$ и $3,0$.	$G_1 = 2,0$ 1,78 8,93 8,01 9,27	$G_1 = 2,5$ 16,95 15,67 16,45 17,15	$G_1 = 3,0$ 36,11 34,84 35,24 33,47
2. Определите величину вероятности брака в % не междурядной культивации сои по отклонению лапы от прямолинейного движения при $\Delta_2 = 5,0$ см и $G_2 = 3,5; 4,3$ и $5,0$.	$G_2 = 3,5$ 15,27 16,11 14,75 17,15	$G_2 = 4,3$ 9,30 9,87 8,83 10,63	$G_2 = 5,0$ 31,73 30,65 32,23 33,18
3. Определите величину вероятности брака в % от совместного действия двух операций (посев и междурядная культивация) при $G_1 = 1,6; 2,0$ и $3,0$ см и $G_2 = 4,3$ см и $\Delta_1 = 2,8$ см и $\Delta_2 = 5,0$ см.	0,15 1,25 1,91 0,74	2,25 3,05 0,75 1,50	2,85 3,97 4,12 3,25
4. Определите величину защитной зоны при междурядной культивации сои при вероятности брака от совместного действия двух операций не превышающей 2% при $G_2 = 4,3$ G_1 и Δ_1 взять из вопроса 1.	6,17 7,79 8,35 9,18	8,75 9,38 10,26 11,17	9,45 10,97 10,12 11,32
5. Определите величину коэффициента эффективности посева по отклонению сошников от прямолинейного движения в % при значениях G_2 и Δ_2 указанных к вопросу 2.	84,73 83,75 85,25 86,15	90,70 88,93 91,37 92,35	68,27 67,88 69,33 68,95

Задание 7

Вопросы	Альтернативы ответов		
1. Определите величину вероятности брака в % на севе сои по отклонению растений от оси рядка при $\Delta_1 = 1,6$ см и $G_1 = 1,8; 2,2$ и $3,0$.	$G_1 = 1,8$ 37,35 38,09 36,85 39,11	$G_1 = 2,2$ 46,54 45,78 47,18 48,25	$G_1 = 3,0$ 59,61 60,21 58,65 57,37
2. Определите величину вероятности брака в % не междурядной культивации сои по отклонению лапы от прямолинейного движения при $\Delta_2 = 6,0$ см и $G_2 = 3,2; 4,3$ и $5,0$.	$G_2 = 3,2$ 5,75 7,02 6,01 6,83	$G_2 = 4,3$ 17,15 15,87 16,15 17,93	$G_2 = 5,0$ 22,68 23,79 23,04 24,27
3. Определите величину вероятности брака в % от совместного действия двух операций (посев и междурядная культивация) при $G_1 = 1,8; 2,2$ и $3,0$ см и $G_2 = 4,3$ см и $\Delta_1 = 1,6$ см и $\Delta_2 = 6,0$ см.	7,73 6,81 7,12 6,03	6,82 8,27 6,16 7,52	5,69 6,31 7,16 9,63
4. Определите величину защитной зоны при междурядной культивации сои при вероятности брака от совместного действия двух операций не превышающей 2% при $G_2 = 4,3$ G_1 и Δ_1 взять из вопроса 1.	9,86 8,61 10,38 11,17	10,29 9,79 10,95 11,27	10,72 11,28 9,89 12,43
5. Определите величину коэффициента эффективности посева по отклонению сошников от прямолинейного движения в % при значениях G_2 и Δ_2 указанных к вопросу 2.	92,88 93,99 94,35 95,15	82,87 83,85 84,13 35,32	75,83 76,99 76,11 77,38

Задание 8

Вопросы	Альтернативы ответов		
1. Определите величину вероятности брака в % на севе сои по отклонению растений от оси рядка при $\Delta_1 = 2,1$ см и $G_1 = 2,0; 2,2$ и $3,0$.	$G_1 = 2,0$ 29,37 30,18 28,73 31,15	$G_1 = 2,2$ 34,21 33,71 34,87 35,23	$G_1 = 3,0$ 48,39 47,85 49,43 50,38
2. Определите величину вероятности брака в % не междурядной культивации сои по отклонению лапы от прямолинейного движения при $\Delta_2 = 5,5$ см и $G_2 = 3,2; 4,3$ и $5,0$.	$G_2 = 3,2$ 8,15 8,54 9,42 10,17	$G_2 = 4,3$ 21,27 20,05 19,85 22,57	$G_2 = 5,0$ 27,93 27,13 26,89 28,40
3. Определите величину вероятности брака в % от совместного действия двух операций (посев и междурядная культивация) при $G_1 = 2,0; 2,2$ и $3,0$ см и $G_2 = 4,3$ см и $\Delta_1 = 2,1$ см и $\Delta_2 = 5,5$ см.	5,83 6,97 7,25 5,89	6,78 7,87 8,38 6,86	9,69 10,81 11,19 9,70
4. Определите величину защитной зоны при междурядной культивации сои при вероятности брака от совместного действия двух операций не превышающей 2% при $G_2 = 4,3$ G_1 и Δ_1 взять из вопроса 1.	9,93 9,12 10,37 11,41	10,23 11,12 9,63 12,31	10,87 9,59 11,35 10,18
5. Определите величину коэффициента эффективности посева по отклонению сошников от прямолинейного движения в % при значениях G_2 и Δ_2 указанных к вопросу 2.	90,78 92,14 91,46 93,45	80,15 78,69 79,95 81,17	73,35 71,73 72,87 74,25

Задание 9

Вопросы	Альтернативы ответов		
1. Определите величину вероятности брака в % на севе сои по отклонению растений от оси рядка при $\Delta_1 = 2,9$ см и $G_1 = 2,0; 2,2$ и $3,0$.	$G_1 = 2,0$ 14,11 13,71 15,42 14,71	$G_1 = 2,2$ 17,87 19,21 20,08 18,68	$G_1 = 3,0$ 35,87 36,91 37,12 36,28
2. Определите величину вероятности брака в % не междурядной культивации сои по отклонению лапы от прямолинейного движения при $\Delta_2 = 5,7$ см и $G_2 = 3,1; 4,1$ и $4,9$.	$G_2 = 3,1$ 6,58 5,75 7,24 8,13	$G_2 = 4,1$ 16,45 15,82 17,19 15,03	$G_2 = 4,9$ 9,30 8,87 9,93 10,16
3. Определите величину вероятности брака в % от совместного действия двух операций (посев и междурядная культивация) при $G_1 = 2,0; 2,2$ и $3,0$ см и $G_2 = 4,1$ см и $\Delta_1 = 2,9$ см и $\Delta_2 = 5,7$ см.	1,95 2,42 3,37 4,12	2,27 3,07 3,38 4,14	5,03 5,97 6,48 7,15
4. Определите величину защитной зоны при междурядной культивации сои при вероятности брака от совместного действия двух операций не превышающей 2% при $G_2 = 4,1$ G_1 и Δ_1 взять из вопроса 1.	8,97 8,53 9,85 10,37	9,50 8,67 10,32 11,18	10,73 9,95 11,21 11,98
5. Определите величину коэффициента эффективности посева по отклонению сошников от прямолинейного движения в % при значениях G_2 и Δ_2 указанных к вопросу 2.	92,75 93,89 93,42 94,38	82,65 84,27 83,55 85,08	89,75 91,43 92,70 92,39

*Рубан Юрий Николаевич,
Кислов Александр Федорович*

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Учебное пособие

В редакции составителя

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г.
Подписано к печати 27.03.2015 г. Формат 60×90/16.
Уч.-изд.л. – 2,5. Усл.-п.л. – 3,5.
Тираж 75 экз. Заказ 70.

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии издательства ДальГАУ
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86

