

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Трубилин Е.И., Винецкий Е.И.

РАСЧЕТ ТРАНСПОРТНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ
И СИСТЕМ

Учебное пособие к практическим занятиям по дисциплине

Б.3.ДВ.6 Перевозка грузов с.х. назначения

Направление подготовки

190600 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Профиль подготовки

Автомобили и автомобильное хозяйство

Краснодар 2013

УДК 633.3

Расчет транспортно – производственных процессов и систем - Учебное пособие к практическим занятиям по дисциплине «Перевозка грузов с.х. назначения» – КГАУ. – Краснодар, 2013. – 37 с.

Учебное пособие содержит методические рекомендации к практическим занятиям по дисциплине «Перевозка грузов с.х. назначения», включает рассмотрение на основе теоретических аспектов практических вопросов по основным направлениям деятельности инженеров АТП, связанной с автотранспортными процессами. Методические рекомендации предусматривают проведение практических занятий, связанных с определением основных технико-эксплуатационных показателей автотранспортных процессов, управлением ими и планированием проведения автомобильных перевозок грузов.

Методические рекомендации рассмотрены и одобрены методической комиссией факультета механизации, протокол № 6 от 12 февраля 2013г.

Рецензенты:

кафедра тракторов, автомобилей и технической механики Кубанского Госагроуниверситета – заведующий кафедрой, доктор технических наук, профессор Курасов В.С.;

кафедра механизации животноводства и БЖД Кубанского Госагроуниверситета – заведующий кафедрой, доктор технических наук, профессор Фролов В.Ю.

© Кубанский государственный аграрный университет, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
РАСЧЕТНАЯ РАБОТА № 1	6
«РАСЧЕТ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА».....	6
Пример 1. Перевозка картофеля в поле из хранилища.	6
Пример 2. Перевозка силосной массы от силосоуборочного комбайна.	8
РАСЧЕТНАЯ РАБОТА № 2.....	10
РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ УБОРОЧНЫХ АГРЕГАТОВ	10
РАСЧЕТНАЯ РАБОТА № 3.....	14
«РАСЧЕТ НОРМ РАСХОДА ТОПЛИВА АВТОТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ».....	14
Пример 1. Перевозка картофеля с поля в хранилище.	15
Пример 2. Перевозка силосной массы от силосоуборочного комбайна.	17
РАСЧЕТНАЯ РАБОТА № 4.....	19
«Расчет потребности в технологическом транспорте и согласование работы бункерных уборочных машин и транспортных средств в составе уборочно- транспортного звена».....	19
РАСЧЕТНАЯ РАБОТА № 5.....	27
«Расчет потребности в технологическом транспорте и согласование работы безбункерных уборочных машин и транспортных средств в составе уборочно-транспортного звена»	27
ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ.....	36
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	37

ВВЕДЕНИЕ

Процесс (лат. – ход, продвижение, прохождение) – закономерная, последовательная, непрерывная смена следующих друг за другом моментов развития чего-либо (например, процесс перевозки зерна из-под комбайна на элеватор, процесс производства автомобилей и т.д.). Транспортные процессы – это процессы по перемещению товаров (грузов) от места их производства до места их потребления.

Система (греч. – целое, составленное из частей) – объективное единство закономерно связанных друг с другом предметов, явлений, а также знаний о природе и обществе.

Предметом нашего рассмотрения является транспортное производство. Несмотря на существующие различия в подвижном составе, технологических процессах и перевозимых грузах здесь существует много общего. Эти общие черты создают основу обобщения транспортного производства для наиболее рационального использования ресурсов и снижения общественных транспортных затрат.

Автотранспортные процессы подразделяются на транспортные и транспортно-производственные. Транспортно-производственные процессы предусматривают дополнительное проведение производственных операций, которые, как правило, совмещаются с погрузочно-разгрузочными операциями или их замещают. Для практической деятельности инженеру АТП необходимо не только уметь определить эти показатели, но и знать, как на них влияют основные элементы автотранспортного процесса. Кроме того, инженеру АТП необходимо владеть математическими методами, позволяющими осуществлять оптимальное планирование транспортно – производственного процесса, находить оптимальное взаимодействие между поставщиками, перевозчиками и потребителями грузов.

Инженер должен уметь правильно выбрать для перевозки грузов автотранспортные средства, способы перевозки, оптимальные маршруты движе-

ния, способы и средства погрузки и разгрузки грузов, обеспечивающие получение автотранспортного процесса с минимальной себестоимостью.

В настоящих методических рекомендациях рассматриваются теоретические и практические аспекты позволяющие овладеть инженерам необходимыми практическими навыками по выполнению транспортно – производственных процессов.

Целью практических занятий является закрепление теоретических основ курса по дисциплинам «Перевозка грузов с.х. назначения» и приобретение практических навыков в определении транспортно-эксплуатационных показателей транспортно – производственных процессов, их анализе, а также в получении навыков оптимального планирования элементов транспортно – производственных процессов и систем.

РАСЧЕТНАЯ РАБОТА № 1

Расчет технической производительности автотранспортного средства

Пример 1. Перевозка картофеля в поле из хранилища.

Исходные данные: автомобиль ГАЗ - 53А грузоподъемностью $Q_H = 4$ т и вместимостью кузова $V = 5,5$ м³; плотность картофеля $\gamma = 0,7$ т/м³; расстояние перевозки $L_T = 2$ км; дороги III группы; погрузка и разгрузка вручную; $\lambda = 1$ – коэффициент использования объема кузова.

Расчет:

1. Масса груза в автомобиле:

$$Q_T = V \lambda \gamma_m = 5,5 \times 1 \times 0,7 = 3,85 \text{ т}$$

2. Статический коэффициент использования грузоподъемности

$$\gamma_c = \frac{Q_T}{Q_H} = \frac{3,85}{4,00} = 0,96$$

3. Производительность за рейс:

$$W_{m \cdot км}^p = Q_T L_m = 3,85 \times 2 = 7,7 \text{ т} \cdot \text{км} / \text{рейс}$$

4. Время рейса по уравнению (Ш. 15а Фере):

$$t_p = \frac{62,5 L_T}{U_T \alpha_{проб}} + \frac{t_{н.р} Q_H}{\gamma_c} + t_{эзв}$$

где U_T - средняя техническая скорость на маршруте, км/ч, $U_T = 25$ км/ч;

$\alpha_{проб}$ - коэффициент использования пробега автомобиля (для автомобилей – самосвалов и автомобилей – тягачей он равен 0,45, а для остальных автомобилей – 0,5);

$t_{н.р}$ - норма времени на погрузку и разгрузку одной тонны груза, $t_{н.р} = 10,51$ мин;

$t_{эзв}$ - норма времени на взвешивание за рейс или за каждый заезд автомобиля в промежуточные пункты; принимается по 4,5 мин на каждый авто-

мобиль вне зависимости от грузоподъемности класса груза; на каждый заезд автомобиля в промежуточные пункты отводится 9 мин.

$$t_p = \frac{62,5 \times 2}{25 \times 0,5} + \frac{10,51 \times 4,0}{0,96} + 4,5 = 58,3 \text{ мин}$$

5. Техническая производительность:

$$W_{m \cdot km}^u = W_{m \cdot km}^p \cdot \frac{60}{t_p} = 7,7 \times \frac{60}{58,3} = 7,86 \text{ м} \cdot \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

или $W_{m \cdot km}^{см} = W_{m \cdot km}^u \times 7 = 7,86 \times 7 = 55,02 \text{ м} \cdot \text{км} / \text{смена}$

Таблица 1.1 – Сводная таблица технической производительности при перевозке картофеля

Первая цифра варианта	Марка транспортно-го средства	Грузоподъемность, т	Расстояние перевозки, км				
			2	4	6	8	10
			Техническая производительность, $\text{м} \cdot \frac{\text{км}}{\text{ч}}$				
0	ГАЗ-53А	4,0					
1	ЗИЛ 130	5,0					
2	КАМАЗ 43101	6,0					
3	КАМАЗ 43118	10,0					
4	К-701 + ПТС-9+ПТС-12	21,0					
Вторая цифра варианта			1	2	3	4	5
			6	7	8	9	0

Пример 2. Перевозка силосной массы от силосоуборочного комбайна.

Исходные данные: силосоуборочный комбайн СК-2,6 при $v_p = 5$ км/ч, $V_p = 2,5$ км/ч, $g = 30$ т/га; автомобиль самосвал ЗИЛ – ММЗ – 554 грузоподъемностью $Q_M = 4$ т и с вместимостью кузова $V = 10$ м³; плотность силоса $\gamma = 0,45$ т/м³; расстояние перевозки $L_{гр} = 2$ км; дороги III группы – грунтовые; погрузка механическая (от силосоуборочного комбайна); разгрузка - опрокидыванием.

Расчет.

1. Масса груза в автомобиле: $Q_{гр} = 10 \times 0,45 = 4,5$ т. В связи с тем, что масса груза превышает грузоподъемность, принимаем $Q_{гр} = 4$ т, а $\alpha_2^{cm} = 1$.

$$t_{ногр} = \frac{600 Q_{гр}}{g V_p v_p} = \frac{600 \times 4}{30 \times 2,5 \times 5} = 6,4 \text{ мин}$$

2. Время на погрузку:

3. Время на разгрузку: $t_{разгр} = 3,6$ мин.

4. Производительность за рейс: $W_{m \cdot км}^p = Q_{гр} L_m = 4,0 + 2 = 8 \text{ т} \cdot \text{км}$

5. Время рейса: $t_p = \frac{62,5 L_T}{U_T \alpha_{проб}} + t_{ногр} + t_{разгр} + t_{взв}$

где U_T - средняя техническая скорость на маршруте, $U_T = 5$ км/ч;

$\alpha_{проб}$ - коэффициент использования пробега автомобиля (для автомобилей – самосвалов и автомобилей – тягачей он равен 0,45, а для остальных автомобилей – 0,5);

$t_{взв}$ - норма времени на взвешивание за рейс; $t_{взв} = 0$

$$t_p = \frac{62,5 \times 2}{25 \times 0,45} + 6,4 + 3,6 + 0 = 21,36 \text{ мин / рейс}$$

6. Техническая производительность:

$$W_{m \cdot км}^u = W_{m \cdot км}^p \cdot \frac{60}{t_p} = 8,0 \times \frac{60}{21,36} = 22,5 \text{ т} \cdot \text{км} / \text{ч}$$

за смену: $W_{m \cdot км}^{cm} = W_{m \cdot км}^u \times 7 = 22,5 \times 7 = 157,5 \text{ т} \cdot \text{км} / \text{смена}$

Таблица 1.2 – Сводная таблица технической производительности при перевозке силосной массы

Первая цифра варианта	Марка транспортно-го средства	Грузоподъемность, т	Расстояние перевозки, км				
			3	5	7	9	11
			Техническая производительность, $t \cdot \frac{км}{ч}$				
0	ГАЗ-53А	3,5					
1	ЗИЛ 130	5,0					
2	КАМАЗ 43101	6,0					
3	КАМАЗ 43118	10,0					
4	К-701 + ПТС- 9+ПТС-12	21,0					
Вторая цифра варианта			1	2	3	4	5
			6	7	8	9	0

РАСЧЕТНАЯ РАБОТА № 2

Расчет потребного количества транспортных средств при обслуживании уборочных агрегатов

Потребность в транспортных средствах для перевозки сельскохозяйственных грузов определяется из условия обеспечения бесперебойности работы уборочного агрегата при максимальном использовании их грузоподъемности.

Цель работы:

Обеспечить бесперебойность работы основного технологического звена.

Исходные данные: вид работы – уборка кукурузы на силос; **урожайность** $U = 150$ ц/га ; основное звено – ДТ-75М + КС-1,8; ширина захвата, $B_p = 1,8$ м; рабочая скорость $V_p = 3,5$ км/ч; **транспортное средство ГАЗ – 53** (табл. 2.1); **грузоподъемность** $Q_T = 4,0$ т (табл. 2.1); **расстояние перевозки** $L_T = 8$ км (табл. 2.1); дорожные условия – полевые дороги.

Таблица 2.1 Исходные данные для расчета

Первая цифра варианта	Марка транспортного средства	Грузоподъемность Q_T , т	вторая цифра варианта	урожайность U , ц/га	рабочая скорость V_p , км/ч	расстояние перевозки L_T , км
0	ГАЗ-53А	4,0	1	160	10	3
1	ЗИЛ 130	5,0	2	170	9	5
2	КАМАЗ 43101	6,0	3	180	8	7
3	КАМАЗ 43118	10,0	4	190	7	9
			5	200	6	11
			6	210	5,5	13
			7	220	5	15
			8	230	4,5	17
			9	240	4	19
			0	250	3	21

Алгоритм решения

Общим принципом расчета количества транспортных средств при поточной технологии уборочных работ является равенство производительности основного и транспортного звеньев:

$$n_K \cdot W_K \cdot U = \frac{n_T \cdot Q_T}{t_{Ц}}, \quad (2.1)$$

где W_K – производительность уборочного комбайна, га/час;

n_K – количество комбайнов, шт. (в данном случае $n_K = 1$);

n_T – количество транспортных средств, шт.;

U – урожайность сельскохозяйственных культур, т/га (исходные данные);

Q_T – грузоподъемность транспортного средства, т (табл. 1.1);

t_{δ} – время цикла или полного оборота транспортного средства, ч.

Отсюда необходимое количество транспортных средств при $n_K = 1$ находим по формуле:

$$n_T = \frac{W_K \cdot U \cdot t_{Ц}}{Q_T}, \quad (2.2)$$

Часовая производительность комбайна W_K га/час определяется по формуле:

$$W_K = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p, \quad (2.3)$$

где B_p – фактическая ширина захвата жатки комбайна, м (исходные данные);

V_p – средняя рабочая скорость движения комбайна, км/час (исходные данные).

Тогда

$$W_K = 0,1 \times 1,8 \times 3,5 = 0,63 \text{ га / час}$$

Время полного оборота или цикла транспортного средства находим по формуле:

$$t_{ц} = t_{3AG} + t_{ДВГ} + t_{ДВБГ} + t_{B} + t_{PA3}, \quad (2.4)$$

где t_{3AG} – время загрузки транспортного средства, ч. при прямой загрузке рассчитывается по формуле:

$$t_{3AG} = \frac{Q_T}{W_K \cdot U} = \frac{4,0}{0,63 \times 150} = 0,04 \text{ час}; \quad (2.5)$$

$t_{ДВГ}$ – время движения транспортного средства с грузом, ч;

$$t_{ДВГ} = \frac{L_m}{V_2} = \frac{8}{12} = 0,67 \text{ час}, \quad (2.6)$$

где L_T – расстояние перевозки, км (табл. 2.1);

V_2 – скорость движения транспортного средства с грузом, км/ч. (табл. 2.2);

Таблица 2.2 – Средние скорости движения транспортных средств при перевозке грузов (с грузом /без груза), км/ч

Дорожные условия	Вид транспортных средств		
	Тракторные поезда	Автопоезда	Автомобили
Полевые дороги	8/11	–	12/18
Проселочные дороги	10/16	12/17	17/25
Грейдерные дороги	15/18	25/30	35/50
Дороги с усовершенствованным покрытием	17/20	30/35	50/80

$t_{ДВБГ}$ – время движения транспортного средства без груза, ч.

$$t_{ДВБГ} = \frac{L_m}{V_{\delta 2}} = \frac{8}{18} = 0,44 \text{ час}, \quad (2.7)$$

где $V_{\delta 2}$ – скорость движения транспортного средства без груза, км/ч. (табл. 2.2);

t_B – время взвешивания транспортного средства, ч. $t_B = 5 \text{ мин}$;

t_{PA3} – время разгрузки транспортного средства, ч. $t_{раз} = 1,5 \text{ мин}$, на 1 т при грузоподъемности до 10т; от 10 до 15т – 1,0 мин на 1т; свыше 15т – 0,6 мин на 1т грузоподъемности.

$$t_{PA3} = t_{раз} \times Q_T$$

$$t_{PA3} = 1,5 \text{ мин} / m \times 4,0 m = 6,0 \text{ мин} = 0,1 \text{ ч}$$

Таким образом, время полного оборота или цикла транспортного средства равно

$$t_{ц} = 0,04 + 0,67 + 0,44 + 0,08 + 0,1 = 1,33 \text{ ч}$$

Рассчитаем по (2.2) необходимое количество транспортных средств для обеспечения бесперебойной работы силосоуборочного комбайна. Полученное значение округляем до целого числа.

$$n_T = \frac{0,63 \times 150 \times 1,33}{4,0} = 31,4 \text{ машины} \approx 32 \text{ машины}$$

РАСЧЕТНАЯ РАБОТА № 3

Расчет норм расхода топлива автотранспортным средством

1. Расход топлива за смену $G_{\text{т см}}$ (л) определится по уравнениям:

- для бортовых автомобилей и автомобилей-самосвалов

$$G_{\text{т см}} = \frac{g_{\text{км}}}{100} \left(\frac{L_{\text{сп}} n_p}{\alpha_{\text{проб}}} + 2L_{\text{н.з.}} \right) + \frac{g_{\text{т-км3}}}{100} n_p W_{\text{т-км}}^p + 0,25n_p \quad (3.1)$$

где: $g_{\text{км}}$ - норма расхода топлива на 100 км;

$\alpha_{\text{проб}}$ - коэффициент использования пробега автомобиля (для автомобилей – самосвалов и автомобилей – тягачей он равен 0,45, а для остальных автомобилей – 0,5);

$L_{\text{сп}}$ - расстояние перевозки, км;

n_p - количество рейсов;

$L_{\text{н.з.}}$ - расстояние от гаража до места погрузки, км;

$g_{\text{т-км}}$ - норма расхода топлива на 100 т км;

$W_{\text{т-км}}^p$ - производительность за рейс, т км;

$0,25n_p$ – расход топлива автомобилем – самосвалом в пунктах выгрузки.

- Для автомобилей, загружающихся от уборочных машин

$$G_{\text{т см}} = \frac{g_{\text{км1}}}{100} \left(\frac{L_{\text{сп}} n_p}{\alpha_{\text{проб}}} + 2L_{\text{н.з.}} \right) + \frac{g_{\text{т-км2}}}{100} L_{\text{погр}} n_p + \frac{g_{\text{т-км3}}}{100} n_p W_{\text{т-км}}^p + 0,25n_p \quad (3.2)$$

где: $g_{\text{км1}}$ - норма расхода топлива при движении по дороге, л/100км (табл. 3.1);

$g_{\text{т-км2}}$ - норма расхода топлива с учетом дорожных условий при движении по полю при погрузке, л/100км; $g_{\text{т-км2}} = 1,2 \times g_{\text{км1}}$.

$g_{\text{т-км3}}$ - дополнительный расход топлива.

2. Нормы расхода топлива (л/т км и л/т) определяются соответственно по уравнениям:

$$g_{т·км}^н = \frac{G_{тсм}}{W_{т·км}^{см}} \text{ (л/т км);} \quad (3.3)$$

$$g_m^н = \frac{G_{тсм} \times L_{сп}}{W_m^{см}} \text{ (л/т).} \quad (3.4)$$

Таблица 3.1 Нормы расхода топлива $g_{км1}$

Марка автомобиля	Линейная норма расхода $g_{км1}$ жидкого топлива при движении по дороге, л/100км
Бортовой:	
ГАЗ - 3307	25,5
ЗИЛ- 433100	31,5
УРАЛ – 43206	48,0
Автомобиль – самосвал:	
ГАЗ – САЗ -3507-01	30,5
ЗИЛ – ММЗ - 45085	39,0

Пример 1. Перевозка картофеля с поля в хранилище.

Исходные данные: автомобиль ГАЗ – 3307; расстояние перевозки $L_{сп} = 2$ км (расчетная работа № 1); производительность за рейс $W_{т·км}^p = 7,7$ т км/рейс (расчетная работа № 1, п.3); коэффициент использования пробега автомобиля $\alpha_{проб} = 0,5$; расстояние от гаража до места погрузки $L_{п.з.} = 3$ км (таблица 3.2); время смены $T_{см} = 7ч = 420$ мин; время рейса t_p согласно расчетной работе №1 (пункт 4) равно $t_p = 58,3$ мин; $g_{т·км3} = 2$ л/100км.

Таблица 3.2 - Расстояние от гаража до места погрузки $L_{п.з.}$

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$L_{n.з.}$	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$L_{n.з.}$	20	18	16	14	12	10	8	6	4	21
Вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$L_{n.з.}$	23	25	27	26	24	22	28	29	30	31

1. Определим норму расхода топлива $g_{m \cdot км_2}$ автомобиля ГАЗ – 3307 при движении по полю при погрузке. Из таблицы 3.1 для автомобиля ГАЗ – 3307 $g_{км_1} = 25,5$ л/100км.

$$g_{m \cdot км_2} = 1,2 \times 25,5 = 30,6 \text{ л/100км.}$$

2. Определим количество рейсов:

$$n_p = \frac{T_{см}}{t_p} = \frac{420}{58,3} = 7,2 \approx 7$$

3. Определим расход топлива по уравнению (3.1):

$$G_{тсм} = \frac{30,6}{100} \left(\frac{2 \times 7}{0,5} + 2 \times 3 \right) + \frac{2,0}{100} 7 \times 7,7 = 11,475 \text{ л / смена}$$

4. Определим норму расхода топлива на 1т км (3.3) и 1т (3.4):

$$g_{m \cdot км}^н = \frac{G_{тсм}}{W_{m \cdot км}^{см}} = \frac{11,475}{55} = 0,21 \text{ л / т км}$$

$$g_m^н = \frac{G_{тсм} \times L_{сп}}{W_m^{см}} = \frac{11,475 \times 2}{55} = 0,42 \text{ л / т}$$

Пример 2. Перевозка силосной массы от силосоуборочного комбайна.

Исходные данные: силосоуборочный комбайн СК-2,6 с шириной захвата $B_p = 2,6$ м, урожайность силосной массы $g = 30$ т/га; автомобиль – самосвал ЗИЛ – ММЗ – 45085 грузоподъемностью $Q_m = 4$ т; **расстояние перевозки $L_{гр} = 2$ км**; $W_{т·км}^p = 8$ т·км (расчетная работа № 1, пример 2); время рейса $t_p = 21,36$ мин / рейс (расчетная работа № 1, пример 2, пункт 5); **техническая производительность за смену: $W_{т·км}^{см} = 157,5$ т·км / смена** (расчетная работа № 1, пример 2, п.6); коэффициент использования пробега автомобиля $\alpha_{проб} = 0,45$; **расстояние от гаража до места погрузки $L_{п.з.} = 4$ км** (таблица 3.2); $g_{т·км} = 2$ л/100т км; $g_{т·км3} = 2$ л/100км.

Расчет:

1. Определим расход топлива $g_{т·км2}$. Согласно таблицы 3.1 для автомобиля–самосвала ЗИЛ – ММЗ – 45085 $g_{км1} = 39$ л/100т км. Тогда норма расхода топлива при движении по полю при погрузке $g_{т·км2} = 1,2 \times 39 = 46,8$ л/100т км.

2. Определим путь, проходимый автомобилем при загрузке:

$$L_{погр} = \frac{10 Q_m}{g B_p} = \frac{10 \times 4}{30 \times 2,6} = 0,535 \text{ км}$$

3. Определим количество рейсов:

$$n_p = \frac{T_{см}}{t_p}$$

время рейса $t_p = 21,36$ мин / рейс (пункт 5 примера 2 расчетной работы №1), тогда

$$n_p = \frac{420}{21,36} = 19,6 \approx 20$$

1. Определим расход топлива за смену $G_{т·см}$ по уравнению (3.2).

$$G_{\tau_{см}} = \frac{39}{100} \left(\frac{2 \times 20}{0,45} + 2 \times 4 \right) + \frac{46,8}{100} 0,535 \times 20 + \frac{2}{100} 20 \times 8 + 0,25 \times 20 = 51 \text{ л / см}$$

2. Определим норму расхода топлива на 1т км (3.3) и 1т (3.4):

$$g_{m \cdot км}^н = \frac{G_{\tau_{см}}}{n_{рейс} \times W_{m \cdot км}^p} = \frac{51}{8 \times 20} = 0,32 \text{ л / т км}$$

$$g_m^н = \frac{G_{\tau_{см}} \times g_{m \cdot км}}{n_{рейс} \times W_{m \cdot км}^p} = \frac{51 \times 2}{8 \times 20} = 0,64 \text{ л / т}$$

РАСЧЕТНАЯ РАБОТА № 4

Расчет потребности в технологическом транспорте и согласование работы бункерных уборочных машин и транспортных средств в составе уборочно-транспортного звена

4.1 Исходные данные (таблица 4.1):

урожайность сельхозкультуры $H = 4,0$ т/га;

зерноуборочный комбайн Вектор 420; число уборочных агрегатов $N_{уб} = 4$; расстояние перевозки $L = 20$ км; коэффициент использования времени смены $\tau = 0,6$; конструктивная ширина захвата уборочной машины $B_k = 6$ м;

автомобиль ГАЗ - 53А номинальной грузоподъемностью $Q_n = 4$ т и объемом кузова $V = 5,5$ м³;

1. Определить рабочую ширину захвата уборочной машины по формуле:

$$B_p = B_k \beta, \quad (4.1)$$

где B_p , - рабочая ширина захвата уборочной машины,

B_k - конструктивная ширина захвата уборочной машины (таблица 7.1), м;

β - коэффициент использования конструктивной ширины захвата, $\beta = 0,95$.

$$B_p = 6 \text{ м} \times 0,95 = 5,7 \text{ м.}$$

2. Определить рабочую скорость движения уборочной машины по формуле:

$$V_{раб} = \frac{36qK_{п}}{B_p H (1 + \delta_c)} \quad (4.2)$$

где V_p - рабочая скорость движения уборочной машины, км/ч;

q - пропускная способность уборочной машины, кг/с (таблица 4.2);

$K_{п}$ - коэффициент уменьшения пропускной способности; $K_{п} = 1,0$;

B_p - рабочая ширина захвата машины, м;

H - урожайность убираемой сельхозкультуры, т/га (таблица 4.1);

δ_c - выход побочной продукции по отношению к основной; $\delta_c = 0,9$.

Таблица 4.1 - Исходные данные для расчета

Первая цифра варианта	Марка транспортного средства	Номинальная грузоподъемность Q_n , т	Объем кузова, м ³	вторая цифра варианта	Урожайность сельхозкультур H , т/га	Марки машин, входящих в уборочный агрегат	Число уборочных агрегатов $N_{уб}$	Расстояние перевозки L , км	Коэффициент использования времени смены, τ	Конструктивная ширина захвата уборочной машины, м
0	ГАЗ-	4,0	5,5	1	4,5	Вектор	4	30	0,5	6
1	ЗИЛ	5,0	6,0	2	5,0	Вектор	4	25	0,55	6
2	КАМАЗ 43255	6,0	6,0	3	5,5	Acros 540	4	20	0,6	7
3	КАМАЗ 65115	10,0	10,0	4	6,0	TORUM 740	3	15	0,65	7
				5	4,0	СК-5М «Нива – эффект»	5	10	0,7	5
				6	4,5	Вектор	4	5	0,5	6
				8	5,5	Acros 540	2	15	0,6	7
				9	6,0	TORUM	2	20	0,65	7
				0	4,0	СК-5М «Нива – эффект»	5	25	0,7	5

Таблица 4.2 Технические характеристики уборочных машин

Марка комбайна	Пропускная способность, кг/с	Объем бункера, м ³	Максимальная рабочая скорость, км/ч
Вектор 410	7...8	6	7,2
Вектор 420	8	6	8,0
Acros 540	10	9	9,0
TORUM-740	12	10.5	10,0
СК-5М «Нива-эффект»	5	3	7,2

$$V_{раб} = \frac{36 \times 8 \times 1,0}{5,7 \times 4,0(1+0,9)} = \frac{288}{43,3} = 6,7 \text{ км/ч}$$

Расчетное значение скорости v_p необходимо сравнить с ее предельным значением $V_{p \max}$ (таблица 4.2) и выбрать из них меньшее.

Принимаем $V_{раб} = 6,7 \text{ км/ч}$.

3. Определить производительность уборочной машины за один час времени смены:

$$W_{уб} = 0,1 \times B_p \times V_p \times \tau \times H \quad (4.3)$$

где $W_{уб}$ - производительность уборочной машины, т/ч;

τ - коэффициент использования времени смены (таблица 4.1);

H - урожайность сельскохозяйственной культуры, т/га (таблица 4.1).

$$W_{уб} = 0,1 \times 5,7 \times 6,7 \times 0,6 \times 4,0 = 9,2 \text{ т/ч}$$

4. Определить время заполнения бункера комбайна по формуле:

$$t_{бунк} = \frac{60 \times v_{б} \times \rho_{мат} \times \lambda}{W_{уб}} \quad (4.4)$$

где $t_{бунк}$ - время заполнения бункера, мин;

$v_{б}$ - объем бункера комбайна, м³ (таблица 4.2);

$\rho_{мат}$ - плотность материала, т/м³; $\rho_{мат} = 0,78 \text{ т/м}^3$;

λ - коэффициент использования объема бункера, $\lambda = 0,9$.

$$t_{бунк} = \frac{60 \times 6 \times 0,78 \times 0,9}{9,2} = 27,4 \text{ мин}$$

5. Определить время заполнения транспортного средства:

$$t_{ногр} = t_{выг} \times n_{б} + t_{пер} (n_{б} - 1) \quad (4.5)$$

где $t_{ногр}$ - время заполнения транспортного средства, мин;

$t_{выг}$ - время выгрузки одного бункера, мин, $t_{выг} = 3 \dots 4 \text{ мин}$;

$t_{пер}$ — время переезда от одной уборочной машины к другой, мин, $t_{пер} \approx 2$ мин; $n_{б}$ - число бункеров, выгружаемых в одно транспортное средство.

Значение числа бункеров $n_{б}$ определится:

$$n_{б} = \frac{V_{куз}}{V_{б}} \quad (4.6)$$

где $V_{куз}$ - объем кузова транспортного средства, м³, (таблица 4.1).

$$n_{б} = \frac{5,5}{6} = 0,92$$

Значение $n_{б}$ округлить до целого числа.

Тогда время заполнения транспортного средства

$$t_{погр} = 3,0 \times 1 + 2,0(1-1) = 3 \text{ мин}$$

6. Определить время движения транспортного средства по формуле:

$$t_{дв} = 60 \frac{2l_{пер}}{V_{техн}} \quad (4.7)$$

где $t_{дв}$ - время движения транспортного средства, мин;

$l_{пер}$ - расстояние перевозки продукции, км (таблица 4.1);

$V_{техн}$ - средняя техническая скорость движения транспортного средства,

$V_{техн} = 25$ км/ч.

$$t_{дв} = 60 \frac{2 \times 25}{25} = 120 \text{ мин}$$

7. Определить время цикла транспортного средства по формуле:

$$t_{ц} = t_{зан} + t_{дв} + t_{разгр} + t_{пр}$$

где $t_{ц}$ - время цикла транспортного средства, мин;

$t_{зан}$ - время заполнения транспортного средства, мин (см. п. 5);

$t_{дв}$ - время движения транспортного средства, мин (см. п. 6);

$t_{разгр}$ - время разгрузки транспортного средства, мин,; $t_{разгр} =$

3...6 мин;

t_{np} - время простоев транспортного средства при взвешивании, оформлении документов и т.п., $t_{np} = 4... 5$ мин.

$$t_u = 3,0 + 120,0 + 5,0 + 4,0 = 132 \text{ мин}$$

8. Определить необходимое число транспортных средств для обслуживания уборочных агрегатов:

$$M_T = \frac{t_u N_{yb}}{(t_{бунк} + t_{ногр}) n_{б}} \quad (4.9)$$

где M_T - число транспортных средств;

t_u - время цикла транспортного средства, мин; (см. п. 7);

N_{yb} - число уборочных агрегатов (таблица 7.1);

$t_{бунк}$ - время заполнения бункера комбайна, мин (см. п. 4);

$t_{ногр}$ - время заполнения транспортного средства, мин (см. п. 5);

$n_{б}$ - число бункеров, выгружаемых в одно транспортное средство (см. п. 5).

$$M_T = \frac{132 \times 4}{(27,4 + 3,0) \times 1,0} = \frac{528}{30,4} = 17,4 \text{ шт}$$

Полученное значение M_m необходимо округлить до целого числа в сторону увеличения.

Принимаем $M_T = 18$ автомобилей.

9. Определить действительное время цикла транспортного средства по формуле:

$$t_u^* = \frac{M_T (t_{бунк} + t_{ногр}) n_{б}}{N_{yb}} \quad (4.10)$$

где t_u^* - действительное время цикла транспортного средства, мин;

M_T^* - уточненное (после округления) число транспортных средств.

$$t_u^* = \frac{18 \times (27,4 + 3,0) \times 1,0}{4,0} = 136,8 \text{ мин}$$

10. Определить среднее время простоя транспортного средства в ожидании погрузки по формуле:

$$t_{np} = t_{\dot{y}} - t_{\dot{y}} \quad (4.11)$$

где t_{np} - среднее время простоя транспортного средства, мин.

$$t_{np} = 136,8 - 132 = 4,8 \text{ мин}$$



Рисунок 4.1 Зерноуборочный комбайн «Вектор – 410»



Рисунок 4.2 Зерноуборочный комбайн «Вектор -420»



Рисунок 4.3 Зерноуборочный комбайн «АКРОС – 540»



Рисунок 4.4 Зерноуборочный комбайн «ТОРУМ -740»



Рисунок 4.5 Зерноуборочный комбайн СК-5М «Нива – эффект»

РАСЧЕТНАЯ РАБОТА № 5

Расчет потребности в технологическом транспорте и согласование работы безбункерных уборочных машин и транспортных средств в составе уборочно-транспортного звена

4.1 Исходные данные (таблица 5.1):

Наименование сельхозкультуры – трава на силос (таблица 5.3); урожайность сельхозкультуры $H = 4,0$ т/га (таблица 5.3);

кормоуборочный комбайн РСМ – 100 «ДОН-680» (таблица 5.1); число уборочных агрегатов $N_{уб} = 4$; расстояние перевозки $L = 20$ км; коэффициент использования времени смены $\tau = 0,6$; конструктивная ширина захвата уборочной машины $B_k = 5$ м (таблица 5.2);

автомобиль ГАЗ - 53А номинальной грузоподъемностью $Q_n = 4$ т и объемом кузова $V = 5,5$ м³ (таблица 5.1).

1. Определить рабочую ширину захвата кормоуборочного комбайна:

$$B_p = B_k \beta, \quad (5.1)$$

где B_p , - рабочая ширина захвата уборочной машины,

B_k - конструктивная ширина захвата уборочной машины (таблица 5.2), м;

β - коэффициент использования конструктивной ширины захвата, $\beta = 0,95$.

$$B_p = 5 \text{ м} \times 0,95 = 4,75 \text{ м}.$$

2. Определить рабочую скорость движения кормоуборочного комбайна:

$$V_{раб} = \frac{36q K_{п}}{B_p H} \quad (5.2)$$

где V_p - рабочая скорость движения кормоуборочного комбайна, км/ч;

q - пропускная способность кормоуборочного комбайна, кг/с (таблица 5.2);

$K_{п}$ - коэффициент уменьшения пропускной способности; $K_{п} = 1,0$;

B_p - рабочая ширина захвата машины, м;

H - урожайность убираемой сельхозкультуры, т/га (таблица 5.3);

$$V_{\text{раб}} = \frac{36 \times 15,0 \times 1,0}{4,75 \times 4,0} = \frac{540}{19} = 28,4 \text{ км/ч}$$

Таблица 5.1 - Исходные данные для расчета

Первая цифра варианта	Марка транспортного средства	Номинальная грузоподъемность Q_n , т	Объем кузова, m^3	вторая цифра варианта	Марки машин, входящих в уборочный агрегат	Число уборочных агрегатов $N_{уб}$	Расстояние перевозки L , км	Коэффициент использования времени смены, τ
0	ГАЗ-	4,0	5,5	1	Полесье-800	4	30	0,7
1	ЗИЛ 130	5,0	6,0	2	РСМ – 100 «ДОН-	4	25	0,75
2	КАМАЗ 43255	6,0	6,0	3	КСК- 100А	4	20	0,8
3	КАМАЗ 65115	10,0	10,0	4	КПИ – 2,4	3	15	0,85
				5	Енисей - 324	5	10	0,7
				6	Полесье-800	4	5	0,6
				7	РСМ – 100 «ДОН-	2	15	0,65
				8	КСК- 100А	3		0,7
				9	КПИ – 2,4	2	20	0,75
				0	Енисей - 324	5	25	0,8

Расчетное значение скорости v_p необходимо сравнить с ее предельным значением $V_{p \text{ max}}$ (таблица 5.2) и выбрать из них меньшее.

Принимаем $V_{\text{раб}} = 10,0 \text{ км/ч}$.

3. Определить производительность кормоуборочного комбайна за один час времени смены:

$$W_{уб} = 0,1 \times B_p \times V_p \times \tau \times H \quad (5.3)$$

где $W_{уб}$ - производительность кормоуборочного комбайна, т/ч;

τ - коэффициент использования времени смены (таблица 5.1);

H - урожайность сельскохозяйственной культуры, т/га (таблица 5.1).

$$W_{y\bar{b}} = 0,1 \times 4,75 \times 10,0 \times 0,6 \times 4,0 = 11,4 \text{ т/ч}$$

4. Определить время заполнения кузова транспортного средства:

$$t_k = \frac{60 \times v_k \times \rho_{mat} \times \lambda}{W_{y\bar{b}}} \quad (5.4)$$

где t_k - время заполнения кузова транспортного средства, мин;

$v_{\bar{b}}$ – объем кузова транспортного средства, м³ (**таблица 5.1**);

ρ_{mat} - плотность материала, т/м³; $\rho_{mat} = 0,78 \text{ т/м}^3$;

$W_{y\bar{b}}$ - производительность кормоуборочного комбайна, т/ч;

λ - коэффициент использования объема кузова транспортного средства,

$\lambda = 0,9$.

$$t_k = \frac{60 \times 5,5 \times 0,78 \times 0,9}{11,4} = 20,3 \text{ мин}$$

5. Определить время движения транспортного средства

$$t_{\text{дв}} = 60 \frac{2l_{\text{пер}}}{V_{\text{техн}}} \quad (5.5)$$

где $t_{\text{дв}}$ - время движения транспортного средства, мин;

$l_{\text{пер}}$ - расстояние перевозки продукции, км (**таблица 5.1**);

$V_{\text{техн}}$ - средняя техническая скорость движения транспортного средства,

$V_{\text{техн}} = 25 \text{ км/ч}$.

$$t_{\text{дв}} = 60 \frac{2 \times 25}{25} = 120 \text{ мин}$$

6. Определить время цикла транспортного средства:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{зан}} + t_{\text{дв}} + t_{\text{разгр}} + t_{\text{пр}} \quad (5.6)$$

где $t_{\text{ц}}$ - время цикла транспортного средства, мин;

$t_{\text{зан}}$ - время заполнения транспортного средства, мин (см. п. 4);

$t_{\text{дв}}$ - время движения транспортного средства, мин (см. п. 5);

$t_{\text{разгр}}$ - время разгрузки транспортного средства, мин,; $t_{\text{разгр}} =$

3...6 мин;

t_{np} - время простоев транспортного средства при взвешивании, оформлении документов и т.п., $t_{np} = 4... 5$ мин.

$$t_u = 20,3 + 120,0 + 5,0 + 4,0 = 149,3 \text{ мин}$$

1. Определить необходимое число транспортных средств для обслуживания уборочных агрегатов:

$$M_T = \frac{t_u N_{уб}}{t_k + t_3} \quad (5.7)$$

где M_T - число транспортных средств;

t_u - время цикла транспортного средства, мин; (см. п. 5);

$N_{уб}$ - число уборочных агрегатов (таблица 7.1);

t_k - время заполнения транспортного средства, мин (см. п. 4);

t_3 - время замены транспортного средства, мин $t_3 = 1$ мин.

$$M_T = \frac{149,3 \times 4}{20,3 + 1,0} = \frac{597,2}{21,3} = 28,04 \text{ шт}$$

Полученное значение M_m необходимо округлить до целого числа в сторону увеличения.

Принимаем $M_T = 29$ автомобилей.

2. Определить действительное время цикла транспортного средства:

$$t_u^i = \frac{M_T^i t_k}{N_{уб}} \quad (5.8)$$

где t_u^i - действительное время цикла транспортного средства, мин;

$N_{уб}$ - число уборочных агрегатов;

M_T^i - уточненное (после округления) число транспортных средств.

$$t_u^i = \frac{29 \times 20,3}{4,0} = 147,2 \text{ мин}$$

3. Определить среднее время простоя транспортного средства в ожидании погрузки:

$$t_{np} = t'_y - t_y \quad (5.9)$$

где t'_{np} - среднее время простоя транспортного средства, мин.

$$t'_{np} = 147,2 - 149,3 = -2,1 \text{ мин}$$

4. По результатам расчетов построить в масштабе на миллиметровой бумаге график согласования работы уборочно-транспортного звена

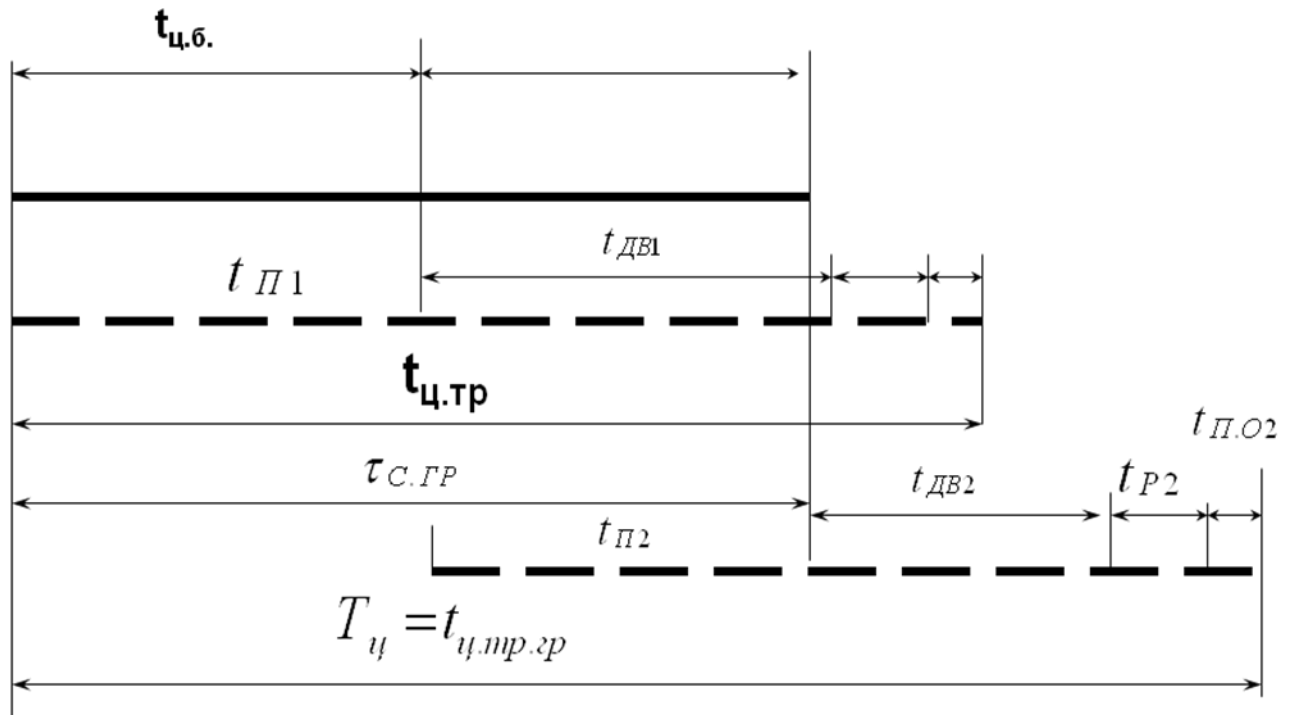


Рисунок 5.1 – Пример графика согласования работы уборочно-транспортного звена

Таблица 5.2 Технические характеристики уборочных машин

Марка ком- байна	Пропускная спо- собность, кг/сек		Вмести- мость	Ширина захвата, м	Макси- мальная
	На	На вбонке			

	уборке травы	кукурузы	бункера, м	На убор- ке травы	На убор- ке куку- рузы	рабочая скорость, км/ч
Полесье-800	75	130	-	5,0	4,5	10
РСМ – 100 «ДОН-680»	15	30	-	5	4,0	10
КСК- 100А	4,2	2,4	-	4,2	3,4	15
КПИ – 2,4	6,2	8,5		2,4	1,8	20
Енисей - 324	15	30	-	5,2	4,2	12

Таблица 5.3. Урожайность сельскохозяйственной культуры

№ варианта	Наименование сельскохозяйственной культуры	Урожайность <i>H</i> , т/га
1	Трава	0,5
2	Трава	1,0

3	Трава	1,5
4	Трава	2,0
5	Трава	2,5
6	Трава	3,0
7	Трава	3,5
8	Трава	4,0
9	Трава	4,5
10	Трава	5,0
11	Трава	6,0
12	Трава	6,5
13	Трава	7,0
14	Трава	7,5
15	Кукуруза на силос	20
16	Кукуруза на силос	22
17	Кукуруза на силос	24
18	Кукуруза на силос	26
19	Кукуруза на силос	28
20	Кукуруза на силос	30
21	Кукуруза на силос	32
22	Кукуруза на силос	34
23	Кукуруза на силос	36
24	Кукуруза на силос	38
25	Кукуруза на силос	40
26	Кукуруза на силос	42
27	Кукуруза на силос	44
28	Кукуруза на силос	46



Рисунок 5.2 - Кормоуборочный комбайн «Полесье – 800» (Беларусь)



Рисунок 5.3 - Кормоуборочный комбайн «Дон – 680» (РФ, «Ростсельмаш»)



Рисунок 5.4 - Кормоуборочный комбайн «Енисей -324» (РФ)

ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

5. Цель расчета количества транспортных средств при обслуживании уборочных работ.
6. Принцип расчета потребного количества транспортных средств при поточной технологии уборочных работ.
7. Формула расчета необходимого количества транспортных средств.
8. Формула расчета часовой производительности уборочного комбайна (га/час, т/час).
9. Время полного оборота (цикла) транспортного средства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. В.С. Курасов, О.Н. Дидманидзе, Е.И. Трубилин, С.М. Сидоренко, Е.И. Винецкий. Автотранспортные перевозки/ Учебное пособие для сельскохозяйственных вузов/Краснодар: Кубанский ГАУ, 2010. – 223с.: ил.
2. Маслов Г.Г., Припоров Е.В., Палапин А.В. Разработка операционных технологий выполнения сельскохозяйственных механизированных работ (методические рекомендации) – КГАУ. – Краснодар, 2008.