

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АГРОБИЗНЕСЕ
ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ И ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Самусенко В.И., В.М. Кузюр

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СРОКОВ НАЧАЛА И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПОЛЕВЫХ РАБОТ

Методические указания для выполнения
практической работы №10
по дисциплине: «Эксплуатация машинно-тракторного парка»
студентам инженерно-технологического института
по направлению подготовки
35.03.06 «Агроинженерия»

Брянск 2021

УДК 633:631.3 (076)

ББК 42.1

С 17

Самусенко, В. И. Определение оптимальных сроков начала и продолжительности полевых работ: методические указания для выполнения практической работы № 10 по дисциплине «Эксплуатация машинно-тракторного парка» студентам инженерно-технологического института по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» / В. И. Самусенко, В. М. Кузюр. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. - 23 с.

Методические указания предназначены для приобретения навыков поиска и нахождения оптимальных решений в организации технологических процессов. Для студентов инженерно-технологического института.

Рецензент: к.т.н., доцент Будко С.И.

Рекомендовано к изданию решением методической комиссией инженерно-технологического института, протокол № 5 от 26 февраля 2021 года.

© Брянский ГАУ, 2021
© Самусенко В.И., 2021
© Кузюр В.М., 2021

Содержание

	стр.
ЦЕЛЬ РАБОТЫ	4
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	4
ОБЩАЯ ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАЧИ.....	6
СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ	13
ПРИМЕР РАСЧЕТА.....	16
ОТЧЕТ	20
ЛИТЕРАТУРА.....	22

Цель задания – освоение методики и приобретение навыков в нахождении оптимальных решений организации единичных технологических процессов.

Интенсивные технологии обязывают исполнителей применять методы, позволяющие наиболее полно использовать возможности имеющейся техники, оптимизировать сроки выполнения работ и состав технических средств, при выполнении работ в конкретных условиях хозяйства обеспечивать минимум потерь урожая.

Основные положения

В условиях хозяйства объемы работ по каждому технологическому процессу большие и их выполнение в наиболее благоприятный момент (**НБМ**) практически невозможно. При поиске оптимальных решений стратегия базируется на теории оптимального риска, который ведет к ошибкам: либо к недобору урожая вследствие удлинения сроков проведения работ, либо к большим затратам в случае привлечения к выполнению технологического процесса более мощных технических средств и проведения работ в кратчайшие сроки. Ошибки необходимо свести к минимуму путем нахождения минимума средних потерь урожая и определения на этой основе параметров технических средств, для выполнения данного технологического процесса.

В общем случае интенсивность потерь урожайности (**К**) различна при выполнении технологического процесса с опережением или запаздыванием по отношению к наиболее благоприятному моменту.

Значение величины **К** для любого момента времени t равно абсолютной величине первой производной функции изменения урожайности во времени $U = f(t)$. Для удобства расчетов выразим **К** в относительных единицах, т. е. в долях урожая 1/сут, приняв U_{\max} за единицу. Полагаем, что потери урожая пропорциональны времени. Например, при преждевременной уборке зерновых коэффициент K_1 можно определить по формуле

$$K_1 = (Q - Q_1)/(Qt_0 - t_1), \quad (10.1)$$

где Q – абсолютный вес зерна в момент полной спелости хлебов;
 Q_1 – абсолютный вес зерна за t_1 дней до наступления НБМ.

Значение K_2 при запаздывании со сроками уборки учитывает уменьшение урожая за счет осыпания зерна при механическом воздействии рабочих органов комбайна и может быть определено по формуле

$$K_2 = (\Delta U - \Delta U_1)U_{\max}(t_2 - t_0), \quad (10.2)$$

где ΔU – потери урожая при уборке в НБМ;

ΔU_1 – потери при уборке через t_2 дней после НБМ.

Ориентировочные значения интенсивности потерь урожая для различных технологических процессов и сельскохозяйственных культур приведены в таблице 10.1.

Таблица 10.1

Влияние несвоевременного выполнения технологических процессов на величину потерь урожая

Технологический процесс	Культура, сорт	Интенсивность потерь, 1/сут	
		K_1	K_2
Посев	Озимая пшеница	0,0062	0,0062
	Ячмень	0,0098	0,0052
	Яровая пшеница	0,008	0,0052
	Подсолнечник	0,012	0,014
Уборка (в числителе – прямое комбайнирование, в знаменателе – на подборе)	Озимая пшеница	0,019/0,015	0,015/0,012
	Яровая пшеница	0,016/0,013	0,013/0,010
	Ячмень	0,012/0,010	0,023/0,018
	Картофель	0,0146	0,0035
	Сахарная свекла	0,013	0,003
	Люпин	0,0110	—
	Кукуруза на силос	0,028	0,0095

В числителе указана интенсивность потерь при прямом комбайнировании, в знаменателе – при отдельной уборке.

Наличие разницы в почвенно-климатических условиях отдельных участков обуславливает не мгновенное наступление НБМ для выполнения технологического процесса на полях хозяйства. Для упрощения расчетов темп наступления НБМ (P) аппроксимируем прямой линией, пропорциональной площади (F), на которой необходимо выполнить технологический процесс, и обратно пропорциональной разнице времени позднего (t_2) и раннего (t_1) наступления НБМ:

$$P = \frac{F}{t_2 - t_1}. \quad (10.3)$$

Суточная производительность агрегатов определяется по формуле

$$W_{\text{сут.}} = W_{\text{ч.}} n T_{\text{сут.}}, \quad (10.4)$$

где $W_{\text{ч.}}$ – часовая производительность агрегатов, га/ч;

n – количество агрегатов;

$T_{\text{сут.}}$ – число часов работы агрегатов в сутки, ч.

Сравнивая P и W_c , можно видеть, что только при $P = W_c$ потери урожая будут минимальны, при $W_c < P$ или $W_c > P$ потери неизбежно растут. В связи с этим задачами оптимизации технологического процесса будут:

- по минимуму потерь урожая определить сроки начала и продолжительность выполнения технологического процесса при известном количестве технических средств;
- по допустимым потерям урожая определить количество технических средств для выполнения технологического процесса.

С точки зрения унификации решения задач технологические процессы подразделяют: на простые, сложные и комбинированные.

Простыми называют такие, при выполнении которых обрабатываемая среда переходит из своего исходного состояния в конечное при однократном воздействии на нее рабочих органов машин. Например, вспашка, посев, уборка прямым комбайнированием.

К сложным технологическим процессам относятся такие, при выполнении которых рабочие органы сельскохозяйственных машин воздействуют на обрабатываемую среду два и более раза через определенные интервалы времени (заготовка грубых кормов, раздельная уборка зерновых и др.).

Комбинированные технологические процессы представляют сочетание простого и сложного процессов, когда часть работ выполняется при однократном воздействии рабочих органов, а часть – с помощью многократного воздействия.

Общая формулировка задачи

В хозяйстве необходимо выполнить технологический процесс при возделывании или уборке i -й культуры на площади F (га). Темп наступления наиболее благоприятного момента для данного процесса на полях хозяйства равен P (га/сут). Интенсивность потерь урожая до наступления НБМ и после него соответственно равна K_1 и K_2 (1/сут). Урожайность данной культуры при уборке ее в НБМ равна U (т/га) и одинакова для всех полей.

Определить начало и продолжительность выполнения данного технологического процесса, обеспечив минимум потерь урожая, если известно, что в хозяйстве имеются n агрегатов, часовая производительность каждого из них W_a (га/ч), длительность смены T_c (ч).

Схема простого производственного процесса представлена на рисунке 10.1.

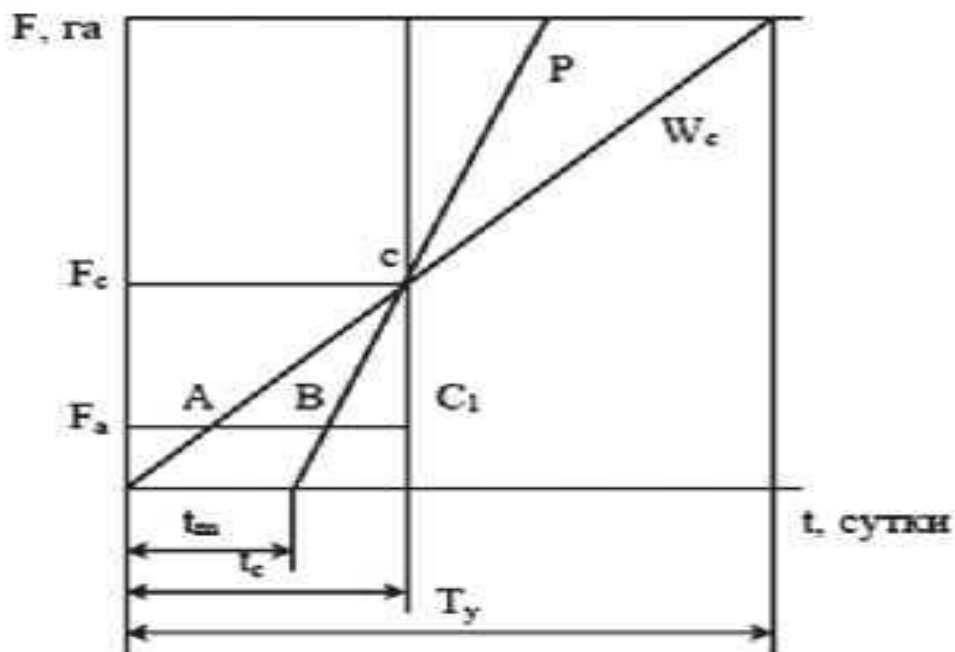


Рис. 10.1
Схема организации простого
технологического процесса

Начало выполнения работ ориентируем относительно раннего срока наступления НБМ (точка **М** на оси времени).

Потери урожая dQ_1 с элементарной площади dF из-за преждевременного выполнения процесса составят

$$dQ_1 = U_{\max} K_1 (F_c - F_a) \left(\frac{1}{W_c} - \frac{1}{P} \right) dF. \quad (10.5)$$

Общие потери урожая с площади F_c , на которой выполнен технологический процесс до наступления НБМ, получим после интегрирования (10.5) в пределах от нуля до F_c .

$$Q_1 = 0,5 U_{\max} K_1 \left(\frac{1}{W_c} - \frac{1}{P} \right) F_c^2. \quad (10.6)$$

Потери урожая на оставшейся площади $F - F_c$ после наступления НБМ определим из выражения

$$Q_2 = 0,5U_{\max} K_2 \left(\frac{1}{W_c} - \frac{1}{P} \right) (F - F_c)^2. \quad (10.7)$$

Общие потери при выполнении технологического процесса со всей площади будут

$$Q = Q_1 + Q_2. \quad (10.8)$$

Величина потерь зависит от площади F_c , которая изменяется в зависимости от срока начала выполнения работы t_m

$$F_c = \frac{PW_c t_m}{P - W_c}. \quad (10.9)$$

Для определения t_m соответствующего минимально возможным потерям урожая из-за несвоевременного выполнения технологического процесса, необходимо взять первую производную из уравнения потерь по t_m . Приравняв ее нулю – $dQ/dt_m=0$, после преобразований получим

$$t_m = \frac{K_2(P - W_c)F}{PW_c(K_1 + K_2)}. \quad (10.10)$$

Площадь, на которой должен быть выполнен технологический процесс до наступления НБМ, равна

$$F_c = FK_2/(K_1 + K_2). \quad (10.11)$$

Общее время выполнения технологического процесса:

$$T_y = F/W_c. \quad (10.12)$$

Для случая, когда начало выполнения производственного процесса совпадает с ранним сроком наступления НБМ, потери урожая составят

$$Q = 0,5U_{\max} K_2 \left(\frac{1}{W_c} - \frac{1}{P} \right) F^2. \quad (10.13)$$

При оптимальной организации простого процесса потери урожая будут

$$Q = \frac{U_{\max} K_2 F^2}{2} \left(\frac{1}{W_e} - \frac{1}{P} \right) C; \quad (10.14)$$

$$C = \left(1 + \frac{K_1 K_2}{(K_1 + K_2)^2} - \frac{2K_2}{K_1 + K_2} + \frac{K_2^2}{(K_1 + K_2)^2} \right).$$

Количество технических средств для обеспечения уборки урожая с допустимыми потерями [Q]:

$$n = \frac{P \cdot K_2 F C}{W_{\text{ч}} T_{\text{с}} (2[Q]P + K_2 F C)}. \quad (10.15)$$

При расчете оптимальной организации сложного технологического процесса (рис. 10.2) отдельная уборка зерновых, заготовка грубых кормов и другие виды работ прежде всего определяют темп наступления НБМ для подбора валков (P_1):

$$P_1 = \frac{m P W_{\text{ос}}}{m P - e(P - W_{\text{ос}})}, \quad (10.16)$$

где P – темп наступления готовности полей к уборке прямым комбайнированием, га/сут;

$W_{\text{ос}}$ – суточная производительность жаток, га/сут;

m – количество суток от начала скашивания до полного созревания на корню;

e – срок дозревания первоначально скошенной массы в валках, сут.

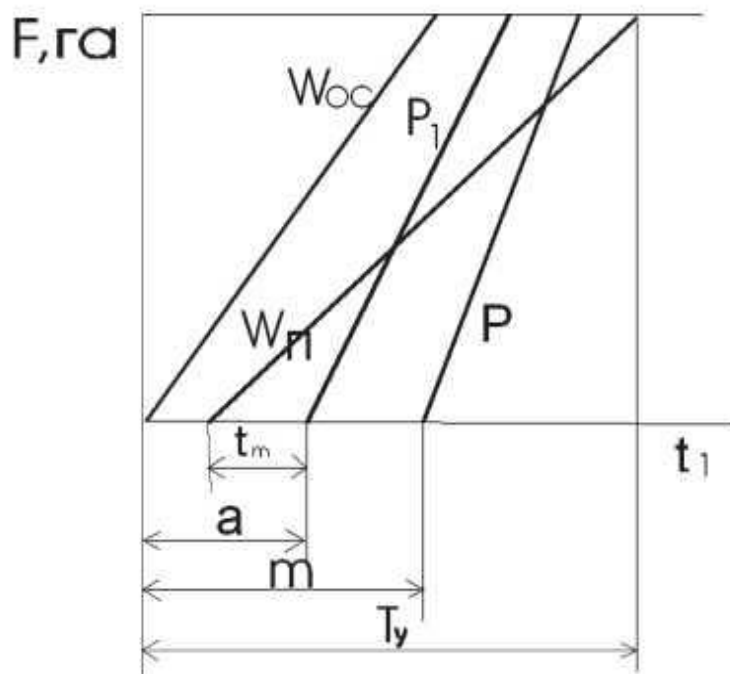


Рис. 10.2Схема организации работ при выполнении сложного технологического процесса

Дальнейшие расчеты выполняются по зависимостям, приведенным для простого производственного процесса. Следует учитывать, что интенсивность потерь урожая до наступления готовности валков к подбору K_{01} и после нее K_{02} по численной величине с K_1 и K_2 может не совпадать.

При расчете комбинированного процесса может иметь место последовательная и параллельная комбинация во времени и простого, и сложного производственных процессов.

Наиболее вероятная схема организации комбинированного процесса с последовательной комбинацией процессов представлена на рисунке 10.3.

Потери урожая при раздельной уборке определяем по формуле

$$Q = 0,5U_{\max} K_{02} \left(\frac{1}{W_{\Pi}} - \frac{1}{P_1} \right) F_2^2, \quad (10.17)$$

где K_{02} – интенсивность потерь урожая после наступления готовности валков к уборке, 1/сут;

W_{Π} – суточная производительность комбайнов при подборе валков, га/сут;

P_1 – темп наступления готовности валков к подбору, га/сут;

F_2 – площадь, которую необходимо выделить для раздельной уборки.

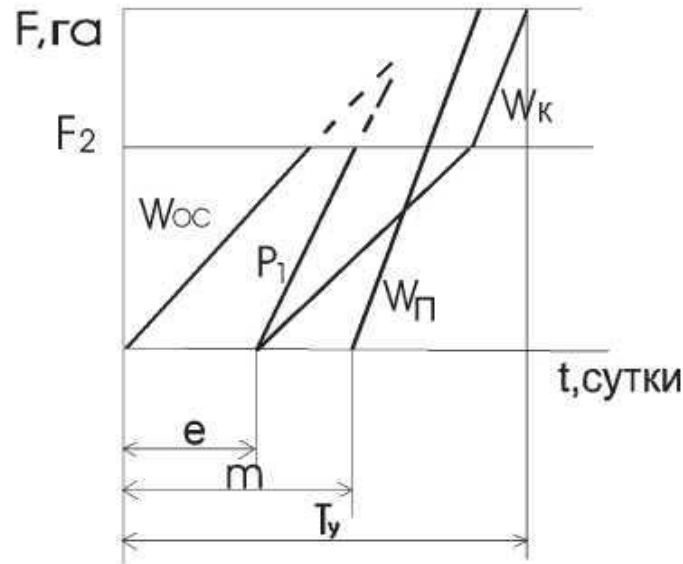


Рис. 10.3 Схема организации работ с последовательной комбинацией технологических процессов

Потери урожая с площади $F - F_2$, убираемой по схеме простого производственного процесса (прямое комбайнирование), составят

$$Q = \frac{U_{\max}}{2} K_2 (F - F_2) \times \left\{ F \left(\frac{1}{W_K} - \frac{1}{P} \right) + F_2 \left[\left[\frac{1}{W_K} - \frac{1}{P} \right] + 2 \left(\frac{1}{W_K} - \frac{1}{W_{\Pi}} \right) \right] - 2(m - e) \right\}, \quad (10.18)$$

Определив общие потери $Q = Q_1 + Q_2$, продифференцируем их по F_2 и, приравняв производную нулю, определим F_2 :

$$F_2 = \frac{\left(\frac{1}{W_K} - \frac{1}{W_{\Pi}} \right) F - (m - e)}{\frac{K_{02}}{K_2} \left(\frac{1}{W_{\Pi}} - \frac{1}{P_1} \right) + 2 \left(\frac{1}{W_K} - \frac{1}{W_{\Pi}} \right) - \left(\frac{1}{W_K} - \frac{1}{P} \right)}, \quad (10.19)$$

где W_K – суточная производительность комбайнов на прямом комбайнировании, га/сут.

Общая продолжительность уборки равна

$$T_y = e + \frac{F_2}{W_{\Pi}} + \frac{F - F_2}{W_{\kappa}}. \quad (10.20)$$

При организации уборки может иметь место не только последовательное, но и параллельное выполнение производственных процессов. Наиболее простой случай, когда подбор валков и прямое комбайнирование начинаются в момент готовности хлебов к уборке (рис. 10.4).

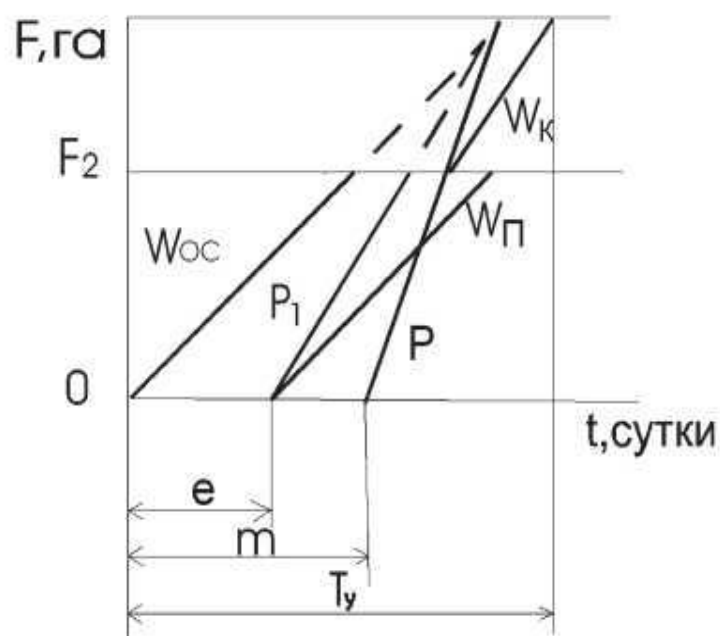


Рис. 10.4 Схема организации работ с параллельной комбинацией простого и сложного технологических процессов

Потери урожая при организации работ по схеме на рисунке 10.4 определим на двух участках. Потери урожая на площади F_2 , выделенной для раздельной уборки, равны

$$Q_1 = \frac{U_{\max}}{2} K_{02} \left(\frac{1}{W_{\Pi}} - \frac{1}{P_1} \right) F_2^2, \quad (10.21)$$

где K_{02} — интенсивность потерь урожая при подборе валков после их созревания, 1/сут; W_{Π} — суточная производительность комбайнов, выделенных для подбора валков при раздельной уборке, га/сут; P_1 — темп созревания валков, который определяют по формуле (10.16).

Потери урожая на площади $F - F_2$, выделенной для прямого комбайниро-

вания, которое начнется в момент полного созревания хлебов, будут равны

$$Q_2 = \frac{U_{\max}}{2} K_2 \left(\frac{1}{W_{\kappa}} - \frac{1}{P} \right) (F - F_2)^2, \quad (10.22)$$

где W_{κ} – суточная производительность комбайнов, выделенных для прямого комбайнирования, га/сут;

K_2 – интенсивность потерь урожая при прямом комбайнировании после наступления НБМ, 1/сут;

P – темп наступления полной спелости хлебов, га/сут.

Суммарные потери при этом будут $Q = Q_1 + Q_2$.

Площадь, которую необходимо выделить для отдельной уборки, определим после дифференцирования: dQ/dF_2 .

Приравняв первую производную нулю, после преобразований получим

$$F_2 = \frac{K_2 \left(\frac{1}{W_{\kappa}} - \frac{1}{P} \right) F}{K_{02} \left(\frac{1}{W_{\kappa}} - \frac{1}{P_1} \right) + K_2 \left(\frac{1}{W_{\kappa}} - \frac{1}{P} \right)}. \quad (10.23)$$

Общая продолжительность уборки будет равна

$$T_y = m + \frac{F_2}{P} + \frac{F - F_2}{W_{\kappa}}. \quad (10.24)$$

Варьируя количество технических средств по вышеприведенным зависимостям, можно получить изменение потерь урожая в зависимости от состава и структуры машинно-тракторного парка, используемого на выполнении данного технологического процесса.

Содержание задания

В хозяйстве возделывают i -ю культуру по интенсивной технологии на площади F (га). Планируемая урожайность U (т/га). В хозяйстве имеется жаток $n_{\text{ж}}$, комбайнов n_{κ} . Длительность рабочего дня в период уборки установлена 10 ч. Часовая производительность жатки $W_{\text{оч}}$, комбайна на подборе валков $W_{\text{п}}$, на прямом W_{κ} комбайнировании. Интенсивность потерь урожая на прямом ком-

байнировании и на подборе валков для культуры приведена в таблице 10.1. Темп созревания хлебов на корню – P (га/сут). Первоначально скошенные хлеба в валках созревают за e дней. Жатву при раздельной уборке начинают в восковой спелости за m дней до полной спелости хлебов.

По исходным данным вашего варианта, принятым из таблиц 10.2 и 10.3, определите:

1) потери урожая, начало выполнения работ и сроки их проведения, если вся площадь будет убрана прямым комбайнированием;

2) потери урожая, длительность скашивания и подбора, если вся площадь будет убрана раздельным способом;

3) площадь, которую необходимо выделить для раздельной уборки, потери урожая и сроки выполнения работ, если уборка будет организована последовательно раздельным способом и прямым комбайнированием (при условии, что все комбайны будут работать вначале на подборе валков, а затем на прямом комбайнировании);

4) площадь, которую необходимо выделить для раздельной уборки, потери урожая и сроки выполнения работ, если уборка будет организована параллельно раздельным способом и прямым комбайнированием (при условии, что половина комбайнов будет занята на раздельной уборке, а половина — на прямом комбайнировании);

Таблица 10.2

Варианты задания

№ варианта	Культура	Площадь поля, га	Урожайность, т/га	Темп созревания, га/сут	Наличие техники в хозяйстве			Продолжительность созревания от восковой до полной спелости	
					ЖВН-6А	СК-5	СК-6	на корню	в валках
1	Яровые зерновые	3000	3,4	1000	5	12	—	7	3
2		4000	3,7	1200	6	—	15	8	4
3		5000	4,0	1400	7	12	—	7	3
4		3000	4,5	1200	5	—	12	8	4
5		4000	5,0	1400	6	16	—	7	4
6	Озимые зерновые	4000	4,5	1000	8	—	15	7	3
7		3000	4,0	1200	6	12	—	8	4
8		5000	4,2	1400	8	—	15	7	3
9		3000	4,6	1200	6	12	—	8	4
10		5000	5,0	1400	8	—	16	7	4
11	Ячмень	3000	3,4	1000	5	12	—	7	3
12		4000	3,6	1200	6	—	15	8	4
13		5000	4,0	1400	7	12	—	7	3
14		3000	4,0	1200	5	—	12	8	4
15		4000	4,0	1400	6	16	—	7	4

5) для стратегии уборки, обеспечивающей минимум потерь урожая, определите количество комбайнов, при работе которых потери не превысят $[Q]\%$.

Таблица 10.3

Показатели использования техники на уборке

Виды работ	Урожайность, всего зерна, т/га	Состав агрегата	Производи- тельность, га/ч
Яровые зерновые, урожайность зерна 3,4 т/га			
Скашивание в валки	3,4	МТЗ-80 + ЖВС-6	4,00
	6,8	СК-3 + ЖВН-6	4,14
Подбор и обмолот валков с укладкой соломы в копны	3,4	СК-5	1,16
	6,8	СК-6	1,34
Прямое комбайнирование с измельчением соломы	3,4	СК-5	1,09
	6,8	СК-6П	1,016
Прямое комбайнирование с укладкой соломы в валок	3,4	СК-5 + ОПР-165	1,07
	6,8	СК-6П	1,14
Яровые зерновые, урожайность 3,7 т/га			
Скашивание в валки	3,7	МТЗ-80 + ЖВС-6	3,50
	7,6	СК-5 + ЖВН-6	3,60
Подбор и обмолот валков с измельчением	3,7	СК-5 + ПУН-5 + 2ПТС-4-887Б	1,04
	7,6	СК-6	1,34
Прямое комбайнирование с измельчением соломы	3,7	СК-5	1,01
	7,6	СК-6П	1,10
Озимые зерновые, урожайность 4,0 т/га			
Скашивание в валки	4,0	МТЗ-80 + ЖВС-6	3,40
	10,0	СК-5 + ЖВН-6	3,34
		СК-5 + ЖСК-4А	2,00
Подбор и обмолот валков с укладкой соломы в копны	4,0	СК-5 + ППТ-3А	0,91
	10,0		
Прямое комбайнирование с измельче- нием и сбором соломы в транспортные средства	4,0	СК-5 + ПУН-5 + 2ПТС-4-887Б	0,83
	10,0		1,01
Прямое комбайнирование со сбором соломы в копны	4,0	СК-5	0,86
	10,0	СК-6	1,07
Озимые зерновые, урожайность 5,0 т/га			
Скашивание в валки	5,0	МТЗ-80 + ЖВС-6	3,0
	11,0	СК-5 + ЖВН-6	2,9
Подбор валков с измельчением	5,0	СК-5 + ПУН-5 + 2ПТС-4-887Б	0,80
	11,0	СК-6	0,93
Прямое комбайнирование с измельчением	5,0	СК-5 + ПУН-5 + 2ПТС-4-887Б	0,79
	11,0		0,86
Ячмень, урожайность 3,5 т/га			
Скашивание в валки	3,5	МТЗ-80 + ЖВС-6	3,5
	5,5	СК-5 + ЖВС-6	3,5
Подбор и обмолот валков с измельчени- ем соломы и сбором в тележку	3,5	СК-5 + ПУН-5 + 2ПТС-4-887Б	1,16
		СК-5	1,34
Прямое комбайнирование с укладкой соломы в валок	3,5	СК-5	1,09
	5,5	СК-6	11,6
Ячмень, урожайность 4,0 т/га			
Скашивание в валки	4,0	МТЗ-80 + ЖВС-6	4,0
	7,0	СК-5 + ЖВН-6	
Подбор и обмолот валков	4,0	СК-6	1,23
	7,0	СК-5	1,04
Прямое комбайнирование с измельчени- ем соломы	4,0	СК-5 + ПУН-5	1,34
	7,0	СК-6	1,45

Пример расчета

1. Исходные данные в соответствии с условными обозначениями, принятыми в методическом указании, выписываем для своего варианта в таблицы 10.4, 10.5.

Таблица 10.4

Параметры процесса

Культура	F, га	P, га/сут	U, т/га	n _ж	n _к	m	e	W _{ос.} , га/ч	W _{п.} , га/ч	W _{к.} , га/ч
Озимая пшеница	4200	1500	4,5	6	24	8	5	3,30	0,90	0,83

Таблица 10.5

Интенсивность потерь урожая

Интенсивность потерь урожая			
на подборе валков		на прямом комбайнировании	
K ₀₁	K ₀₂	K ₁	K ₂
0,015	0,012	0,019	0,015

2. Определяем суточную производительность (по формуле (10.4)):

а) жаток

$$W_{ос} = 3,30 \cdot 6 \cdot 10 = 198 \text{ га / сут.};$$

б) комбайнов на подборе валков

$$W_{п} = 0,90 \cdot 24 \cdot 10 = 216 \text{ га/сут};$$

в) комбайнов на прямом комбайнировании

$$W_{к} = 0,83 \cdot 24 \cdot 10 = 199 \text{ га/сут.}$$

3. Определяем темп наступления готовности валков к подбору по формуле (10.16):

$$P_1 = \frac{8 \cdot 1500 \cdot 198}{8 \cdot 1500 - 5 \cdot (1500 - 198)} = 433 \text{ га/сут.}$$

4. Потери урожая при уборке всей площади прямым комбайнированием в случае начала выполнения работ в момент полного созревания хлебов определяем из выражения (10.13):

$$Q = \frac{4,5}{2} \cdot 0,015 \cdot \left(\frac{1}{199} - \frac{1}{1500} \right) \cdot 4200^2 = 2595 \text{ т.}$$

5. Потери урожая при уборке всей площади прямым комбайнированием при оптимальной организации процесса определим по формуле (10.14):

$$Q = \frac{4,5}{2} \cdot 0,015 \cdot 4200^2 \cdot \left(\frac{1}{199} - \frac{1}{1500} \right) \times \\ \times \left[1 + \frac{0,019 \cdot 0,015}{(0,019 + 0,015)^2} - \frac{2 \cdot 0,015}{0,019 \cdot 0,015} + \frac{0,015^2}{(0,019 + 0,015)^2} \right] = \\ = 1450 \text{ т.}$$

6. Количество суток до полной спелости хлебов, когда необходимо начать прямое комбайнирование, чтобы обеспечить минимум потерь урожая, будет по формуле (10.10):

$$t_m = \frac{0,015 \cdot (1500 - 199) \cdot 4200}{(0,019 + 0,015) \cdot 1500 \cdot 199} = 8,07 \text{ сут.}$$

7. Общее время уборки согласно (10.12) будет равно

$$T_y = 4200/199 = 21 \text{ сут.}$$

8. Потери урожая при раздельной уборке зерновых, если подбор начинают в момент полного созревания валков, определим по формуле (10.13):

$$Q = \frac{4,5}{2} \cdot 0,012 \cdot 4200^2 \cdot \left(\frac{1}{216} - \frac{1}{433} \right) = 1105 \text{ т.}$$

9. Определяем длительность скашивания

$$T_{\text{ск}} = \frac{F}{W_c} = \frac{4200}{198} = 21 \text{ сут.}$$

10. Продолжительность подбора валков равна

$$T_{\text{п}} = \frac{4200}{216} = 19,4 \text{ сут.}$$

11. Площадь, которую необходимо выделить для раздельной уборки при последовательной организации процесса, определяем по формуле (10.19):

$$F_2 = \frac{\left(\frac{1}{199} - \frac{1}{216}\right) \cdot 4200 - (8 - 5)}{\frac{0,012}{0,015} \cdot \left(\frac{1}{216} - \frac{1}{433}\right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{199} - \frac{1}{216}\right) - \left(\frac{1}{199} - \frac{1}{1500}\right)} = 783 \text{ га.}$$

12. Потери урожая, если уборка будет организована последовательно раздельным и прямым комбайнированием, определяем по формулам (10.17) и (10.18):

$$Q_1 = \frac{4,5}{2} \cdot 0,012 \cdot \left(\frac{1}{216} - \frac{1}{433}\right) \cdot 783^2 = 38,4 \text{ т};$$

$$Q_2 = \frac{4,5}{2} \cdot 0,015 \cdot (4200 - 783) \times$$

$$\times \left(4200 \cdot \left(\frac{1}{199} - \frac{1}{1500}\right) +\right.$$

$$\left. + 783 \cdot \left(\left(\frac{1}{199} - \frac{1}{1500}\right) + 2 \cdot \left(\frac{1}{199} - \frac{1}{216}\right)\right) - 2 \cdot (8 - 5)\right) = 1721,4 \text{ т};$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 38,4 + 1721,4 = 1759,8 \text{ т.}$$

13. Продолжительность уборки при последовательной организации комбинированного процесса определяем по формуле (10.20):

$$T_y = 5 + \frac{783}{216} + \frac{3417}{199} = 25 \text{ сут.}$$

14. Площадь, которую необходимо выделить для раздельной уборки при параллельной организации процесса, определяем из выражения (10.23).

14.1 Суточная производительность комбайнов, занятых на подборе валков, равна согласно (10.4) с учетом $n_K / 2 = 24 / 2 = 12$

$$W_{\Pi} = W_{\text{чп}} \cdot \Pi_K \cdot T_c = 0,90 \cdot 12 \cdot 10 = 108 \text{ га/сут.}$$

14.2 Суточная производительность комбайнов, занятых на прямом комбайнировании, равна

$$W_k = W_{\text{чп}} \Pi_k T_c = 0,83 \cdot 12 \cdot 10 = 100 \text{ га/сут};$$

$$F_2 = \frac{0,015 \cdot \left(\frac{1}{100} - \frac{1}{1500} \right) \cdot 4200}{0,012 \cdot \left(\frac{1}{108} - \frac{1}{433} \right) + 0,015 \cdot \left(\frac{1}{100} - \frac{1}{1500} \right)} = 2632 \text{ га.}$$

15. Потери урожая при параллельной организации уборки с учетом формул (10.21) и (10.22) будут

$$Q = \frac{4,5}{2} \cdot 0,012 \cdot \left(\frac{1}{108} - \frac{1}{433} \right) \cdot 2632^2 +$$

$$+ \frac{4,5}{2} \cdot 0,015 \cdot \left(\frac{1}{100} - \frac{1}{1500} \right) \cdot 1568^2 = 2074 \text{ т.}$$

16. Продолжительность уборки при параллельной организации работ будет согласно формуле (10.24):

$$T_y = m + \frac{F_2}{P} + \frac{F - F_2}{W_k} = 8 + \frac{2632}{1500} + \frac{1568}{100} = 25,5 \text{ сут.}$$

17. Количество комбайнов, необходимых для уборки хлебов прямым комбайнированием при оптимальной организации их работы и обеспечении потерь не более 5%, определим по формуле (10.15):

$$n_k = \frac{1500 \cdot 0,015 \cdot 0,619 \cdot 4200}{0,83 \cdot 10 \cdot (2 \cdot 0,05 \cdot 1500 + 0,015 \cdot 0,619 \cdot 4200)} = 37.$$

18. Количество комбайнов, которые обеспечат уборку зерновых с потерями не более 5% отдельным способом при начале подбора валков в момент их полного созревания, определим из выражения (10.15) при $C = 1$:

$$n_k = \frac{433 \cdot 0,012 \cdot 4200}{0,90 \cdot 10 \cdot (2 \cdot 0,05 \cdot 433 + 0,012 \cdot 4200)} = 26.$$

Аналогично можно определять потребность в технике для любой стратегии организации уборки.

Отчет

Результаты расчетов систематизировать и представить в виде таблицы.

Таблица 10.6

№ пункта	Наименование и обозначение показателя или параметра	Результат расчета с указанием размерности
1	Культура	Озимая пшеница
2	Площадь, F	4200 га
3	Урожайность, U	4,5 т/га
4	Темп созревания, P	1500 га/сут
5	Количество жаток, $n_{ж}$	6
6	Количество комбайнов, $n_{к}$	24
7	Продолжительность созревания на корню, m	8 дней
8	Продолжительность созревания в валках, e	5 дней
9	Часовая производительность жаток, W_{oc}	3,3 га/ч
10	Часовая производительность на подборе валков, $W_{п}$	0,9 га/ч
11	Часовая производительность на прямом комбайнировании, $W_{к}$	0,83 га/ч
12	Интенсивность потерь урожая на подборе валков, K_1 K_2	0,015
		0,012
13	Интенсивность потерь урожая на прямом комбайнировании, K_1 K_2	0,019
		0,015
14	Суточная производительность жаток, W_{oc}	198 га/сут
15	Суточная производительность комбайнов на подборе валков, $W_{п}$	216 га/сут
16	Суточная производительность комбайнов на прямом комбайнировании, $W_{к}$	199 га/сут
17	Темп наступления готовности валков к подбору, P_1	433 га/сут
18	Потери урожая при уборке всей площади прямым комбайнированием в момент полного созревания, Q	2595 т
19	Потери урожая при уборке всей площади прямым комбайнированием при оптимальной организации процесса, Q	1450 т
20	Количество суток до полной спелости хлебов, когда необходимо начать прямое комбайнирование, чтобы обеспечить минимум потерь урожая, t_m	8,07 сут
21	Общее время уборки, T_y	21 сут
22	Потери урожая при раздельной уборке зерновых, если подбор начинают в момент полного созревания валков, Q	1105 т
23	Длительность скашивания, $T_{ск}$	21 сут.
24	Продолжительность подбора валков, $T_{п}$	19,4 сут.
25	Площадь, которую необходимо выделить для раздельной уборки при последовательной организации процесса, F_2	783 га
26	Потери урожая, если уборка будет организована раздельным комбайнированием, Q_1	38,4 т

Продолжение таблицы

	Потери урожая, если уборка будет организована прямым комбайнированием, Q_2	1721,4 т
27	Суммарные потери, Q	1759,8 т
28	Продолжительность уборки при последовательной организации комбинированного процесса, T_y	25 сут
29	Суточная производительность комбайнов на подборе валков при параллельной организации процесса, W_{Π}	108 га/сут
30	Суточная производительность на прямом комбайнировании при параллельной организации процесса, W_k	100 га/сут
31	Площадь, которую необходимо выделить для отдельной уборки при параллельной организации процесса, F_2	2632 га
32	Потери урожая при параллельной организации уборки, Q	2074 т
33	Продолжительность уборки при параллельной организации работ, T_y	25,5 сут.
34	Количество комбайнов, необходимых для уборки хлебов прямым комбайнированием при оптимальной организации их работы и обеспечении потерь не более 5%, n_k	37
35	Количество комбайнов, которые обеспечат уборку зерновых с потерями не более 5% отдельным способом при начале подбора валков в момент их полного созревания, n_k	26

Сделать выводы по каждому пункту расчетов.

При выполнении задания на компьютере (исследовательская работа студента) следует получить закономерности изменения определяемых параметров в зависимости от действующих факторов с последующим анализом результатов исследований под руководством преподавателя.

Литература

1. Зангиев А.А., Скороходов А.Н. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка: учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: Лань, 2016. 464 с.
2. Зангиев А.А., Лышко Г.Д., Скороходов А.Н. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. М.: Колос, 1996. 320 с.
3. Зангиев А.А., Шпилько А.В., Левшин А.Г. Эксплуатация машинно-тракторного парка. М.: КолосС, 2003. 320 с.
4. Скороходов А.Н., Левшин А.Г. Выбор оптимальных параметров и режимов работы МТА: практикум. М.: Триада, 2012. Ч. 1. 75 с
5. Организация и технология механизированных работ в растениеводстве / Н.И. Верещагин, А.Г. Левшин, А.Н. Скороходов и др. М.: ИРДО: Издат. центр «Академия», 2003. 414 с.
6. Орманджи К.С. Контроль качества полевых работ: справочник. М.: Росагропромиздат, 1991. 191 с.

Учебное издание

Самусенко Владимир Иванович

Кузюр Василий Михайлович

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СРОКОВ НАЧАЛА И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПОЛЕВЫХ РАБОТ

Методические указания для выполнения
практической работы №10
по дисциплине: «Эксплуатация машинно-тракторного парка»
студентам инженерно-технологического института
по направлению подготовки
35.03.06 «Агроинженерия»

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 22.03.2021 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,33. Тираж 25 экз. Изд. № 6869.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ