

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.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОТОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Методические указания для выполнения
практической работы № 11
по дисциплине: «Эксплуатация машинно-тракторного парка»
студентам инженерно-технологического института
по направлению подготовки
35.03.06 «Агроинженерия»

Брянск 2021

УДК 658.5 (076)
ББК 30.606
С 17

Самусенко, В. И. Оптимизация поточной организации производственных процессов: методические указания для выполнения практической работы № 11 по дисциплине «Эксплуатация машинно-тракторного парка» студентам инженерно-технологического института по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» / В. И. Самусенко. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. - 20 с.

Методические указания предназначены для выполнения практической работы по освоению методики и приобретению навыков определения эффективности и оптимальной структуры комплексов технических средств при поточной организации производственных процессов на основе теории массового обслуживания. Для студентов инженерно-технологического института.

Рецензент: к.т.н., доцент Кузюр В.М.

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

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

Содержание

	стр.
ЦЕЛЬ РАБОТЫ	4
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	4
СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ.....	10
ПРИМЕР РАСЧЕТА	12
ОТЧЕТ	17
ЛИТЕРАТУРА.....	19

Цель задания – освоение методики и приобретение навыков определения эффективности и оптимальной структуры комплексов технических средств при поточной организации производственных процессов на основе теории массового обслуживания.

Основные положения

Освоение методики расчета оптимальной структуры уборочно-транспортных, транспортно-посевных и других комплексов с вероятностной оценкой состояний взаимодействующих подсистем позволяет получить наибольшую эффективность их применения при поточной организации процессов.

Условием непрерывности потока является равенство производительностей по всем звеньям комплексов:

$$n_1 W_1 = n_2 W_2 = \dots = n_i W_i = \dots = n_k W_k, \quad (11.1)$$

где n_i – число однотипных агрегатов в i -м звене;

W_i – часовая производительность агрегата i -го звена.

Основное звено потока определяет темп всего производственного процесса. Значения W_i служат исходными данными при определении числа агрегатов в звеньях потока, если количество машин в основном звене известно. Работа большинства сельскохозяйственных агрегатов циклична. Постоянство производительности определяет постоянство времени каждого цикла, которое, как известно, зависит от многих причин и является величиной случайной. Следовательно, возможны случаи простоя агрегатов в смежных звеньях потока, что ведет к снижению их производительности.

В целях более рационального использования техники необходимо оценивать вероятность простоя агрегатов, их длительность и т. д.

Применение методов теории массового обслуживания позволяет детально

проанализировать явления, происходящие на стыках производственных процессов при поточной их организации.

Два смежных производственных процесса одного потока можно рассматривать как систему обслуживания, при которой агрегаты, выполняющие один процесс, будут **обслуживаемыми**, а агрегаты, выполняющие второй процесс, – **обслуживающими**.

Анализ функционирования системы обслуживания начинают с потока поступающих заявок на обслуживание и возможностей обслуживающего звена системы в удовлетворении этих заявок. Для системы массового обслуживания типичен случайный поток требований, обладающий свойствами стационарности, ординарности и отсутствием последствия.

Потоки, обладающие этими тремя свойствами, называются **простейшими** или «**пуассоновскими**». Для такого потока число требований, попадающих на любой фиксированный интервал времени, будет распределено по закону Пуассона:

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, \quad (11.2)$$

где $P_k(t)$ – вероятность поступления точно k требований за время t ;

t – величина фиксированного интервала времени;

λ – параметр потока (математическое ожидание числа требований, поступивших в единицу времени);

λt – параметр закона Пуассона.

Величину λ определяют по формуле

$$\lambda = \frac{N}{\sum_{i=1}^n t_i}, \quad (11.3)$$

где N – число требований, поступающих от одного агрегата за время

$$T = \sum_{i=1}^n t_i; \quad t_i$$

t_i – интервал времени между поступлениям i -го и $i + 1$ требованиями.

Характеристикой функционирования обслуживающего звена системы является продолжительность обслуживания одного требования, которая может быть описана показательным законом:

$$F(t) = 1 - e^{-\mu t}, \quad (11.4)$$

где $F(t)$ – вероятность того, что время обслуживания не превысит заданную величину t ;

μ – параметр закона (математическое ожидание числа заявок, обслуженных в единицу времени):

$$\mu = \frac{N_1}{\sum_{i=1}^{n_1} t_1}, \quad (11.5)$$

где N_1 – число обслуженных требований;

$\sum t_1$ – общее время обслуживания этих N_1 требований.

Основные показатели системы определяются следующими зависимостями:

- коэффициент простоя обслуживающего агрегата

$$K_{\text{пр}} = \frac{L_1}{m} = \frac{1}{m} \sum_{k=n+1}^m (k-n)P_k, \quad (11.6)$$

где m, n – число агрегатов в обслуживаемых звеньях;

k – номер состояния системы; n – число обслуживающих агрегатов.

- средняя длина очереди обслуживаемых агрегатов

$$L_1 = \sum_{k=n+1}^m (k-n)P_k; \quad (11.7)$$

- математическое ожидание числа агрегатов, находящихся в зоне обслуживания

$$L_2 = \sum_{k=1}^m kP_k; \quad (11.8)$$

математическое ожидание числа свободных обслуживающих агрегатов

$$L_3 = \sum_{k=0}^{n-1} (n-k)P_k; \quad (11.9)$$

- коэффициент простоя обслуживающих агрегатов

$$K'_{\text{пр}} = \frac{L_3}{n} = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} (n-k)P_k. \quad (11.10)$$

Для анализа функционирующей системы необходимо определить вероятность ее пребывания в каждом из возможных состояний. Для систематизации информации расчет ведут в соответствии с таблицей 11.1.

Таблица 11.1

Алгоритм расчета оценок эффективности смежных звеньев поточно-го производства

Число требований в системе k	Число агрегатов, ожидающих обслуживания, k-n	Число свободных обслуживающих агрегатов, n-k	P_k/P_0	P_k	kP_k	$(k-n)P_k$	$(n-k)P_k$
k = 0	0	n	P_0/P_0	P_0	0	0	nP₀
k = 1	0	n - 1	P_1/P_0	P_1	P_1	0	$(n-1)P_1$

$k = 2$	0	$n - 2$	P_2/P_0	P_2	$2P_2$	0	$(n - 2)P_2$
$k = n$	0	0	P_n/P_0	P_n	nP_n	0	0
$k = m$	$m - n$	0	P_m/P_0	P_m	mP_m	$(m - n)P_m$	0
			$\sum_{k=0}^m \frac{P_k}{P_0}$	$\sum_{k=0}^m P_k = 1$	$L_2 = \sum_{k=1}^m kP_k$	$L_1 = \sum_{k=n+1}^m (k - n)P_k$	$L_3 = \sum_{k=0}^{n-1} (n - k)P_k$

В первом столбце таблицы 11.1 стоит номер состояния системы. За нулевое состояние системы принимаем такое, когда все обслуживаемые агрегаты находятся вне зоны обслуживания. Число строк в столбце равно числу состояний системы, т. е. $m + 1$.

Во второй столбец таблицы 11.1 проставляется число агрегатов, ожидающих обслуживания в каждом k -м состоянии.

В третий столбец таблицы 11.1 вносят величину соотношения P_k/P_0 , т. е. отношения вероятности того, что в системе обслуживания находятся точно k требований, к вероятности того, что обслуживающие агрегаты свободны. Величину этого отношения находят по формулам:

$$\frac{P_k}{P_0} = \frac{m!}{k!(m - k)!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \quad \text{при } 0 \leq k \leq n; \quad (11.11)$$

$$\frac{P_k}{P_0} = \frac{m!}{n^{k-n} n!(m - k)!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \quad \text{при } n < k \leq m. \quad (11.12)$$

Вероятность P_0 определяется из соотношения

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^m \frac{P_k}{P_0}}. \quad (11.13)$$

Умножая все элементы четвертого столбца на P_0 , получают элементы пятого столбца. Сумма элементов пятого столбца при правильном счете должна быть равна единице.

Сравнивая значения P_k для различных состояний системы, определяют наиболее вероятное из состояний.

Умножив построчно элементы первого, второго и третьего столбцов на элементы пятого столбца, получают соответственно элементы шестого, седьмого и восьмого столбцов. Элемент, стоящий в **k-й** строке каждого из этих столбцов, означает соответственно математическое ожидание: числа агрегатов, находящихся в зоне обслуживания (**шестой столбец**), числа агрегатов, стоящих в очереди (**седьмой столбец**) и числа свободных обслуживающих агрегатов (**восьмой столбец**) для данного **k-го** состояния системы.

При заданных значениях коэффициентов простоя обслуживаемых ($K_{пр}$) и обслуживающих ($K'_{пр}$) агрегатов основное условие поточного производства определяется выражением

$$W_i m (1 - K_{пр}) = W_j n (1 - K'_{пр}), \quad (11.14)$$

где W_i и W_j – соответственно производительность обслуживаемого и обслуживающего звена комплекса при их автономной работе.

Изменение производительности ΔW_i обслуживаемого звена отряда с увеличением числа обслуживаемых агрегатов от m до $m + 1$ при постоянном числе обслуживающих агрегатов ($n = \text{const}$) определяют по формуле

$$\Delta W_i = W_i (m_1 - m) \left(1 - \frac{m_1 K_{пр1} - m K_{пр}}{m_1 - m} \right). \quad (11.15)$$

Приращение производительности обслуживающего звена ΔW_j за счет увеличения числа обслуживающих агрегатов в отряде с n до n_1 при $m = \text{const}$ составит

$$\Delta W_j = W_j (n_1 - n) \left(1 - \frac{n_1 K'_{пр1} - n K'_{пр}}{n_1 - n} \right), \quad (11.16)$$

где $K_{пр1}$, $K'_{пр1}$ и $K_{пр}$, $K'_{пр}$ – коэффициенты простоя обслуживаемого и обслуживающего звеньев при соответствующих структурах отрядов.

Для определения оптимального соотношения обслуживаемых агрегатов при установленном числе обслуживающих, или наоборот, используют технико-экономические критерии, например приведенные затраты на единицу работы, возникающие при использовании агрегатов обоих типов, которые определяются по формулам:

$$C = \frac{mC_m + nC_n}{W_i m (1 - K_{прi})}; \quad (11.17)$$

$$c = \frac{mC_m + nC_n}{W_j n (1 - K'_{прj})}, \quad (11.18)$$

где C_m , C_n – затраты за час работы соответственно обслуживаемых и обслуживающих агрегатов.

Минимальное значение функции $C = f(m)$ при $n = \text{const}$ указывает на оптимальное число обслуживаемых агрегатов при установленном числе обслуживающих в отряде.

Минимальное значение функции $C = f(n)$ при $m = \text{const}$ указывает на оптимальное число обслуживающих агрегатов при установленном числе обслуживаемых в комплексе.

Содержание задания

1. Выберите вариант задания, соответствующий вашему рабочему месту, из таблицы 11.2.

Исходные данные

Показатели	Варианты														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Число машин в обслуживаемом звене	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6	5	5	4
2. Число машин (постов) в обслуживаемом звене	2	2	2	3	3	3	4	4	4	2	3	5	3	4	3
3. Среднее время между заявками на обслуживание, мин	15	15	15	20	20	20	10	10	10	20	20	20	15	15	20
4. Среднее время обслуживания одной заявки, мин	20	20	20	15	15	15	30	30	30	20	15	20	30	15	30
5. Часовая производительность обслуживаемого агрегата, т/ч	12	12	12	9	9	9	18	18	18	12	10	10	15	11	9
6. Часовая производительность обслуживающего агрегата, т/ч	24	30	36	12	15	18	18	25	27	28	28	30	24	25	12
7. Приведенные затраты за час работы обслуживаемого агрегата, тыс. руб.	60	60	60	54	54	54	64	64	64	30	35	40	52	55	23
8. Приведенные затраты за час работы обслуживающего агрегата, тыс. руб.	20	22	24	18	20	24	24	20	26	12	13	14	16	18	3,81

3. Определите интенсивность потока заявок на обслуживание и интенсивность обслуживания.

4. Определите вероятности возможных состояний системы обслуживания.

5. Определите среднюю длину очереди на обслуживание, среднее число простаивающих обслуживающих агрегатов и коэффициенты простоя соответствующих агрегатов.

6. Определите величину прироста производительности при увеличении количества обслуживаемых агрегатов и постоянном числе обслуживающих.

7. Определите величину приведенных затрат на единицу выполнен-

ной работы при первоначальном количестве обслуживаемых и обслуживающих агрегатов.

8. Определите оптимальное количество обслуживающих агрегатов при постоянном числе обслуживающих по минимуму приведенных затрат на единицу выполненной работы.

Пример расчета

Уборочно-транспортный комплекс (отряд) состоит из четырех комбайнов СК-5 «Нива» и трех автомобилей ГАЗ-53А.

Среднее время наполнения бункера комбайна при урожайности 30 ц/га – 20 мин. Выгрузка зерна из бункера комбайна производится на ходу. Автомобиль вмещает два бункера. Среднее время оборота автомобиля при отвозке зерна на ток – 30 мин. Производительность комбайна при указанных условиях и автономной работе равна 9 т/ч, производительность автомобиля – 12 т/ч. Приведенные затраты за час работы комбайна составляют 23 тыс. руб./ч, автомобиля – 3,81 тыс. руб./ч.

Полагая, что поток требований комбайна на разгрузку простейший, а время рейса автомобиля подчинено показательному закону, оценить эффективность использования уборочно-транспортного отряда и определить его оптимальную структуру.

Принимаем комбайн за обслуживаемое звено отряда (m), от которого исходят заявки на обслуживание. Параметр потока заявок на обслуживание определим по формуле (11.3):

$$\lambda = \frac{1}{20/60} = 3 \text{ ч.}$$

Автомобили выполняют функцию обслуживающего звена (n). Параметр потока обслуживаний вычислим по формуле (11.5):

$$\mu = \frac{2}{30/60} = 4 \text{ ч.}$$

Так как в системе имеется только m комбайнов, от которых исходят заявки на обслуживание, то рассматриваемая система может находиться в $(m + 1)$ различных состояниях: все комбайны работают, у одного из комбайнов бункер наполнен, один из автомобилей приступил к его обслуживанию, автомобиль покинет комбайн, когда кузов будет заполнен; второй комбайн подал сигнал о наполнении его бункера и в этот момент приступил к обслуживанию второй автомобиль; третий комбайн наполнил бункер, и третий автомобиль приступил к его обслуживанию; четвертый комбайн наполнил бункер и остановился, ждет появления одного из автомобилей.

Для полного анализа функционирования уборочно-транспортного комплекса необходимо определить вероятность его пребывания в каждом из возможных состояний.

Для систематизации информации расчет выполним в соответствии с таблицей 11.1. Данные расчета представлены в таблице 11.3.

Таблица 11.3

Алгоритм расчета оценок эффективности использования трех автомобилей и четырех комбайнов

Число требований в системе k	Число агрегатов, ожидающих обслуживания $(k - n)$	Число свободных обслуживающих агрегатов $(n - k)$	P_k/P_0	P_k	kP_k	$(k - n) P_k$	$(n - k)P_k$
0	$0-3=0$	$3-0=3$	1,000	0,108	0	0	0,324
1	$1-3=0$	$3-1=2$	3,000	0,326	0,326	0	0,652
2	$2-3=0$	$3-2=1$	3,375	0,366	0,732	0	0,366
$k = n = 3$	$3-3=0$	$3-3=0$	1,682	0,182	0,546	0	0
$k = m = 4$	$4-3=1$	$3-4=0$	0,140	0,016	0,064	0,016	0
Сумма			9,197	1,00	1,668	0,016	1,342

Расчет величины отношения P_k/P_0 (четвертый столбец) для первых четырех строк ($0 < k < n$) выполнят по формуле (11.11), а для пятой строки, когда $n < k < m$, – по формуле (11.12).

Для первой строки, т. е. при $k = 0$, имеем

$$\frac{P_k}{P_0} = \frac{m!}{k!(m-k)!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^k = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}{0! \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} \left(\frac{3}{4} \right)^0 = 1,0$$

(факториал нуля равен единице).

Для второй строки при $k = 1$ имеем

$$\frac{P_k}{P_0} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}{1! \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3} \left(\frac{3}{4} \right)^1 = 3,0.$$

Для третьей строки при $k = 2$ имеем

$$\frac{P_2}{P_0} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}{1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 2} \left(\frac{3}{4} \right)^2 = 3,375.$$

Для четвертой строки при $k = 3$ имеем

$$\frac{P_3}{P_0} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 1} \left(\frac{3}{4} \right)^3 = 1,6825.$$

Для пятой строки при $k = 4$, т. е. при $k > n$, используя формулу (11.12), имеем

$$\frac{P_4}{P_0} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}{3! \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 0!} \left(\frac{3}{4} \right)^4 = 0,1406.$$

Просуммируем четвертый столбец:

$$\sum_{k=0}^m \frac{P_k}{P_0} = 9,197.$$

Вероятность нулевого состояния системы (P_0) определим по формуле (11.13):

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^m \frac{P_k}{P_0}} = \frac{1}{9,197} = 0,108.$$

Это означает, что вероятность того, что все комбайны работают и не нуждаются в обслуживании, равна **0,108**. Умножив все элементы четвертого столбца построчно на P_0 , получим элементы пятого столбца. Элемент, стоящий в k -й строке, означает вероятность пребывания отряда в данном состоянии.

Для самопроверки сложим значения P_k , сумма равна единице. Определим наиболее вероятное из состояний. В нашем примере таковым является третье, когда два комбайна обслуживаются и один автомобиль ждет заявки на обслуживание $P_2 = 0,366$.

Для заполнения шестого столбца необходимо построчно перемножить элементы первого столбца на пятый.

Элемент, стоящий в k -й строке шестого столбца, означает математическое ожидание числа комбайнов (обслуживаемых агрегатов), находящихся в зоне обслуживания (обслуживаются или ждут обслуживания).

Суммирование элементов шестого столбца означает выполнение расчетов по формуле (11.8). Величина этой суммы показывает, сколько комбайнов обслуживается и ждет обслуживания.

Для заполнения седьмого столбца необходимо построчно перемножить элементы второго столбца на пятый. Элемент, стоящий в k -й строке этого столбца, означает число комбайнов (обслуживаемых агрегатов), стоящих в очереди в ожидании обслуживающего агрегата. Суммирование элементов седьмого столбца означает выполнение расчетов по формуле (11.7).

Для определения коэффициента простоя комбайнов (обслуживаемых агрегатов) расчеты выполняют по формуле (11.6).

В нашем примере

$$K_{\text{пр}} = 0,016/4 = 0,004.$$

Это означает, что 0,4% загонного времени каждый из комбайнов простаивает в ожидании автомобиля.

Для заполнения восьмого столбца необходимо построчно перемножить элементы третьего столбца на пятый. Элемент, стоящий в k -й строке этого столбца, означает число автомобилей (обслуживающих агрегатов), стоящих в очереди в ожидании заявки на обслуживание. Суммирование элементов восьмого столбца означает выполнение расчетов по формуле (11.9).

Коэффициент простоя автомобилей (обслуживающих агрегатов) определяют по формуле (11.10).

В нашем примере

$$K'_{\text{пр}} = \frac{1,342}{3} = 0,447.$$

Это означает, что 44,7% рабочего времени каждый автомобиль простаивает при такой организации работы уборочно-транспортного звена.

Таким образом, численные значения оценочных критериев наглядно отражают функционирование уборочно-транспортного комплекса и позволяют судить об эффективности использования каждого из видов агрегатов при данной организации такого комплекса.

Величину прироста производительности обслуживаемого звена (комбайнов) с увеличением их количества в комплексе от 4 до 6 при условии, что число обслуживающих автомобилей остается постоянным (3), определим по формуле (11.15). Значение коэффициента простоя для шести комбайнов и трех автомобилей рассчитаем по ранее изложенной методике в соответствии с таблицей 11.1. При этом $K_{\text{пр}1} = 0,008$, тогда

$$\Delta W_i = 9 \cdot (6 - 4) \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot 0,08 - 4 \cdot 0,004}{6 - 4} \right) = 13,82 \text{ т/ч.}$$

При такой организации перевозки зерна от комбайнов прирост их производительности составит **13,82 т/ч** вместо **18 т/ч** при их автономной работе.

Для определения оптимального соотношения обслуживаемых агрегатов (комбайнов) при установленном числе обслуживающих (три автомобиля) в качестве критерия принимаем минимум приведенных затрат на выполнение единицы работы обслуживаемых агрегатов.

Значение коэффициентов простоя обслуживаемых агрегатов для различных сочетаний обслуживаемых и заданном числе обслуживающих рассчитаем по ранее изложенной методике. При этом получим: при $m = 2$ $K_{пр} = 0$; при $m = 3$ $K_{пр} = 0,001$; при $m = 4$ $K_{пр} = 0,004$; при $m = 5$ $K_{пр} = 0,04$; при $m = 6$ $K_{пр} = 0,08$.

Величину приведенных затрат на единицу производительности обслуживаемых агрегатов при $n = 3$ определим по формуле (11.17):

$$C_{m=2} = \frac{2 \cdot 23,0 + 3 \cdot 3,81}{9 \cdot 2(1 - 0)} = 3,19 \text{ тыс. руб./т;}$$

$$C_{m=3} = \frac{3 \cdot 23,0 + 3 \cdot 3,81}{9 \cdot 3(1 - 0,001)} = 2,98 \text{ тыс. руб./т;}$$

$$C_{m=4} = \frac{4 \cdot 23,0 + 3 \cdot 3,81}{9 \cdot 4(1 - 0,004)} = 2,89 \text{ тыс. руб./т;}$$

$$C_{m=5} = \frac{5 \cdot 23,0 + 3 \cdot 3,81}{9 \cdot 5(1 - 0,04)} = 2,92 \text{ тыс. руб./т.}$$

Из расчетов видно, что если для вывоза зерна в данных условиях выделены три автомобиля, то наилучшей формой организации уборочно-транспортного комплекса будет их работа с четырьмя комбайнами.

Отчет

Результаты расчетов систематизировать и представить в виде таблицы 11.4.

Таблица 11.4

№ пункта	Наименование и обозначение показателя или параметра	Результат расчета с указанием размерности
1	Число машин в обслуживаемом звене, m_K	4
2	Число машин (постов) в обслуживающем звене, n	3
3	Среднее время между заявками на обслуживание, t	20 мин.
4	Среднее время обслуживания одной заявки, t	30 мин.
5	Часовая производительность обслуживаемого агрегата, W_i	9 т/ч
6	Часовая производительность обслуживающего агрегата, W_j	12 т/ч
7	Приведенные затраты за час работы обслуживаемого агрегата, C_m	23 тыс. руб.
8	Приведенные затраты за час работы обслуживающего агрегата, C_n	3,81 тыс. руб.
9	Параметр потока заявок на обслуживание, λ	3 ч.
10	Параметр потока обслуживаний, μ	4 ч.
11	Вероятность нулевого состояния системы, P_0	0,108
12	Наиболее вероятное из состояний, P_2	0,366
13	Средняя длина очереди обслуживаемых агрегатов, L_1	0,016
14	Математическое ожидание числа агрегатов, находящихся в зоне обслуживания, L_2	1,668
15	Коэффициент простоя комбайнов, $K_{ПР}$	0,004
16	Математическое ожидание числа свободных обслуживающих агрегатов, L_3	1,342
17	Коэффициент простоя автомобилей, $K'_{ПР}$	0,447

Записать 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: учеб. пособие. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: Изд-во «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: справ. М.: Росагропромиздат, 1991. 191 с.
7. Моделирование и оптимизация технологических процессов в растениеводстве: практикум / А.Н. Скороходов, А.Г. Левшин, В.Д. Уваров и др. М.: ФГБОУ ВДО МГАУ, 2013. Ч. 2. 145 с.

Учебное издание

Самусенко Владимир Иванович

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОТОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Методические указания для выполнения
практической работы № 11
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 60x84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,16. Тираж 25 экз. Изд. № 6874.

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