

**9/31/4**

**Одобрено кафедрой  
«Эксплуатация железных дорог»**

**УПРАВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ  
РАБОТОЙ И КАЧЕСТВОМ ПЕРЕВОЗОК**

**ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ПЕРЕВОЗОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ**

**Задание на контрольную работу  
с методическими указаниями  
для студентов IV курса**

**специальности**

**190701.65 ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК  
И УПРАВЛЕНИЕ НА ТРАНСПОРТЕ  
(железнодорожный транспорт) (ПП)**

**РОАТ**

**Москва – 2011**

Составитель – канд. техн. наук, доц. О.А. Олейник

Рецензент – канд. техн. наук, доц. Г.М. Биленко

# ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

*Целью работы* является закрепление знаний, полученных студентами при самостоятельном изучении дисциплины. Контрольная работа состоит из трех задач. Исходные данные для решения задач студенты берут по двум последним цифрам учебного шифра.

При выполнении контрольной работы необходимо руководствоваться рекомендуемой литературой. Контрольную работу выполняют в тетради с соблюдением установленных правил и указанием списка используемой литературы.

## Задача 1

### Прогнозирование частоты различных значений объема работы и определение расчетного вагонопотока на планируемый период

Известно суточное поступление вагонов на пункт выгрузки за истекший год. При этом максимальный вагонопоток составил  $X_{\max}$ , а минимальный  $X_{\min}$ . Перерабатывающая способность пункта выгрузки равна  $\Pi$ . При снижении суточного поступления до величины  $З$  вагонов и менее часть штата и машин может быть изъята из производственного процесса. На планируемый период ожидается рост вагонопотока на  $\underline{в}\%$ . Значения перечисленных величин приведены в табл. 1.

Таблица 1

| Показатель числа вагонов | Вариант (цифра первого разряда учебного шифра) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------------------|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                          | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| $X_{\max}$               | 100  | 95 | 90 | 85 | 80 | 75 | 70 | 65 | 60 | 55 |
| $\Pi$                    | 80   | 75 | 75 | 68 | 70 | 60 | 58 | 55 | 48 | 45 |
| $З$                      | 40   | 44 | 41 | 35 | 33 | 30 | 20 | 25 | 18 | 15 |
| $X_{\min}$               | 22   | 17 | 18 | 13 | 14 | 15 | 8  | 5  | 6  | 1  |

Требуется определить, с какой частотой пункт выгрузки будет работать:

- 1) в обычных условиях;
- 2) в условиях превышения объема работы его перерабатывающей способности;
- 3) в условиях, когда работа может быть выполнена меньшим количеством технических средств и штата.

Определить расчетный вагонопоток на планируемый период  $X_p$  для установления потребной перерабатывающей способности пункта выгрузки, расчета количества технических средств и штата при условии, что рост вагонопотока ожидается на  $\nu\%$  и расчетный вагонопоток не должен превышать фактическим с вероятностью  $\alpha$  (табл. 2).

Таблица 2

| Показатель числа вагонов                         | Вариант (цифра второго разряда учебного шифра) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|  | 0  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
| Рост вагонопотока на планируемый период, $\nu\%$ | 4  | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   |
| Вероятность $\alpha = P(X_i \leq X_p)$           | 0,95   | 0,93 | 0,92 | 0,90 | 0,88 | 0,86 | 0,84 | 0,82 | 0,79 | 0,76 |

## Методические указания к решению задачи 1

Перед тем, как приступить к решению этой задачи, следует изучить материал главы 4 учебного пособия [1].

Величина суточного вагонопотока, поступающего в переработку на станции, на пункты выгрузки, является величиной переменной, на которую влияет большое число факторов, и это влияние примерно равновероятно по знаку. Поэтому колебания перерабатываемых суточных вагонопотоков подчиняются нормальному или близкому к нему закону распределения. При этом среднесуточный вагонопоток:

$$X_{\text{cp}} \approx \frac{X_{\text{max}} + X_{\text{min}}}{2}.$$

Одно из свойств нормального закона — правило трех сигм, согласно которому среднеквадратическое отклонение:

$$\sigma \approx \frac{X_{\max} - X_{\min}}{6}.$$

Отсюда может быть определен коэффициент вариации:

$$v = \frac{\sigma}{X_{\text{ср}}}.$$

Коэффициент вариации более стабилен, чем  $X_{\text{ср}}$  и  $\sigma$ , и при их увеличении или уменьшении он изменяется незначительно.

Частота того, что переменная величина  $X$  будет меньше какого-то значения  $x_i$ , представляет собой функцию распределения, т.е.:

$$P(X < x_i) = F(x_i).$$

Для нормального закона распределения составлены таблицы значения функций распределения при значениях  $X_{\text{ср}}$  и  $\sigma=1$ . Обозначим ее  $\Phi(x_i)$ . Этими таблицами можно воспользоваться, преобразуя значения переменной величины  $x_i$  в новую переменную  $t_i = \frac{x_i - X_{\text{ср}}}{\sigma}$ , для которой  $t_{\text{ср}}=0$  и  $\sigma_t=1$ , т.е.:

$$F(x_i) = \Phi(t_i) = \Phi\left(\frac{x_i - X_{\text{ср}}}{\sigma}\right).$$

Таблица 3

**Значения нормальной функции распределения  $\Phi(t)$**

| $t$ | Десятые доли $t$ |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|     | 0                | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
| -2  | 0,023            | 0,018 | 0,014 | 0,011 | 0,008 | 0,006 | 0,005 | 0,004 | 0,003 | 0,002 |
| -1  | 0,159            | 0,136 | 0,115 | 0,097 | 0,081 | 0,067 | 0,055 | 0,045 | 0,036 | 0,029 |
| -0  | 0,500            | 0,460 | 0,421 | 0,382 | 0,345 | 0,309 | 0,274 | 0,242 | 0,212 | 0,184 |
| +0  | 0,500            | 0,540 | 0,579 | 0,618 | 0,655 | 0,691 | 0,726 | 0,758 | 0,788 | 0,816 |
| 1   | 0,841            | 0,864 | 0,885 | 0,903 | 0,919 | 0,933 | 0,945 | 0,955 | 0,964 | 0,971 |
| 2   | 0,977            | 0,982 | 0,986 | 0,989 | 0,992 | 0,994 | 0,995 | 0,996 | 0,997 | 0,998 |

С помощью табл. 3 можно найти частоту производственной ситуации, когда работа на пункте выгрузки может быть выполнена меньшим количеством технических средств и штата, т.к. поступление сократится до величины менее 3 вагонов.

$$P(X < 3) = F(3) = \Phi\left(\frac{3 - X_{\text{ср}}}{\sigma}\right).$$

Если в месяце 30 суток, то такой размер поступления будет на протяжении  $30 \cdot P(X < 3)$  суток.

Частота поступления на пункт от 3 до П вагонов, когда пункт будет работать в обычных условиях, равна:

$$P(3 < X < П) = F(П) - F(3) = \Phi\left(\frac{П - X_{\text{ср}}}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{3 - X_{\text{ср}}}{\sigma}\right),$$

т.е. в среднем  $30 \cdot P(3 < X < П)$  суток.

Частота поступления на пункт выгрузки более П вагонов в сутки:

$$P(X > П) = 1 - P(X < П) = 1 - \Phi\left(\frac{П - X_{\text{ср}}}{\sigma}\right).$$

В месяц это будет в среднем  $30 \cdot P(3 < X < П)$  суток.

Среднесуточный вагонопоток на планируемый период при росте на  $\underline{e}\%$  определится из выражения  $X_{\text{ср}}^n = X_{\text{ср}} \left(1 + \frac{e}{100}\right)$ .

Расчетное значение вагонопотока на планируемый период  $X_p$  может быть определено исходя из заданной вероятности его превышения фактическим вагонопотоком  $x_i$ :

$$\alpha = P(X_i < X_p) = F(X_p) = \Phi(t_\alpha),$$

где  $t_\alpha = \frac{X_p - X_{cp}^\Pi}{\sigma_\Pi}$ . Заданное значение  $\alpha$  берется из табл. 2 и

по нему из табл. 3 находится  $t_\alpha$ .

Искомый расчетный вагонопоток на планируемый период равен:

$$X_p = X_{cp}^\Pi (1 + t_\alpha V).$$

## Задача 2

### Определение показателей использования грузовых вагонов

Требуется:

1. Определить статическую и динамическую нагрузку, время оборота вагона, его среднесуточный пробег, производительность и рабочий парк грузовых вагонов на заданном полигоне сети железных дорог.

2. Определить ускорение оборота вагона при реализации одной из мер, предусмотренных заданием: увеличение скорости, вагонного плеча, сокращение простоя вагонов на станциях, уменьшение порожнего пробега вагонов.

3. Определить сокращение потребности в вагонном парке на полигоне сети железных дорог в результате ускорения оборота вагона.

Таблица 4

#### Исходные данные для расчета показателей использования вагонов

| Показатель                                 | Цифра первого разряда учебного шифра |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|  | 0                                    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
| Суточная погрузка вагонов                  | 1000                                 | 1100 | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 |
| Суточная выгрузка вагонов                  | 2000                                 | 2100 | 900  | 1000 | 800  | 1100 | 1200 | 1300 | 1900 | 700  |
| Суточный прием груженых вагонов            | 1500                                 | 1300 | 700  | 900  | 400  | 1100 | 400  | 1000 | 500  | 200  |
| Суточная масса перевезенных грузов, тыс. т | 104                                  | 98   | 82   | 96   | 81   | 119  | 94   | 129  | 112  | 105  |
| Груженный рейс, км                         | 300                                  | 310  | 320  | 330  | 340  | 350  | 360  | 370  | 380  | 390  |

## Методические указания к решению задачи 2

Оборот вагона в сутки определяют по формуле:

$$\Theta_B = \frac{1}{24} \left( \frac{l}{V_y} + \frac{l}{L_{\text{ваг}}} t_{\text{тех}} + K_M t_{\text{гр}} \right),$$

где  $L_{\text{ваг}}$  – вагонное плечо, км;

$t_{\text{тех}}$  – простой вагона на одной технической станции, ч;

$l$  – полный рейс вагона, км:

$$l = l_{\text{гр}}(1 + \alpha_{\text{пор}}),$$

здесь  $l_{\text{гр}}$  – груженный рейс вагона, км;

$\alpha_{\text{пор}}$  – коэффициент порожнего пробега;

$V_y$  – участковая скорость, км/ч.

Таблица 5

| Показатель                        | Цифра второго разряда учебного шифра |                 |                 |                 |                   |               |                 |                   |                 |                 |
|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|
|                                   | 0                                    | 1               | 2               | 3               | 4                 | 5             | 6               | 7                 | 8               | 9               |
| Техническая скорость, км/ч        | 40                                   | -               | $\frac{40}{50}$ | -               | 44                | -             | 46              | 50                | -               | $\frac{49}{55}$ |
| Участковая скорость, км/ч         | -                                    | 30              | -               | $\frac{40}{45}$ | -                 | 35            | -               | -                 | $\frac{32}{38}$ | -               |
| Простой вагона:                   |                                      |                 |                 |                 |                   |               |                 |                   |                 |                 |
| на 1 технической станции, ч       | 3,5                                  | 3               | 2               | 2,5             | 4                 | $\frac{5}{3}$ | 4,5             | 5                 | 4               | 3               |
| под погрузкой, ч                  | 10                                   | $\frac{21}{15}$ | 12              | 13              | 14                | 15            | $\frac{16}{10}$ | 17                | 18              | 19              |
| под выгрузкой, ч                  | 20                                   | 11              | 15              | 17              | 16                | 17            | 18              | 19                | 20              | 21              |
| на всех промежуточных станциях, ч | 6                                    | -               | 2               | -               | 4                 | -             | 2               | 5                 | -               | 3               |
| Коэффициент порожнего пробега     | $\frac{0,3}{0,2}$                    | 0,45            | 0,2             | 0,3             | $\frac{0,4}{0,2}$ | 0,15          | 0,25            | 0,35              | 0,40            | 0,30            |
| Вагонное плечо, км                | 100                                  | 110             | 120             | 130             | 140               | 150           | 160             | $\frac{145}{190}$ | 170             | 180             |

Примечание. Прямоугольником выделено значение показателей до и после реализации мер по ускорению оборота вагона: числитель – до реализации, знаменатель – после реализации указанных мер.

В тех вариантах, где задана техническая скорость  $V_m$ , в формуле оборота вагона вместо значения  $\frac{l}{V_y}$ , определяющего на-

хождение вагона на участках в поездах, следует подставить выражение  $\frac{l}{V_m} + \Sigma t_{\text{пр.ст}}$ ,

где  $\Sigma t_{\text{пр.ст}}$  – общее время простоя вагона на всех промежуточных станциях.

Простой вагонов в часах, приходящийся на одну грузовую операцию  $t_{\text{гр}}$  (погрузку или выгрузку), и коэффициент местной работы  $K_M$  определяют по формулам:

$$t_{\text{гр}} = \frac{t_{\text{п}} \cdot U_{\text{п}} + t_{\text{в}} \cdot U_{\text{в}}}{U_{\text{п}} + U_{\text{в}}}; \quad K_M = \frac{U_{\text{п}} + U_{\text{в}}}{U}$$

где  $t_{\text{п}}, t_{\text{в}}$  – соответственно простой вагонов под погрузкой и выгрузкой, ч;

$U_{\text{п}}, U_{\text{в}}$  – соответственно количество погруженных и выгруженных вагонов;

$U$  – работа полигона сети в вагонах, равная сумме погруженных  $U_{\text{п}}$ , и принятых груженых  $U_{\text{пр. гр}}$  с других полигонов.

Рабочий парк вагонов  $n_p$  и среднесуточный пробег  $S_B$  определяются по формулам:

$$n_p = \Theta_B U,$$

$$S_B = \frac{l}{\Theta_B}.$$

Далее определяют:

- среднюю статическую нагрузку вагона:

$$P_{\text{ст}} = \frac{\Sigma P}{U} \frac{m}{\text{вагон}},$$

где  $\Sigma P$  – суточная масса перевезенных грузов;

- динамическую нагрузку вагона рабочего парка:

$$P_{\text{д}}^{\text{р}} = \frac{\Sigma Pl_{\text{н}}}{\Sigma nS} \frac{m}{\text{вагон}};$$

- динамическую нагрузку груженого вагона:

$$P_{\text{д}}^{\text{гр}} = \frac{\Sigma Pl_{\text{н}}}{\Sigma nS_{\text{гр}}} \frac{m}{\text{вагон}}.$$

В этих формулах:

$\Sigma Pl_{\text{н}}$  – суточные тонно-километры нетто, их можно определить с учетом суточной массы перевезенных грузов и среднесуточного пробега груженых вагонов

$$\Sigma Pl_{\text{н}} = \Sigma P \frac{l_{\text{гр}}}{\Theta};$$

$\Sigma nS_{\text{гр}}$  – пробег груженых вагонов за сутки;

$\Sigma nS = \Sigma nS_{\text{гр}}(l + \alpha_{\text{порог}})$  – общий пробег груженых и порожних вагонов за сутки, он может быть рассчитан на основе зависимости между рейсом вагона и работой.

$$l = \frac{\Sigma nS}{U},$$

отсюда:

$$\Sigma nS = lU;$$

$$\Sigma n S_{\text{гр}} = l_{\text{гр}} U .$$

Динамическая нагрузка вагона рабочего парка и груженого вагона связаны между собой зависимостью:

$$P_{\text{д}}^{\text{р}} = \frac{P_{\text{д}}^{\text{гр}}}{1 + \alpha_{\text{пор}}} .$$

Производительность вагона в тонно-километрах нетто в сутки может быть определена из выражения:

$$W_{\text{в}} = \frac{\Sigma P l_{\text{н}}}{n_{\text{р}}} \text{ или } W_{\text{в}} = S_{\text{в}} P_{\text{д}}^{\text{р}} .$$

В задаче студенты определяют оборот вагона до и после реализации мер по его ускорению. Затем определяют сокращение рабочего парка, предназначенного для выполнения требуемого объема перевозок. Выполнив расчеты, студент указывает конкретные меры, реализация которых позволит изменить значение заданного показателя, влияющего на оборот вагона.

## Задача 3

### Определение показателей использования поездных локомотивов

Задан участок обращения поездных локомотивов, который ограничен основным и оборотным депо. В его пределах имеется один пункт смены локомотивных бригад. Исходные данные об участке обращения и о размерах грузового движения представлены в табл. 6 и 7.

Требуется определить оборот локомотивов, их рабочий парк для участка обращения, среднесуточный пробег и производительность.

Таблица 6

**Исходные данные для расчета показателей  
использования локомотивов**

| Показатель                                 | Цифра первого разряда учебного шифра |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|  | 0                                    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
| Длина участка обращения, км                | 460                                  | 440  | 420  | 400  | 380  | 390  | 410  | 430  | 450  | 470  |
| Средняя участковая скорость, км/ч          | 39                                   | 41   | 43   | 45   | 46   | 47   | 44   | 42   | 40   | 38   |
| Время нахождения локомотива на станции, ч: |                                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| основного депо                             | 3,0                                  | 2,9  | 2,8  | 2,7  | 2,6  | 2,5  | 2,4  | 2,3  | 2,2  | 2,1  |
| оборотного депо                            | 1,5                                  | 1,4  | 1,3  | 1,2  | 1,1  | 1,0  | 1,5  | 1,4  | 1,3  | 1,2  |
| смены локомотивных бригад                  | 0,50                                 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 |

Таблица 7

**Исходные данные для расчета показателей  
использования локомотивов**

| Показатель  | Цифра второго разряда учебного шифра |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|   | 0                                    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
| Суточные размеры движения грузовых поездов в направлении: |                                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| нечетном  | 38                                   | 40   | 36   | 34   | 32   | 28   | 24   | 22   | 26   | 30   |
| четном  | 35                                   | 36   | 34   | 31   | 32   | 27   | 26   | 25   | 29   | 29   |
| Средняя масса грузового поезда, т, в направлении:         |                                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| нечетном  | 4000                                 | 3200 | 4400 | 3600 | 3900 | 3000 | 3800 | 4500 | 3400 | 4200 |
| четном  | 4300                                 | 3400 | 4200 | 3600 | 4100 | 3500 | 3900 | 4200 | 4000 | 4100 |

### Методические указания к решению задачи 3

Время оборота поездного локомотива для заданного участка обращения может быть определено по формуле:

$$\Theta_{\text{л}} = \frac{2L}{V_y} + t_{\text{осн}} + t_{\text{об}} + 2t_{\text{см}},$$

где  $L$  – длина участка обращения, км;  
 $V_y$  – средняя участковая скорость, км/ч;  
 $t_{\text{осн}}, t_{\text{об}}, t_{\text{см}}$  – время нахождения локомотива на станции соответственно основного депо, оборотного депо и смены локомотивных бригад, ч.

Исходя из размеров движения на тяговом участке определяют необходимое количество поездных локомотивов:

$$M = \frac{\Theta_{\text{л}}}{24} N(1 + \beta),$$

где  $N$  – размеры движения на участке в парках поездов:

$$N = \frac{N' + N'' + \Delta N}{2},$$

где  $N'$  – количество поездов в нечетном направлении;  
 $N''$  – то же в четном направлении;  
 $\Delta N$  – количество резервных локомотивов, равное разности между количеством нечетных и четных поездов;  
 $\beta$  – оперативный резерв локомотивов, связанный с неравномерностью движения, можно принять  $\beta=0,15$ .

Затем определяют среднесуточный пробег, км/сут:

$$S_{\text{л}} = \frac{(N' + N'' + \Delta N)L}{M}$$

и производительность локомотива, тк-м брутто/лок:

$$W_{\text{л}} = \frac{N' Q' + N'' Q''}{M} \cdot L,$$

где  $Q'$ ,  $Q''$  – средняя масса поездов соответственно в нечетном и четном направлении.

### **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Олейник О.А., Бухало Г.И., Кузнецова Т.Г., Шатохин А.А. Основы управления перевозочным процессом. – М.: РГОТУПС, 2008.

**УПРАВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ  
РАБОТОЙ И КАЧЕСТВОМ ПЕРЕВОЗОК**

**ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ПЕРЕВОЗОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ**

Задание на контрольную работу  
с методическими указаниями

Редактор П. В. Елистратова

Корректурa Д. Н. Тихоныхев

Компьютерная верстка Е. В. Ляшкевич

---

|                             |                   |                   |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| Тип. зак.                   | Изд. зак. 79      | Тираж 1000 экз.   |
| Подписано в печать 09.06.11 | Гарнитура NewtonС |                   |
| Усл. печ. л. 1,0            |                   | Формат 60×90 1/16 |

---

Редакционный отдел  
Информационно-методического управления РОАТ,  
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Участок оперативной печати  
Информационно-методического управления РОАТ,  
125993, Москва, Часовая ул., 22/2