

В контрольной работе «Разработка контактного графика при выполнении мультимодальных перевозок» **требуется:**

- 1) определить интервалы прибытия железнодорожных и речных составов;
- 2) определить количество причалов в пункте взаимодействия;
- 3) рассчитать минимальные технологические интервалы обработки речного судна и железнодорожных составов на причале;
- 4) начертить схему речного порта;
- 5) разработать контактный график грузовой обработки судов и железнодорожных составов в пункте взаимодействия при согласовании расписаний движения на взаимодействующих видах транспорта.

Исходные данные по вариантам выбираются по двум последним цифрам зачетной книжки.

Решение:

Количество груза, прибывающего за определенный период для перевалки, не должно превышать перерабатывающей способности перегрузочных фронтов $Q_{\text{пер}} < \Pi$.

Наилучшие условия при организации взаимодействия обеспечиваются при равенстве эксплуатационной грузоподъемности речного и железнодорожного транспорта, т.е.:

$$\varepsilon_{\text{с}} \cdot q_{\text{с}} = \bar{n}_{\text{ж}} \cdot \varepsilon_{\text{в}} \cdot q_{\text{в}}, \quad (1)$$

где $\bar{n}_{\text{ж}}$ – среднее число вагонов в железнодорожном составе.

Из выражения (1) следует:

$$\bar{n}_{\text{ж}} = \frac{\varepsilon_{\text{с}} \cdot q_{\text{с}}}{\varepsilon_{\text{в}} \cdot q_{\text{в}}}. \quad (2)$$

При равенстве эксплуатационной грузоподъемности составов взаимодействующих видов транспорта средний интервал прибытия железнодорожных (речных) составов, ч:

$$\bar{I}_{\text{ж}} = \bar{I}_{\text{р}} = \frac{24 \cdot T_{\text{э}} \cdot q_{\text{в}} \cdot \varepsilon_{\text{в}} \cdot \bar{n}_{\text{ж}}}{Q_{\text{г}}}. \quad (3)$$

Для выполнения условия взаимодействия минимальное количество причалов в пункте взаимодействия:

$$n_{\text{min}} \geq \frac{q_{\text{с}} \cdot \varepsilon_{\text{с}}}{(\bar{I}_{\text{р}} - t_{\text{т}} - t_{\text{п}}) \cdot \Pi}, \quad (4)$$

где t_T – продолжительность технологических операций по обработке судна (не совмещенных с грузовыми и подготовительно-заключительными операциями), ч. Для условий задачи $t_T = 1,5 + 2,0 + 1,25 = 4,75$ ч;

t_{Π} – продолжительность перерывов в течение обработки судна, ч ($t_{\Pi} = 0,3$ ч).

Минимальный технологический интервал обработки судна на причале при $n_{\min} \leq n_c$, ч:

$$I_{\min, p} = \frac{q_c \cdot \varepsilon_c}{n_c \cdot \Pi} + t_T + t_{\Pi}. \quad (5)$$

Если на причале обрабатывается состав из n барж, то:

$$I_{\min, p} = \frac{q_c \cdot \varepsilon_c}{n_c \cdot \Pi} + n_c \cdot t_T + t_{\Pi},$$

где n_c – количество судов в речном составе.

Минимальный технологический интервал обработки железнодорожных составов при наличии на причальном фронте двух погрузочно-разгрузочных путей и n причалов, ч, определяется по формулам:

- при наличии на причальном фронте *двух погрузочно-разгрузочных путей и n причалов*:

$$I_{\min, ж} = \frac{q_v \cdot \varepsilon_v \cdot \bar{n}_{ж}}{n_{\min} \cdot \Pi} + 3 \cdot t_{п-у} + t_{л} + \frac{t_{доп} \cdot \bar{n}_{ж}}{n_{\min} \cdot X_{п-у}} + t_{пр} + t_{ф} + t_{от}, \quad (6)$$

где $t_{л}$ – продолжительность заезда локомотива за подачей, ч ($t_{л} = 0,3$ ч);

$t_{доп}$ – дополнительное время, ч (принимается 0,05 ч).

- при наличии *одного погрузочно-разгрузочного пути и n причалов*:

$$I_{\min, ж} = \frac{q_v \cdot \varepsilon_v \cdot \bar{n}_{ж}}{n_{\min} \cdot \Pi} + \frac{X_{п-у} \cdot (2 \cdot t_{п-у} + t_{л})}{n_{\min}} + \frac{t_{доп} \cdot \bar{n}_{ж}}{n_{\min}} + t_{пр} + t_{ф} + t_{от}. \quad (7)$$

Время нахождения вагонов и судов под грузовой операцией определяется по формуле, ч:

$$t_{гр} = \frac{q_v \cdot \bar{n}_{ж}}{n_c \cdot \Pi}. \quad (8)$$

Пример выполнения контрольной работы

Исходные данные:

- объем перевалки с железнодорожного на речной транспорт (Q_r) – 720 тыс. т;
- период согласованной работы (T_s) порта и железнодорожной станции – 200 сут.;
- грузоподъемность речного состава (q_c) – 2×1000 т;
- степень использования грузоподъемности судна (ε_c) – 1,0;
- грузоподъемность вагона (q_v) – 71 т;
- степень использования грузоподъемности вагона (ε_v) – 1,0;
- вместимость одного приемоотправочного пути портовой станции ($n_{\text{ж}}$) – 57 вагонов;
- эксплуатационная производительность перегрузочного комплекса одного причала (П) – 140 т/ч;
- продолжительность технологических операций:
 - по обработке речного судна:
 - по прибытии ($t_{\text{пр}}$) – 1,5 ч;
 - по отправлению ($t_{\text{от}}$) – 2,0 ч;
 - по обработке железнодорожных составов:
 - по прибытии ($t_{\text{пр}}$) – 0,5 ч;
 - по отправлению ($t_{\text{от}}$) – 0,5 ч;
 - по формированию состава ($t_{\text{ф}}$) – 0,5 ч;
- продолжительность подачи-уборки вагонов на причал ($t_{\text{п-у}}$) – 0,5 ч;
- количество подач-уборок ($X_{\text{п-у}}$) – 1.

По формуле (2) определяется среднее число вагонов в железнодорожном составе:

$$\bar{n}_{\text{ж}} = \frac{1,0 \cdot 2000}{1,0 \cdot 71} = 28 \text{ ваг.}$$

По формуле (3) определяются средние интервалы прибытия железнодорожных и речных составов:

$$\bar{I}_{\text{ж}} = \bar{I}_{\text{р}} = \frac{24 \cdot 200 \cdot 71 \cdot 1,0 \cdot 28}{720000} = 13,26 \text{ ч}$$

По формуле (4) минимальное количество причалов в пункте взаимодействия составит:

$$n_{\min} \geq \frac{2000 \cdot 1,0}{(13,26 - 4,75 - 0,3) \cdot 140} \geq 1,74 \approx 2$$

Схема речного порта представлена на рис. 1.

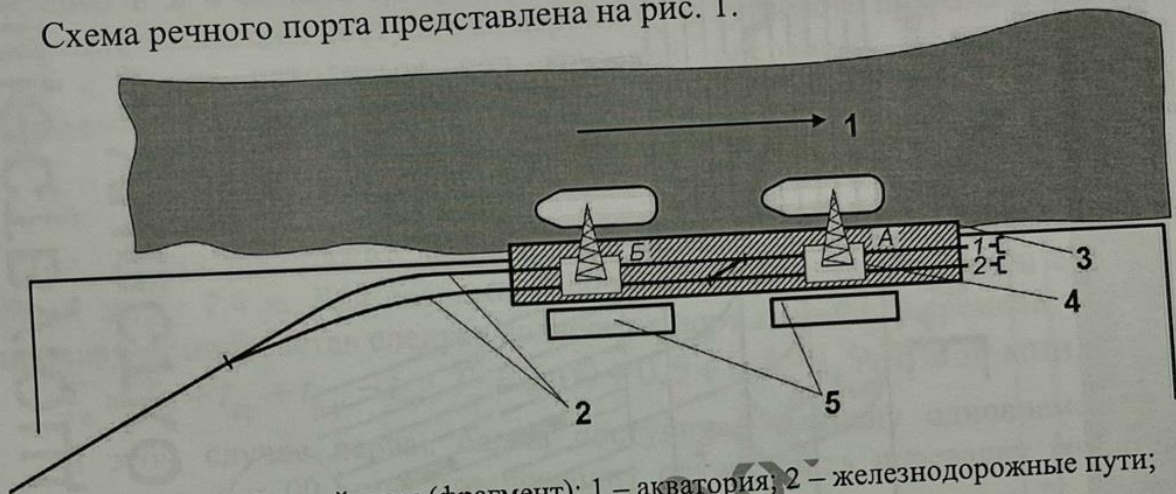


Рисунок 1. Речной порт (фрагмент): 1 – акватория; 2 – железнодорожные пути; 3 – причальный фронт; 4 – краны; 5 – склады

Учитывая, что $n_{\min} = n_c$, для расчета технологического интервала обработки состава используется формула (5), по которой минимальный технологический интервал обработки судна на причале при $n_{\min} \leq n_c$ определяется:

$$I_{\min, p} = \frac{2000 \cdot 1,0}{2 \cdot 140} + 4,75 + 0,3 = 12,20 \text{ ч}$$

По формуле (6) минимальный технологический интервал обработки железнодорожных составов при наличии на причальном фронте двух погрузочно-разгрузочных путей и двух причалов составит:

$$I_{\min, ж} = \frac{71 \cdot 1,0 \cdot 28}{2 \cdot 140} + 3 \cdot 0,5 + 0,3 + \frac{0,05 \cdot 28}{2 \cdot 1} + 0,5 + 0,5 + 0,5 = 11,1 \text{ ч}$$

Сравнивая $I_{\min, ж}$, $I_{\min, p}$, $\bar{I}_{ж}$, $\bar{I}_p$ можно сделать вывод о том, что при наличии двух причалов обеспечивается соблюдение режимов взаимодействия ($11,1 < 12,20 < 13,26$).

Далее разрабатывается контактный график взаимодействия железнодорожного и речного транспорта (рис. 2). График вычерчивается на миллиметровой бумаге формата А3. Таблица с размерами для построения контактного графика приведена на рисунке в Приложении 1. Масштаб сетки для построения графика: 1 час равен 1 см.

Для разработки контактного графика при полном согласовании интервалов подвода подвижного состава взаимодействующих видов транспорта выбирается момент подвода железнодорожных (речных) составов. Приняв, что железнодорожный состав прибывает на портовую станцию в 2 ч 00 мин (рисунок 2), в соответствии с технологическими нормативами вагоны поступят на первый путь грузового причала А в 3 ч 00 мин и будут находиться под грузовой операцией, время которой определяется по формуле (8):

$$t_{\text{гр}} = \frac{71 \cdot 28}{2 \cdot 140} = 7,1 \text{ ч}$$

Учитывая продолжительность перерывов в обработке судна, причал будет занят 7,4 ч. Для согласования момента подачи вагонов и судов к причалу речной состав следует подвести в порт к моменту времени:

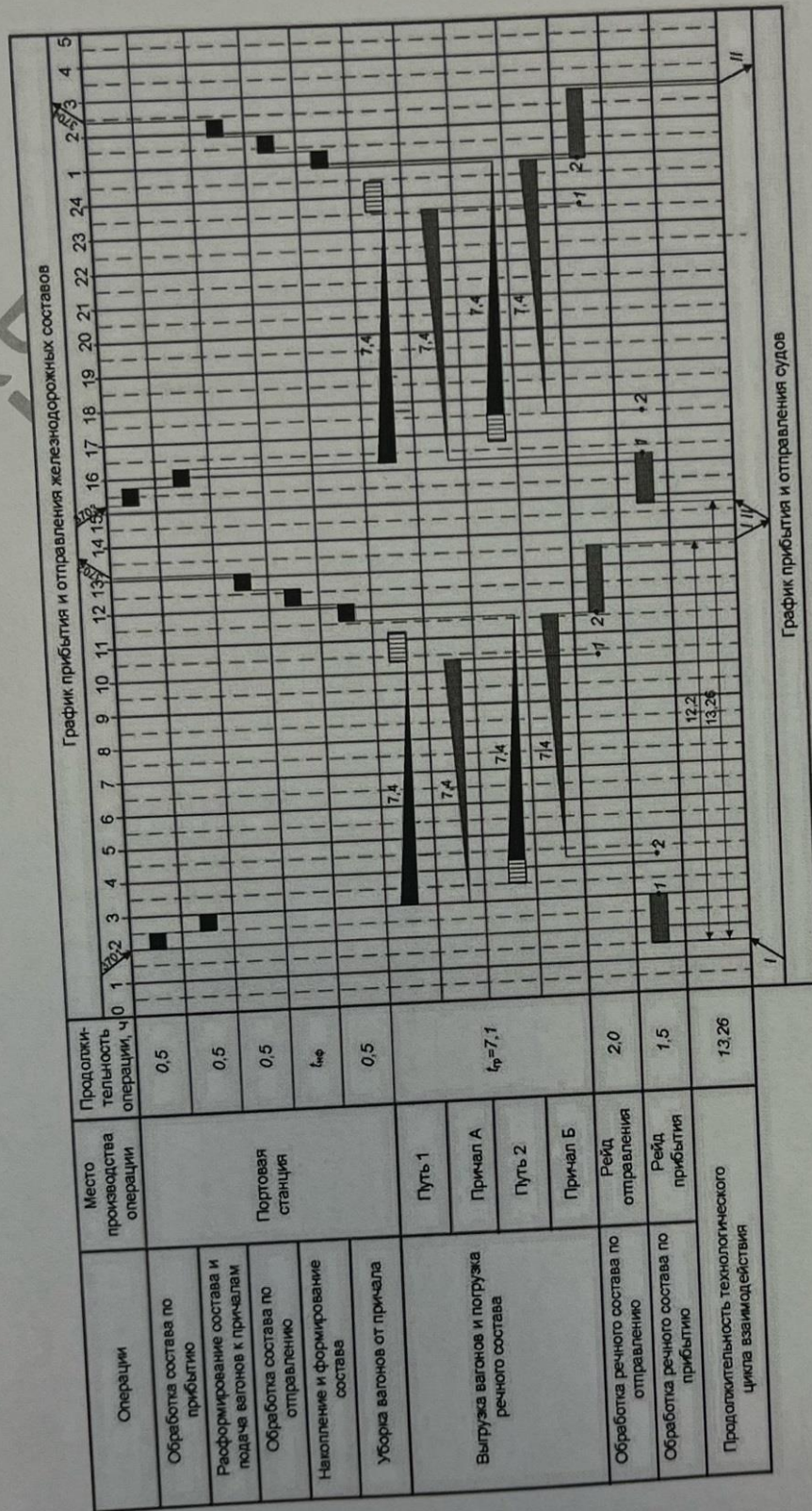
$$T_c = T_{\text{ж}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{п-у}} - t_{\text{тс}}; T_c = 2,00 + 0,5 + 0,5 - 1,5 = 1 \text{ ч } 30 \text{ мин.}$$

В этом случае первая баржа поступит к причалу одновременно с вагонами в 3 ч 00 мин, что позволит осуществить перевалку груза по прямому варианту.

Вторая баржа речного состава будет подана к причалу Б с задержкой на 75 минут (учитывается продолжительность операций, связанных с возвращением буксира на рейд и буксировки баржи к причалу).

Вагоны поступают на грузовой фронт второго пути в 3 ч 30 мин или на 45 мин раньше постановки баржи к причалу Б.

Анализ контактного графика показывает, что технологические интервалы обработки судов и вагонов (рис. 2) меньше среднего интервала поступления железнодорожных и речных составов. Следовательно, обеспечиваются условия согласованной работы двух видов транспорта.



Условные обозначения:

- нити прибытия и отправления железнодорожных и речных составов;
- технологические операции с вагонами;
- обработка составов железнодорожных судов на рейде прибытия и отправления;
- выгрузка груза из вагонов;
- погрузка груза в судно;
- ожидание операций.

Рис. 2. Контактный график взаимодействия железнодорожного и речного транспорта