

9/1/2

Одобрено кафедрой  
«Управление  
эксплуатационной  
работой»

Утверждено  
деканом факультета  
«Управление процессами  
перевозок»

## ЕДИНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА

Задание на контрольную работу  
с методическими указаниями  
для студентов V курса

специальности  
190701 ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК И УПРАВЛЕНИЕ  
НА ТРАНСПОРТЕ (ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ) (Д)



Москва 2007

С о с т а в и т е л ь: ст. преп. А.В. Подорожкина

Р е ц е н з е н т: канд. техн. наук, доц. Г.И. Бухало

## ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В процессе изучения дисциплины «Единая транспортная система» каждый студент V курса специальности 190701 «Организация перевозок и управление на транспорте (железнодорожный транспорт)» должен выполнить контрольную работу.

Контрольная работа состоит из ответа на теоретический вопрос и решения двух задач.

Номер теоретического вопроса выбирается из табл. 1 по двум последним цифрам учебного шифра студента. Ответ на теоретический вопрос должен быть развернутым и содержать необходимые схемы, рисунки, графики, диаграммы, таблицы и т.п.

В задаче 1 требуется выбрать схему развоза груза автотранспортом с грузового двора станции и рассчитать параметры подсистемы завоза-вывоза грузов в пункте взаимодействия: время оборота автомобиля, время нахождения автомобиля на грузовом дворе станции, время нахождения автомобиля у клиента, потребный парк автомобилей для вывоза грузов со станции. Исходные данные принимаются из табл. 2 в соответствии со значением цифр в трех последних разрядах учебного шифра (0-м, 1-м, 2-м). Например, для учебного шифра 03-Д-4085 в нулевом разряде записана цифра 5, в первом – 8, во втором – 0.

В задаче 2 требуется определить эффективность регулирования подвода автомобилей к грузовому складу на железнодорожной станции на основе имитационного моделирования. Исходные данные принимают из табл. 3 в соответствии со значением цифр в трех последних разрядах учебного шифра (0-м, 1-м, 2-м).

Контрольную работу выполняют в тетради в клетку или на стандартных листах бумаги формата А4 с указанием списка использованной литературы. Графическая часть включает графики обработки автомобилей у грузового склада по двум вариантам. Графики аккуратно вычерчивают на миллиметровой бумаге в необходимом масштабе и вкладывают в тетрадь.

**Контрольная работа, выполненная по варианту, не соответствующему учебному шифру студента, рецензированию не подлежит. Подпись и дата представления работы обязательны.**

Т а б л и ц а 1

Номер во- проса	Две по- следние цифры учебного шифра			Номер во- проса	Две последние цифры учебного шифра			Номер вопроса	Две последние цифры учебного шифра		
1	01	00	89	12	12	78	67	23	23	56	46
2	02	99	88	13	13	77	66	24	24	55	45
3	03	98	87	14	14	76	65	25	25	54	44
4	04	97	86	15	15	75	64	26	26	53	43
5	05	96	85	16	16	74	63	27	27	52	42
6	06	95	84	17	17	73	62	28	28	51	41
7	07	94	83	18	18	72	61	29	29	50	40
8	08	93	82	19	19	71	60	30	30	49	39
9	09	92	81	20	20	70	59	31	31	48	38
10	10	91	80	21	21	69	58	32	32	47	37
11	11	90	79	22	22	68	57	33	33,34	35	36

### ВОПРОСЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО КУРСА

1. Понятие единой транспортной системы. Классификация видов транспорта, их технико-экономическая характеристика. [1 гл. 1 стр. 7–26, гл. 5 70–115; 2 гл. IV стр. 3–5, 27–39; 3 стр. 4–10; 7 гл. 1 стр. 5–19, гл. 2 стр. 49–51; 5 разд. II гл. 5 стр. 42–52; 6 разд. I гл. 2 стр. 62–73, гл. 3 77–102; 8 гл. 1 стр. 13–30, гл. 2 стр. 37–50 ]
2. Структурно-функциональная характеристика транспортной системы страны. Управление транспортной системой. [1 гл. 2 стр. 31–35; 5 разд. II гл. 5 стр. 42–52; 6 разд. I гл. 4 стр. 104–117; 8 гл. 1 стр. 31–36; 15 разд. II гл. 3 стр. 29–80]
3. Основные документы, регламентирующие работу, права, обязанности, ответственность грузовладельцев, грузополучателей и грузоотправителей на разных видах транспорта. [1 гл. 1–4 стр. 7–41; 6 разд. I гл. 6 стр. 140–141, гл. 8 183–216; 7 гл. 2 стр. 20–48; 8 гл. 4 стр. 101–113]
4. Значение транспорта в развитии экономики страны. Эксплуатационные и экономические показатели работы разных видов транспорта. Показатели качества перевозок на

транспорте. [1 гл. 1–4 стр. 3–41, гл. 14 стр. 277–281; 2 гл. IV стр. 27–39; 5 разд. I гл. 2 стр. 23–26; 6 разд. I гл. 1–2 стр. 31–75; 7 гл. 1 стр. 7–30; 15 разд. I гл. 2 стр. 12–18]

5. Грузовые и пассажирские тарифы на транспорте, их классификация. [1 гл. 12 стр. 225–245; 5 гл. 13 стр. 201–211; 6 разд. I гл. 9 стр. 218–238, гл. 8 стр. 183–216; 7 гл. 2 стр. 29–38]
6. Техничко-эксплуатационная характеристика автомобильного транспорта. Автодороги, грузовой и пассажирский подвижной состав. Показатели работы автомобильного транспорта. [1 гл. 5 стр. 81–90; 2 гл. VIII стр. 82–92; 6 разд. I гл. 2 стр. 70–71, гл. 3 стр. 98–100; 7 стр. 6–7, 125–130; 8 гл. 2 стр. 44–45]
7. Морской транспорт. Классификация и технико-эксплуатационная характеристика грузовых судов. Показатели работы. [1 гл. 5 стр. 91–99; 2 гл. X стр. 103–109; 6 разд. I гл. 2 стр. 64–66, гл. 3 стр. 87–92; 7 стр. 8, 226–230; 8 гл. 2 стр. 41–43]
8. Морские порты. Их устройство и организация работы. Расчет пропускной способности морского порта. [1 гл. 5 стр. 91–99; 2 гл. X стр. 103–109; 6 разд. I гл. 2 стр. 64–66, гл. 3 стр. 87–92; 7 стр. 8, 226–230; 8 гл. 2 стр. 41–43, гл. 4 стр. 156–157, гл. 5 стр. 179–215, гл. 6 стр. 224–228]
9. Речной транспорт. Классификация судов речного флота, их характеристика. [1 гл. 5 стр. 100–105; 2 гл. IX стр. 93–102; 6 разд. I гл. 2 стр. 67–69, гл. 3 стр. 93–97; 7 стр. 8, 146–157; 8 гл. 2 стр. 41–43]
10. Речные порты, их устройство и схемы. Организация движения на речном транспорте, технология и показатели работы. [1 гл. 5 стр. 100–105; 2 гл. IX стр. 93–102; 6 разд. I гл. 2 стр. 67–69, гл. 3 стр. 93–97; 7 стр. 8, 146–157; 8 гл. 2 стр. 41–43, гл. 4 стр. 156–157]
11. Воздушный транспорт. Классификация и устройство аэропортов и аэродромов. Расчет пропускной способности взлетно-посадочной полосы. [1 гл. 5 стр. 106–110; 2 гл. XII стр. 117–121; 3 стр. 21–25; 6 разд. I гл. 2 стр. 72, гл. 3 стр. 101; 7 стр. 8, 279–288; 8 гл. 2 стр. 46]
12. Типы воздушных судов, их характеристика. Управление полетами и организация перевозок. Показатели работы воз-

- душного флота. [1 гл. 5 стр. 106–110; 2 гл. XII стр. 117–121; 3 стр. 21–25; 6 разд. I гл. 2 стр. 72, гл. 3 стр. 101; 7 стр. 8, 279–288; 8 гл. 2 стр. 46, гл. 4 стр. 148–155]
13. Промышленный транспорт. Подвижной состав и пути сообщения. Характеристика непрерывных видов промышленного транспорта. [1 гл. 6 стр. 124 – 132; 2 гл. XIII стр. 122–127; 7 стр. 9–10; 8 гл. 2 стр. 49–50; 12 разд. IV гл. 17 стр. 220–229]
  14. Специальные виды транспорта (гидравлический, пневматический, пневмоконтейнерный, канатные дороги, транспорт на воздушной подушке и др.) Зарубежный опыт развития и создания нетрадиционных и специализированных транспортных средств. [1 гл. 5 стр. 116–123; 7 стр. 17–20]
  15. Трубопроводный транспорт. Технические средства и устройство трубопроводов. Особенности перекачки грузов по трубопроводам. Нефтепроводы и газопроводы. Пропускная способность трубопроводов. [1 гл. 5 стр. 111 – 115; 2 гл. XI стр. 110–116; 3 стр. 25–26; 7 стр. 16; 8 гл. 2 стр. 47–48]
  16. Рациональное распределение перевозок между видами транспорта и сферы их эффективного применения. Факторы, влияющие на выбор рационального вида транспорта в грузовых и пассажирских перевозках. [1 гл. 3–4 стр. 41–69, гл. 10 стр. 190–209; 2 гл. XVI стр. 143–148]
  17. Городской транспорт. Сеть путей сообщения. Грузовой и пассажирский городской транспорт. [1 гл. 7 стр. 133 – 143; 2 гл. XIV стр. 128–136; 5 разд. V гл. 19 стр. 323–330; 7 стр. 11–15; 16 ч. II гл. 6 стр. 361–407]
  18. Уличные и внеуличные виды городского транспорта. Производительность городского транспорта. [1 гл. 7 стр. 133 – 143; 2 гл. XIV стр. 128–136; 5 разд. V гл. 19 стр. 323–330; 7 стр. 11–15; 16 ч. II гл. 6 стр. 361–407]
  19. Элементы ЕТС. Расчет пропускной и перерабатывающей способности элементов ЕТС. [2 гл. XV–XXII стр. 137– 207; 3 стр. 4, 10–35; 12 разд. IV гл. 17 стр. 226–230, гл. 22 стр. 272–273, разд. VI гл. 28 стр. 320–321; 13 разд. V гл. 26 стр. 333–352]
  20. Взаимодействие железнодорожного транспорта с другими видами транспорта. Формы технологического взаимодействия. [1 гл. 11 стр. 210–224; 2 гл. XV–XXII стр. 137– 207; 6 разд. I гл. 5 стр. 118–136; 8 разд. I гл. 5 стр. 118–136; 12 разд. разд. VI гл. 28 стр. 308–310]
  21. Прямой вариант перевалки грузов между взаимодействующими видами транспорта. Расчет экономического эффекта прямого варианта перевалки. [2 гл. XVI стр. 148, гл. XVII стр. 152–155, гл. XVIII стр. 164–168; 3 стр. 58–68; 8 гл. 2 стр. 71–72; 12 разд. VI гл. 28 стр. 316–320]
  22. Взаимодействие железных дорог и автомобильного транспорта. Распределение перевозок между железнодорожным и автомобильным транспортом. [1 гл. 4 стр. 53–69, гл. 10 стр. 190–209, гл. 11 стр. 222–224, гл. 13 стр. 258–260; 2 гл. XV–XXII стр. 137– 207; 3 стр. 69–70, 98–100, 125–128, 159–169, 187–192; 6 разд. I гл. 5 стр. 118–136]
  23. Взаимодействие железнодорожного и водного транспорта. Эффективность смешанного железнодорожно-водного сообщения. [1 гл. 4 стр. 53–69, гл. 10 стр. 190–209, гл. 11 стр. 210–221, гл. 13 стр. 261–264; 2 гл. XV–XXII стр. 137– 207; 3 стр. 69–97, 101–102, 136–141; 6 разд. I гл. 5 стр. 118–136]
  24. Взаимодействие магистрального железнодорожного и промышленного транспорта. Единый технологический процесс работы станции и железнодорожного пути общего пользования. [1 гл. 6 стр. 124–132, 3 стр. 156–159; 11 гл. 6 стр. 157–174; 12 гл. 17, 18 стр. 220–237]
  25. Взаимодействие различных видов транспорта при бесперегрузочных сообщениях. Контрейлерные, роудрейлерные перевозки. Паромные переправы. [1 гл. 13 стр. 245–249, стр. 265–271; 2 гл. XXII стр. 197–207; 6 разд. I гл. 5 стр. 118–136; 7 стр. 54–59; 8 гл. 2 стр. 51–70, гл. 5 стр. 162–164]
  26. Транспортные узлы, их классификация и устройство. Размещение и устройства терминалов на стыках видов транспорта (в транспортных узлах). [2 гл. XV стр. 137–142; 3 стр. 36–57; 12 разд. II гл. 5 стр. 39–65; 6 разд. I гл. 5 стр. 118–121; 12 гл. 5, 6 стр. 158–236; 14 разд. VII гл. 29 стр. 461–475; 15 разд. II гл. 4 стр. 81–124]

27. Основные принципы технологического взаимодействия различных видов транспорта на терминалах (в транспортных узлах). [1 гл. 13 стр. 250–253; 2 гл. XVI стр. 143–145, гл. XX стр. 182–190; 3 стр. 69–97, 109–124, 136–168, 187–19; 6 разд. I гл. 5 стр. 121–136; 8 гл. 5,6 стр. 158–236; 13 разд. III гл. 18 стр. 263–267; 15 разд. II гл. 4 стр. 81–136]
28. Оперативное управление работой транспортного узла. Принципы организации Ассоциации предприятий транспортно-го узла. Информационные системы взаимодействия видов транспорта в транспортных узлах. [2 гл. XVI стр. 143–145, гл. XX стр. 182–190; 8 гл. 5,6 стр. 158–236; 13 разд. III гл. 18 стр. 263–267]
29. Контейнерные перевозки. Типы контейнеров, подвижной состав для перевозки контейнеров. Эффективность перевозки грузов в контейнерах. Ускоренные контейнерные поезда. [1 гл. 13 стр. 254–257; 2 гл. XXII стр. 199–203; 5 разд. VII гл. 28 стр. 472–483; 6 разд. I гл. 5 стр. 124–126; 7 гл. 2 стр. 54–58; 9 гл. 11 стр. 221–240, 10 гл.5 стр. 237–267, 12 раздел III гл.14 стр.164–190; 15 разд. IV гл. 8 стр. 222–237; 16 ч.1 гл. 4 стр. 175–179]
30. Логистика и интермодальные технологии на транспорте. Логистическая модель перевозочного процесса. [1 гл. 13 стр. 245–249; 8 гл. 3 стр. 73–100; 15 разд. I гл. 1 стр. 6–11; 16 ч. I гл. 1 стр. 8–45; 17 гл. 1 стр. 3– 18]
31. Промышленный железнодорожный транспорт. Схемы при-мыкания к магистральному железнодорожному транспорту. Подвижной состав промышленного железнодорожного транспорта. [1 гл. 6 стр. 124 – 132; 2 гл. XIII стр. 122–127; 7 стр. 9–10; 8 гл. 2 стр. 49–50; 12 разд. IV гл. 17, 18 стр. 220–234]
32. Концентрация грузовой работы на меньшем числе станций (опорных погрузочно-разгрузочных пунктах). [12 разд. II гл. 5 стр. 39–46]
33. Транспортные коридоры. [1 гл. 14 стр. 287–295; 6 разд. III гл. 20 стр. 613–620; 8 гл. 1 стр. 10–11, 16–21; 15 разд. II гл.3 стр. 40–65; 16 ч. II гл. 7 стр. 412–449]

Таблица 2

Исходные данные к задаче I

Разряд цифры в шифре	Исходные данные	Цифра в разряде учебного шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
0	Годовой объем прибытия (отправления) тарно-штучных грузов на склад грузового двора ж.д. станции, тыс. т	250	500	460	270	350	430	300	480	290	320
0	Марка грузовых автомобилей, используемых для обслуживания клиентов	ГАЗ-51А	КамАЗ-5320	КамАЗ-53212	ГАЗ-51А	ЗИЛ-130-66	МАЗ-200	ГАЗ-53А	МАЗ-500	ГАЗ-53А	ЗИЛ-130
1	Погрузка груза: М – механизирована; НМ – немеханизирована	М	М	НМ	НМ	М	М	НМ	НМ	НМ	М
2	Погрузка происходит: СТ – на станции; К – у клиента	СТ	К	СТ	К	СТ	К	СТ	К	СТ	К
1	Выгрузка груза: М – механизирована; НМ – немеханизирована	М	НМ	М	НМ	М	НМ	М	НМ	М	НМ
2	Выгрузка происходит: СТ – на станции; К – у клиента	К	СТ	К	СТ	К	СТ	К	СТ	К	СТ
0	Среднее расстояние доставки, км	6	10	9	6	8	9	7	10	7	8
1	Продолжительность работы, ч	8	7	6	10	12	6	10	8	12	7

## ЗАДАЧА 1

### «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОДСИСТЕМЫ ЗАВОЗА-ВЫВОЗА ГРУЗА В ПУНКТЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ»

Требуется:

1. **Определить параметры** подсистемы завоза-вывоза грузов в пункте взаимодействия: время оборота автомобиля при маятниковой схеме развоза грузов, число ездов автомобиля с грузом, потребный парк автомобилей.

2. **Показать на схеме** (рис.1.2) числовые значения: расстояние доставки тарно-штучных грузов грузополучателю автотранспортом, среднее время нахождения автомобиля на грузовом дворе и у грузополучателя.

Исходные данные к задаче 1 приведены в табл.2.

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ 1

Под пунктом взаимодействия (пунктом стыкования) различных видов транспорта понимают комплекс технических средств различных видов транспорта объединенных совместным выполнением технологических операций при смешанных перевозках.

В единой транспортной системе страны одно из ведущих мест занимают автомобильный и железнодорожный транспорт. Их взаимодействие наиболее наглядно проявляется при организации смешанных перевозок грузов. Железнодорожный транспорт осуществляет перевозку грузов от станции отправления до станции назначения на средние и дальние расстояния. Автомобильный транспорт эффективно используется на начальном и конечном этапах перевозочного процесса для транспортно-экспедиционного обслуживания, выполняя развоз груза на склады клиентов.

Развоз груза автотранспортом с грузовых дворов станций осуществляется по двум схемам — маятниковой и кольцевой (рис.1.1 — 1.2). В первом случае автомобиль за один оборот обслуживает одного клиента; во втором — нескольких.

Кольцевая и маятниковая схемы могут быть с порожними и без порожних пробегов автомобилей. Порожний пробег возни-

кает в том случае, когда прибытие и отправление грузов на станцию не равны между собой. При этом часть рейсов автомобиль совершает без порожнего пробега, а часть — с порожним.

Как правило, маятниковая схема применяется при развозе повагонных отправок и крупнотоннажных контейнеров, и частично при развозе среднетоннажных контейнеров и тяжеловесных грузов.

Кольцевая схема применяется при развозе мелких отправок и частично — среднетоннажных контейнеров.

На каждом этапе процесса перевозки, в том числе и при выполнении завоза-вывоза грузов в пункте взаимодействия, технические средства могут варьироваться в зависимости технологии работы и организации перевозок. Эффективность работы транс-

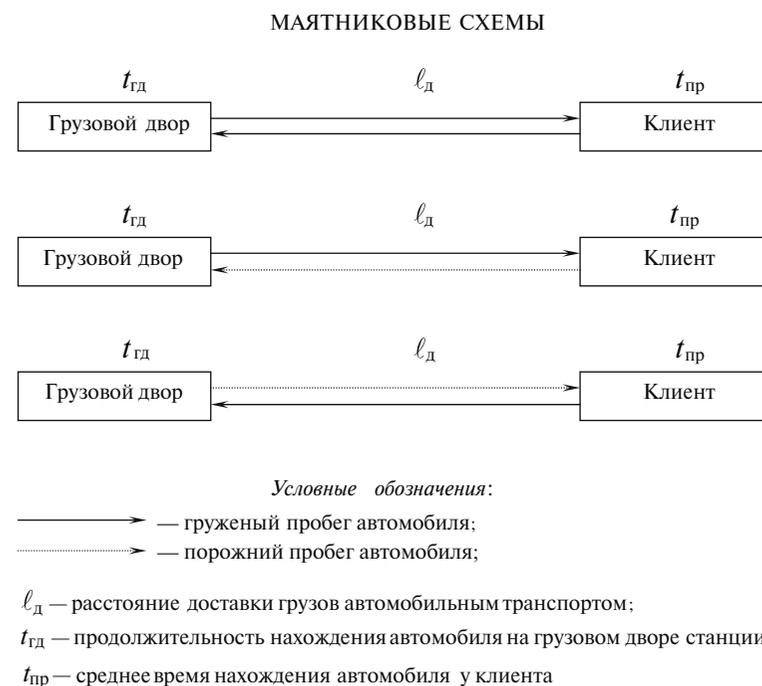
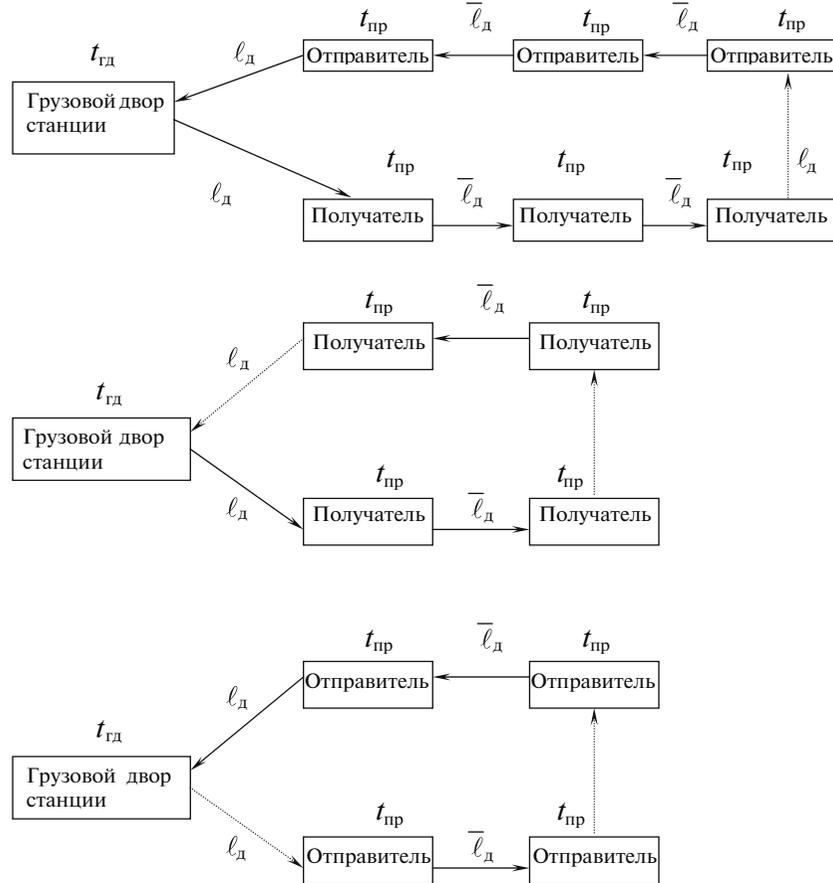


Рис. 1.1. Маятниковые схемы развоза груза автомобильным транспортом

КОЛЬЦЕВЫЕ СХЕМЫ



Условные обозначения:

—————> — грузный пробег автомобиля;

.....> — порожний пробег автомобиля;

$l_d$  — среднее расстояние доставки грузов автомобильным транспортом;

$t_{гд}$  — продолжительность нахождения автомобиля на грузовом дворе станции;

$t_{пр}$  — среднее время нахождения автомобиля у клиента

Рис.1.2. Кольцевые схемы развоза груза автомобильным транспортом

портной системы зависит от выбора параметров системы на каждом шаге процесса перевозки. В подсистеме завоза-вывоза грузов такими параметрами являются: время оборота автомобиля, число ездки автомобиля с грузом и потребный парк автомобилей.

Время оборота автомобиля, в часах, определяют по формуле

$$\theta_a = \frac{\bar{l}_{об}}{v_T} + t_{гд} + \gamma t_{пр}, \quad (1.1)$$

где  $\bar{l}_{об}$  — расстояние, проходимое автомобилем за один оборот, км;

При маятниковой схеме развоза груза автомобиль обслуживает одного клиента, поэтому:

$$\bar{l}_{об} = 2\bar{l}_d, \quad (1.2)$$

где  $\bar{l}_d$  — средняя дальность перевозки груза с грузового двора клиентам, км (принимают по заданию);

$v_T$  — техническая скорость на маршруте, км/ч (принимают из прил. 1);

$t_{гд}$  — продолжительность нахождения автомобиля на грузовом дворе станции, ч;

$t_{пр}$  — среднее время нахождения автомобиля у одного клиента, ч;

$\gamma$  — коэффициент, значение которого при наличии порожнего пробега равно 1, при отсутствии порожнего пробега равно 2.

Продолжительность нахождения автомобиля на грузовом дворе станции определяют по формуле

$$t_{гд} = t_{пз} + t_{ож} + t_{пр}, \quad (1.3)$$

где  $t_{пз}$  — продолжительность подготовительно-заключительных операций, в часах, в расчетах принять:  $t_{пз} = 0,08 - 0,17$  ч;

$t_{ож}$  — продолжительность ожидания выполнения грузовой операции, в часах, в расчетах значение  $t_{ож}$  можно принять равным от 0 до 0,25 ч.

$t_{гр}$  — продолжительность грузовой операции, в часах, которая устанавливается по Единым нормам выработки и времени на вагонные, автотранспортные и складские погрузо-разгрузочные работы. Данная величина зависит от грузоподъемности автомобиля, места производства погрузочно-разгрузочных операций, способа погрузки-выгрузки и принимается из прил. 2.

Среднее время нахождения автомобиля у одного клиента,  $t_{пр}$ , определяют аналогично  $t_{гд}$ :

$$t_{пр} = t_{пз} + t_{ож} + t_{гр}, \quad (1.4)$$

при расчете  $t_{пр}$ , можно принять  $t_{ож} = 0$ , остальные данные — из прил. 2.

Число оборотов автомобиля (ездов с грузом) за время работы на маршруте рассчитывают по формуле

$$n_e = \frac{T_p}{\theta_a}; \quad (1.5)$$

где  $T_p$  — время работы, ч (принимают по заданию);

Значение  $n_e$  округляют до целого числа.

Потребный парк автомобилей для вывоза грузов со склада в течение суток определяют по формуле

$$N_a = \frac{Q_{сут}}{q_a n_e}, \quad (1.6)$$

где  $Q_{сут}$  — среднесуточное прибытие грузов на склад, т;

$q_a$  — грузоподъемность автомобиля, т (принимают из прил. 1).

$Q_{сут}$  определяют по формуле

$$Q_{сут} = \frac{Q_{год}}{365}, \quad (1.7)$$

где  $Q_{год}$  — годовой объем прибытия (отправления) тарно-штучных грузов на склад грузового двора станции, т (принимают по заданию).

Значение  $Q_{сут}$  также округляют до целого числа.

Таблица 3

Исходные данные к задаче 2

Разряд шифры в шифре	Исходные данные	Цифра в разряде учебного шифра																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0									
0	Продолжительность работы автотранспорта, ч	8	7	6	8	9	8	7	8	9	10									
0	Общий автопарк, обслуживаемый у склада за сутки	48	40	35	55	60	50	44	58	30	65									
1	Доля автомобилей различных марок в общем парке (%): автомобили ЗИЛ автомобили ГАЗ	30	55	60	35	75	40	65	45	50	70									
2	Время обслуживания у склада: автомобили ЗИЛ автомобили ГАЗ	15	20	16	23	19	17	22	24	18	21									
1	Период ступенчатого подхода автомобилей в начале их работы, ч	3,0	1,8	2,2	2,5	1,2	2,4	1,0	1,5	2,0	2,6									
0	Доля парка автомобилей (% от общего их числа), обслуживаемых в период ступенчатого подхода	60	50	42	45	53	40	65	35	55	70									
1	Параметр Эрланга в распределении интервалов между прибытием автомобилей: в период их ступенчатого подхода в остальные часы работы	2	1	3	1	2	1	2	4	1	3									
2	Количество секций на грузовом складе	4	3	2	4	2	4	3	2	3	3									

**Примечание.** Дополнительно к расчету принять следующие данные:

Время начала работы автотранспорта 8-00.

Стоимость автомобиле-часа простоя 300 руб./ч.

Стоимость нахождения грузовой массы в течение одного часа на складе 1,5 руб./т ч.

Грузоподъемность автомобиля ЗИЛ 5 т.

Грузоподъемность автомобиля ГАЗ 4 т.

## ЗАДАЧА 2

### «РАЗРАБОТКА ГРАФИКОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ У СКЛАДА НА ГРУЗОВОМ ДВОРЕ СТАНЦИИ»

Исходные данные к задаче 2 приведены в табл.3.

#### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ 2

В этой задаче необходимо сравнить две технологии обработки автомобилей у секций склада с помощью графиков, а также определить экономическую эффективность регулирования подвода автомобилей.

1. Традиционная технология обслуживания автомобилей не позволяет оперативно регулировать их подвод к секциям склада. Автомобили, прибывающие на грузовой двор станции, первоначально подъезжают к товарной конторе, где водителям-экспедиторам выдаются документы на перевозимый груз. При оформлении документов, диспетчер не всегда учитывает то, что ряд последовательно выдаваемых документов приходится на грузы, находящиеся в одной секции склада. Поэтому возникают простои автотранспорта в ожидании обслуживания у одних секций, в то время как другие секции склада свободны. Такая технология работы называется **нерегулируемый подвод автомобилей** к секциям склада.

2. Автоматизированные системы управления на грузовом дворе станции (АСУ) позволяют следить за состоянием грузового фронта в реальном масштабе времени. Такие системы выполняют сбор, хранение, передачу информации: о местонахождении автомобилей на грузовых фронтах; о состоянии погрузочно-разгрузочных механизмов; о принятии решений по использованию автомобилей; о маршруте следования автомобиля (к какой секции склада он направляется) и т.д. В условиях действия АСУ решение об адресации автомобиля к грузовому фронту передается диспетчером на основании информации о состоянии грузового фронта в реальном масштабе времени. Таким образом, производится **регулирование подвода автомобилей** к секциям склада, когда каждый последующий автомобиль по-

ступает к секции свободной от обслуживания, либо к той, которая раньше других освободится.

Графики обработки автомобилей у секций грузового склада строят на основе моделирования интервалов подхода автомобилей, моделирования марки прибывшего автомобиля и секции подхода автомобилей (для первого варианта работы), а также норм времени на грузовые операции.

Моделирование интервалов подхода автомобилей производится с помощью соотношений теории вероятностей. Наблюдениями установлено, что поток автомобилей поступающих к складу подчиняется закону распределения Эрланга. Тогда интервалы между прибывающими автомобилями, в минутах, можно определить по формуле

$$\tau = -\frac{60}{k\lambda} \ln\left(\prod_{i=1}^k \xi_i\right), \quad (2.1)$$

где  $k$  — параметр Эрланга в распределении интервалов между прибытием автомобилей к складу;

$\lambda$  — среднечасовая интенсивность поступления автомобилей к складу, авт./ч;

$\xi$  — случайное число, равномерно распределенное в интервале  $[0, 1]$ , выбирают из таблицы случайных чисел в прил. 3.

Среднечасовую интенсивность поступления автомобилей к складу рассчитывают по формуле

$$\lambda = \frac{N_a \gamma_a}{T_p}, \quad (2.2)$$

где  $N_a$  — общий парк автомобилей, обслуживаемый у склада за сутки;

$\gamma_a$  — доля парка автомобилей, обслуживаемых у склада в рассматриваемый период суток;

$T_p$  — рассматриваемый период суток, ч.

Интенсивность прибытия автомобилей к складу различается по периодам суток. В утренние часы работы, как правило, это

первые два-три часа, автомобили прибывают интенсивнее. Поэтому данную величину определяют по каждому периоду:

1. Сгущенное прибытие (утренние часы)
2. Не сгущенное прибытие (остальное время работы)

Моделирование марки прибывшего к складу автомобиля осуществляется с помощью оси вероятностей и таблицы случайных чисел. Марка автомобиля определяется в зависимости о попадания случайного числа в один из интервалов отрезка  $[0, 1]$ . Например, завоз-вывоз грузов производится автомобилями двух марок ГАЗ и ЗИЛ, причем доля автомобилей ГАЗ, равна 0,3, а автомобилей ЗИЛ – 0,7. В этом случае, попадание случайного числа в интервал от 0 до 0,3 соответствует прибытию автомобиля ГАЗ, а в интервал от 0,3 до 1,0 – автомобиля ЗИЛ.

Моделирование секции подхода автомобилей (для первого варианта работы) также производится с помощью оси вероятностей и таблицы случайных чисел. Например, если на складе имеются три секции, то попадание случайного числа в интервал от 0 до 0,3333 означает поступление автомобиля к первой секции; попадание в интервал от 0,3334 – 0,6666 – ко второй; в интервал 0,6667 – 1,0 – к третьей секции. Аналогично моделируют поступление автомобилей к двум и к четырем секциям склада. При наличии на складе двух секций отрезок  $[0, 1]$  разбивается на два равных интервала: от 0 до 0,5 и от 0,5 до 1,0. Тогда, попадание случайного числа в интервал от 0 до 0,5 будет означать подход автомобиля к первой секции склада, а попадание в интервал 0,5 – 1,0 – ко второй. При наличии на складе четырех секций отрезок  $[0, 1]$  делится на четыре интервала – 0 – 0,25; 0,25 – 0,5; 0,5 – 0,75; 0,75 – 1,0. Попадание в интервал от 0 до 0,25 свидетельствует о поступление автомобиля к первой секции склада; в интервал 0,25 – 0,5 – ко второй; 0,5 – 0,75 – к третьей; а в интервал от 0,75 до 1,0 – к четвертой.

Одновременно с моделированием интервалов прибытия автомобилей составляют расписание их подхода к складу. Если принять, что первый автомобиль прибыл в  $t_1 = 8-00$ , а смоделированный интервал, через который прибудет следующий автомобиль,  $\tau_1 = 13$  мин, то время прибытия второго автомобиля:  $t_2 = t_1 + \tau_1 = 8-13$ ; третьего автомобиля:  $t_3 = t_2 + \tau_2 = t_1 + \tau_1 + \tau_2$  и т.д.

Для облегчения построения графика, результаты расчетов сводят в таблицу (табл. 2.1):

Т а б л и ц а 2.1

Моделирование прибытия автомобилей к складу

Интервалы между прибытием автомобилей, мин	Время подхода автомобилей (часы-минуты)	Марка прибывшего автомобиля	Время обслуживания автомобиля у секций грузового склада, мин	Секция подхода автомобиля
1	2	3	4	5

Затем строят график работы при нерегулируемом подводе автомобилей (первый вариант), используя табл. 2.1. Время на выполнение грузовых операций с автомобилем на складе принимают по заданию.

Второй вариант графика строят с использованием столбцов 1 – 4 табл. 2.1.

Секция подхода автомобиля для этого варианта работы определяется из условия регулирования: автомобиль подходит к свободной секции склада или к той, которая раньше освободится.

После построения графиков по каждому варианту суммируются автомобиле-часы. Затем рассчитывается экономическая эффективность регулирования подвода автомобилей. Годовую экономию от сокращения простоя автомобилей у склада (в руб./год) определяют по формуле

$$\mathcal{E} = (t_{\text{эк}} e_{\text{а-ч}} + t_{\text{эк}} q_{\text{а}} e_{\text{гр}}) \times 365, \quad (2.3)$$

где  $t_{\text{эк}}$  – сокращение времени простоя автомобилей у склада, авт.-ч;

$q_{\text{а}}$  – средневзвешенная грузоподъемность автомобиля, т;

$e_{\text{а-ч}}$  – стоимость автомобиле-часа простоя, руб./ч (принимают по заданию);

$e_{\text{гр}}$  – стоимость нахождения грузовой массы в течение одного часа на складе, руб./т-ч (принимается по заданию).

Сокращение времени простоя автомобилей у склада за сутки (авт./ч) в результате регулирования подвода автомобилей можно определить по формуле

$$t_{\text{эк}} = t' - t'' \quad (2.4)$$

где  $t'$  — суммарные автомобиле-часы простоя при нерегулируемом подводе автомобилей;

$t''$  — суммарные автомобиле-часы простоя при регулируемом подводе автомобилей.

Значения  $t'$  и  $t''$  находят из графиков обработки автомобилей у секций склада.

Средневзвешенную грузоподъемность автомобиля рассчитывают по формуле

$$q_a = q_{\text{ЗИЛ}}\beta_{\text{ЗИЛ}} + q_{\text{ГАЗ}}\beta_{\text{ГАЗ}} \quad (2.5)$$

$q_{\text{ЗИЛ}}, q_{\text{ГАЗ}}$  — соответственно грузоподъемность автомобилей ЗИЛ и ГАЗ, т (принимают по заданию);

$\beta_{\text{ЗИЛ}}, \beta_{\text{ГАЗ}}$  — соответственно доли автомобилей ЗИЛ и ГАЗ в общем парке автомобилей.

**Пример.** Рассчитать экономическую эффективность регулирования подвода автомобилей ЗИЛ и ГАЗ к складу тарно-штучных грузов, имеющему две секции. Время работы автотранспорта 8-00:15-00 общий парк автомобилей, обслуживаемый у склада за сутки, равен 35 автомобилям, причем 60% в нем — автомобили ЗИЛ. Продолжительность обслуживания автомобилей у склада: для автомобиля ЗИЛ — 20 мин, для автомобиля ГАЗ — 14 мин. В утренние часы работы — с 8-00 до 10-00 — к складу поступает 40% автомобилей. Параметр Эрланга в распределении интервалов между прибытием автомобилей в эти часы  $k = 2$ , а в остальные часы работы (с 10-00 до 15-00) —  $k = 3$ . Грузоподъемность автомобиля ЗИЛ — 6 т, автомобиля ГАЗ — 4 т.

*Решение.*

Интенсивность входящего потока автомобилей рассчитывают для двух периодов суток по формуле (2.2):

1. Для периода сгущенного прибытия автомобилей с 8-00 до 10-00:

$$\lambda_a = \frac{35 \times 0,4}{2} = 7 \text{ авт./ч.}$$

2. Для периода не сгущенного прибытия автомобилей с 10-00 до 15-00:

$$\lambda_a = \frac{35 \times 0,6}{5} = 4,2 \text{ авт./ч.}$$

Моделирование интервалов поступления автомобилей к складу выполняют также для двух периодов работы по формуле (2.1). Случайные числа принимают по таблице случайных чисел (прил. 3). Их выбирают только последовательно из первого (как в рассматриваемом примере) или любого другого столбца таблицы сверху вниз.

Для периода сгущенного прибытия автомобилей с 8-00 до 10-00:

$$\tau = -\frac{60}{2 \times 7} \ln \left( \prod_{i=1}^2 \xi_i \right) = -4,2857 \ln(\xi_1 \xi_2), \text{ мин}; \quad (2.6)$$

$$\tau_1 = -4,2857 \ln(0,9209 \times 0,6213) = 13 \text{ мин};$$

$$\tau_2 = -4,2857 \ln(0,3660 \times 0,8020) = 15 \text{ мин};$$

$$\tau_3 = -4,2857 \ln(0,2342 \times 0,2417) = 5 \text{ мин}$$

и т.д.

Для периода, не сгущенного прибытия автомобилей с 10-00 до 15-00:

$$\tau = -\frac{60}{3 \times 4,2} \ln \left( \prod_{i=1}^3 \xi_i \right) = -4,7619 \ln(\xi_1 \xi_2 \xi_3), \text{ мин}; \quad (2.7)$$

$$\tau_{14} = -4,7619 \ln(0,6228 \times 0,5862 \times 0,1642) = 13 \text{ мин},$$

$$\tau_{15} = -4,7619 \ln(0,5567 \times 0,4923 \times 0,9961) = 19 \text{ мин},$$

$$\tau_{16} = -4,7619 \ln(0,1069 \times 0,8034 \times 0,9341) = 19 \text{ мин}$$

и т.д.

Таким образом, до 10-00 моделирование интервалов производят по формуле (2.6), для чего из таблицы случайных чисел

выбирают два числа из первого столбца и перемножают; берется натуральный логарифм их произведения и умножается на коэффициент 4,2857. Затем последовательно выбирают два других случайных числа и операцию вычисления повторяют. По окончании строки или столбца со случайными числами переходят к следующему столбцу или строке. Аналогично моделируют интервалы поступления автомобилей в период с 10-00 до 15-00 – формула (2.7), но уже путем перемножения трех случайных чисел, соответствующих параметру Эрланга в распределении интервалов между прибытием автомобилей к складу.

Марку прибывшего автомобиля в рассматриваемом примере определяют по второму столбцу таблицы случайных чисел (выбирают только последовательно):

- если  $\xi < 0,6$ , то прибыл автомобиль ЗИЛ;
- если  $\xi > 0,6$ , то прибыл автомобиль ГАЗ.

Секцию прибытия автомобиля также определяют по таблице случайных чисел с использованием третьего столбца:

- для  $\xi < 0,5$  – 1 секция;
- для  $\xi > 0,5$  – 2 секция.

Результаты предварительных расчетов, необходимых для построения графиков обработки автомобилей у склада, сводят в табл. 2.2.

После заполнения табл. 2.1 строят графики обработки автомобилей у склада (рис.2.1 и 2.2) и подсчитывают автомобилечасы простоя:

- при нерегулируемом подходе автомобилей к складу:

$$t^I = 181a - \text{мин} = 3,02a - \text{час};$$

- при регулируемом подходе автомобилей к складу:

$$t^{II} = 73a - \text{мин} = 1,22a - \text{час}.$$

Сокращение времени простоя автомобилей у склада в результате регулирования подвода автомобилей составит:

$$t_{\text{эк}} = 3,02 - 1,22 = 1,8a - \text{час}.$$

Рассчитаем полученную экономию в денежном выражении. Средневзвешенная грузоподъемность автомобиля

$$q_a = 6 \times 0,6 + 4 \times 0,4 = 5,2 \text{ т}.$$

Тогда годовая экономия от сокращения простоя автомобилей у склада:

$$\Xi = (1,8 \times 300 + 1,8 \times 5,2 \times 1,5) \times 365 = 202224,60 \text{ руб./год}.$$

Стоимость автомобиле-часа простоя в расчете принята равной 300 руб./ч, а стоимость нахождения грузовой массы на складе в течение часа – 1,5 руб./ч.

Т а б л и ц а 2.2

**Моделирование прибытия автомобилей к складу**

Интервалы между прибытием автомобилей, мин	Время подхода автомобилей (часы-минуты)	Марка прибывшего автомобиля	Время обслуживания автомобиля у секций грузового склада, мин	Секция подхода автомобиля
1	2	3	4	5
Время начала работы	8-00	ЗИЛ	20	2
13	8-13	ЗИЛ	20	1
15	8-28	ЗИЛ	20	1
5	8-33	ГАЗ	14	2
12	8-45	ЗИЛ	20	1
16	9-01	ГАЗ	14	1
7	9-08	ЗИЛ	20	1
2	9-10	ЗИЛ	20	2
5	9-15	ГАЗ	14	1
13	9-28	ГАЗ	14	1
5	9-33	ГАЗ	14	2
13	9-40	ЗИЛ	20	1
12	9-52	ГАЗ	14	2
5	9-57	ЗИЛ	20	2
10	10-07	ЗИЛ	20	1
13	10-20	ГАЗ	14	2
19	10-39	ГАЗ	14	2
19	10-58	ГАЗ	14	1
9	11-07	ЗИЛ	20	2
25	11-32	ЗИЛ	20	1
22	11-50	ЗИЛ	20	2
19	12-09	ЗИЛ	20	1
25	12-34	ЗИЛ	20	2
12	12-46	ГАЗ	14	1
31	13-17	ЗИЛ	20	1
6	13-23	ГАЗ	14	2
14	13-37	ЗИЛ	20	2
27	14-04	ГАЗ	14	1
24	14-28	ЗИЛ	20	1
21	14-49	ЗИЛ	20	2
Время окончания работы	15-00			

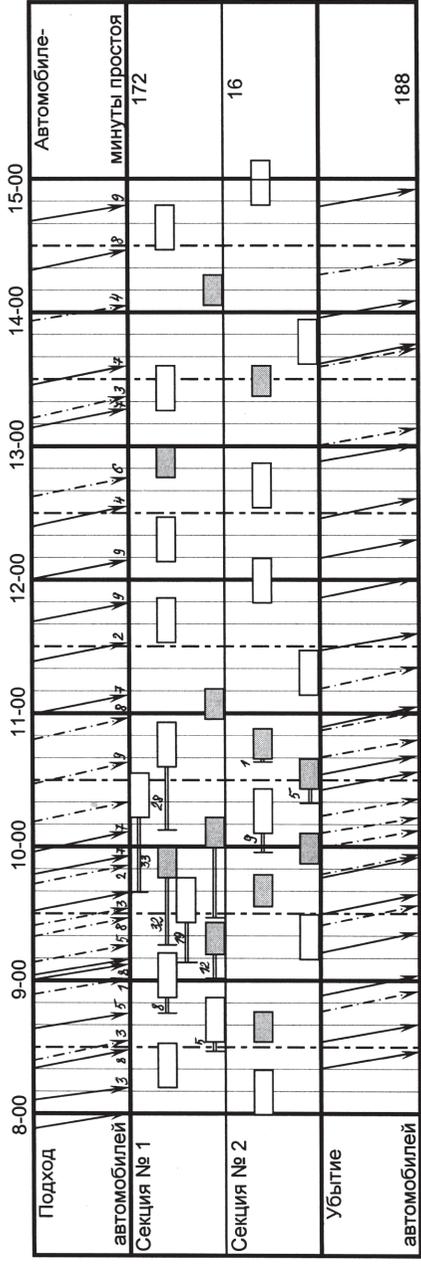


Рис. 2.1. Нерегулируемый подвод автомобилей

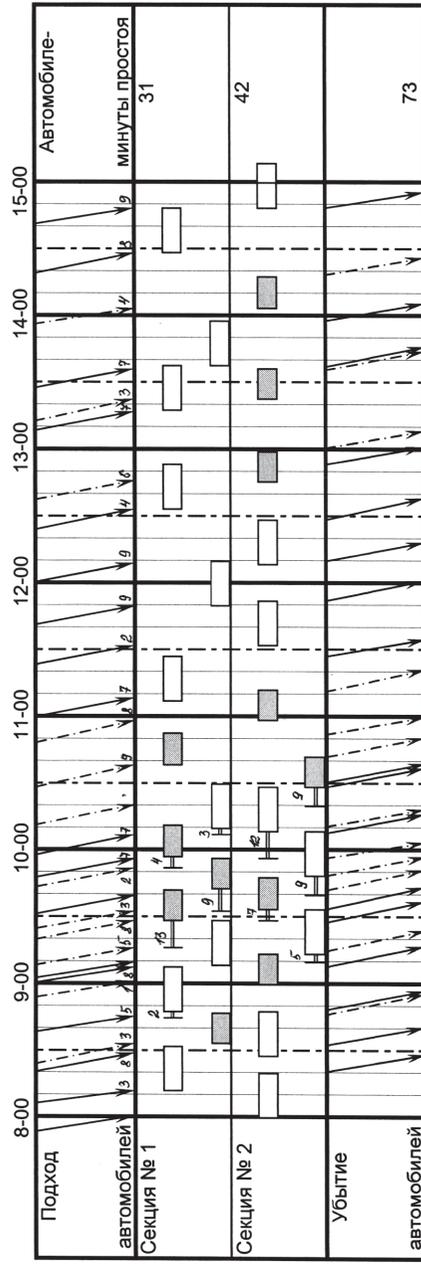


Рис. 2.2. Регулируемый подвод автомобилей

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

**Параметры бортовых автомобилей общего назначения  
и средние показатели их использования**

Тип автомобиля	Грузоподъемность $q_a$ , т	Техническая скорость $v_T$ , км/ч
ГАЗ-51А	2,5	23
ГАЗ-53А	4,0	25
ЗИЛ-130	4,0	25
ЗИЛ-130-66	5,0	24
МАЗ-200	7,0	22
МАЗ-500	7,5	25
КамАЗ-5320	8,0	25
КамАЗ-53212	10,0	25

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

**Нормы времени на выполнение погрузочно-разгрузочных работ с автомобилями**

Грузоподъемность автомобиля $q_a$ , т	Нормы времени при механизированном способе погрузки-выгрузки тарно-штучных грузов, ч	Дополнительное время при немеханизированном способе погрузки выгрузки, ч
<b>В пунктах выгрузки:</b>		
1,5-2,5	0,167	0,083
2,6-4,0	0,200	0,100
4,1-7,0	0,250	0,117
7,1-10,0	0,333	0,133
<b>В пунктах погрузки:</b>		
1,5-2,5	0,167	0,167
2,6-4,0	0,200	0,200
4,1-7,0	0,250	0,233
7,1-10,0	0,333	0,283

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**

**Таблица случайных чисел, равномерно распределенных  
в интервале [0,1]**

0,9209	0,0564	0,9774	0,0338	0,0112	0,0450	0,0562	0,1012	0,1574
6213	4773	0986	5758	6744	2503	9247	1749	0996
3660	0604	4263	4867	9131	3998	3129	7127	0256
8020	8359	6379	4737	1116	5853	6970	2825	9793
2342	2229	4571	6799	1370	8169	9539	7709	7248
2417	8307	0724	9031	9755	8786	8541	7327	5868
8469	3363	1831	5194	7026	2220	9245	1465	0710
3967	4908	8865	3772	2637	6408	9046	5455	4501
5433	7584	3017	0601	3617	4218	7835	2055	9888
4337	9404	3641	2945	6587	9532	6119	5651	1769
0614	8821	9435	8255	7690	5945	3635	9671	3216
2076	0529	2608	3136	5744	8880	4624	3505	8129
6280	8560	6280	6279	2561	8841	1402	0243	1644
7684	1000	8684	9684	8368	8053	6421	4474	0895
6946	4367	1313	5679	6992	2671	9663	2334	1998
2296	6939	9235	6174	5410	1584	6994	8578	5572
8520	9577	8097	7674	5772	3446	9218	2665	1883
4184	9981	4164	4145	8309	2454	0764	3218	3982
5468	2985	8453	1438	9891	1329	1221	2550	3771
2330	1746	4075	5821	9897	5718	5614	1332	6947
3195	4157	7352	1509	8860	0369	9230	9599	8826
0173	1727	1900	3627	5527	9155	4682	3837	8519
8772	0210	8982	9192	8174	7365	5539	2904	8443
5059	8052	3111	1163	4274	5438	9712	5150	4862
9058	3468	2526	5993	8519	4513	3032	7545	0577
0189	8041	8230	6271	4501	0772	5273	6044	1317
6228	1701	7930	9631	7561	7191	4752	1943	6695
5862	8446	4307	2753	7060	9813	6873	6686	3558
1642	1388	3030	4418	7447	1865	9312	1177	0489
5567	1338	6905	8243	5148	3391	8539	1930	0468
4923	6449	1372	7821	9193	7015	6208	3223	9431
9961	8354	8315	6669	4983	1652	6635	8286	4921
1069	1336	2405	3741	6146	9888	6034	5921	1965
8034	0821	8855	9675	8530	8205	6734	4939	1673
9341	0603	9945	0548	0493	1041	1534	2575	4109
9765	3782	3547	7330	0877	8207	9083	7290	6373

## ЛИТЕРАТУРА

1. Единая транспортная система: Учеб. для вузов/ В.Г. Галабурда, В.А. Персианов, А.А. Тимошин и др.; Под ред. В.Г. Галабурды. 2-е изд. с изменен. и дополн. — М.: Транспорт, 2001. — 303 с.
2. Основы взаимодействия железных дорог с другими видами транспорта: Учеб. для вузов/ В.В. Повороженко, Н.К. Сологуб, А.А. Тимошин, В.Г. Галабурда; Под ред. В.В. Повороженко. — М.: Транспорт, 1986. — 215 с.
3. Правдин Н.В., Негрей В.Я., Подкопаев В.А. Взаимодействие различных видов транспорта: (примеры и расчеты)/ Под ред. Н.В. Правдина. — М.: Транспорт, 1989. — 208 с.
4. Сборник основных федеральных законов о железнодорожном транспорте. — М.: Юртранс, 2003. — 192 с.
5. Экономика железнодорожного транспорта: Учеб. для вузов ж.-д. трансп./ Под ред. Н.П. Терешинной, Б.М. Лapidуса, М.Ф. Трихункова. — М.: УМК МПС России, 2001. — 600 с.
6. Экономика и организация внешнеторговых перевозок: Учеб./ Под ред. проф. К.В. Холопова. — М.: Юристь, 2000. — 684 с.
7. Дегтяренко В.Н., Зимин В.В., Костенко А.И. Организация перевозок грузов. — М.: Издательство «Приор», 1997. — 448 с.
8. Ульяницкий Е.М., Филоненков А.И., Ломаш Д.А. Информационные системы взаимодействия видов транспорта: Уч. пос. для вузов ж.-д. транспорта. — М.: Маршрут, 2005. — 264 с.
9. Журавлев Н.П., Маликов О.Б. Транспортно-грузовые системы: Учеб. для вузов ж.-д. транспорта. — М.: Маршрут, 2006. — 368 с.
10. Тимошин А.А., Мачульский И.И., Голутвин В.А., Клейнерман А.Л., Копырина В.И. Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте. М.: Маршрут, 2003. — 400 с.
11. Голубкин Б.П. Управление грузовой и коммерческой работой, грузоведение.: Уч. пос.- М.: РГОТУПС, 2007. — 215 с.
12. Управление грузовой и коммерческой работой на железнодорожном транспорте / Под ред. А.А. Смехова. — М.: Транспорт, 1990. — 351 с.
13. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте/ Под ред. П.С. Грунтова. М.: Транспорт, 1994. — 543 с.
14. Железнодорожные станции и узлы. В.М. Акулиничев, Н.В. Правдин, В.Я. Болотный, И.Е. Савченко/ Под ред. В.М. Акулиничева. Учеб. для вузов ж.-д. трансп. — М.: Транспорт, 1992. — 480 с.
15. Логистические транспортно-грузовые системы: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений/ В.И. Апатцев, С.Б. Левин, В.М. Николашин и др.; Под ред. В.М. Николашина. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 304 с.
16. Транспортная логистика: Учеб. для транспортных вузов/ Под общей ред. Л.Б. Миротина. — М.: Издательство «Экзамен», 2003. — 512 с.
17. Смехов А.А. Основы транспортной логистики: Учеб. для вузов. — М.: Транспорт, 1995. — 197 с.

## ЕДИНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА

Задание на контрольную работу  
с методическими указаниями

Редактор *В.И. Чучева*  
Компьютерная верстка *Г.Д. Волкова*

---

Тип.зак.	Изд.зак. 331	Тираж 2000 экз.
Подписано в печать 13.12.07	Гарнитура Newton	Формат 60 × 90 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>
Усл.печ.л. 1,75		

---

Издательский центр РГОТУПСа,  
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Участок оперативной печати РГОТУПСа,  
125993, Москва, Часовая ул., 22/2