

ЗАДАНИЕ НА ПРАКТИЧЕСКУЮ РАБОТУ С МЕТОДИЧЕСКИМИ УКАЗАНИЯМИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Взаимодействие видов транспорта»

Москва 2024 г.

В процессе изучения дисциплины каждый студент должен выполнить одну практическую работу. Целью работы является закрепление знаний, полученных студентами при самостоятельном изучении дисциплины.

При выполнении практической работы необходимо руководствоваться литературой, предусмотренной рабочей программой по данной дисциплине и указанной преподавателем.

Практическая работа состоит из решения одной задачи.

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

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. Подпись и дата представления работы обязательна.

Практическая работа, выполненная по варианту, не соответствующему учебному шифру студента, рецензированию не подлежит.

Практическая работа предъявляется преподавателю на зачете. Студент должен быть готов дать во время зачета пояснения по решению задачи.

Исходные данные к задаче

Таблица 1

Разряд цифры 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
		70	45	40	65	25	60	35	55	50	30
2	Время обслуживания у склада: автомобили ЗИЛ автомобили ГАЗ	15	20	16	23	19	17	22	24	18	21
		10	15	11	18	14	12	17	19	13	16
1	Период сгущенного 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 сгущенного подхода	60	50	42	45	53	40	65	35	55	70
1	Параметр Эрланга в распределении интервалов между прибытием автомобилей: в период их сгущенного подхода в остальные часы работы	2	1	3	1	2	1	2	4	1	3
		3	1	3	4	4	2	2	4	3	4
2	Количество секций на грузовом складе	4	3	2	4	2	4	3	2	3	3

Примечание. Дополнительно к расчету принять следующие данные:

1. Время начала работы автотранспорта: 8-00
2. Стоимость автомобиле-часа простоя: 300 руб/ч
3. Стоимость нахождения грузовой массы в течение одного часа на складе: 1,5 руб/тч
4. Грузоподъемность автомобиля ЗИЛ: 5 т
5. Грузоподъемность автомобиля ГАЗ: 4т

ЗАДАЧА № 1

«Разработка графиков обслуживания автомобилей у склада на грузовом дворе станции»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ №1

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

Графики обработки автомобилей у секций грузового склада строятся 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:

$$\tau = -\frac{60}{k\lambda} \ln\left(\prod_{i=1}^k \xi_i\right), \quad (1.1)$$

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

λ – среднечасовая интенсивность поступления автомобилей к складу, авт/час;

ξ – случайное число, равномерно распределенное в интервале $[0,1]$, выбирается из таблицы случайных чисел в приложении 3.

Среднечасовую интенсивность поступления автомобилей к складу рассчитывают по формуле:

$$\lambda = \frac{N_a \gamma_a}{T_p}, \quad (1.2)$$

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

γ_a - доля парка автомобилей, обслуживаемых у склада в рассматриваемый период суток;

T_p - рассматриваемый период суток, час.

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 1 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 составляется 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 будет $t_2=t_1+\tau_1=8-13$, а третьего – $t_3=t_2+\tau_2= t_1+\tau_1+\tau_2$ и т.д.

Для облегчения построения графика, результаты расчетов сводятся в таблицу (табл. 1.1):

Таблица 1.1

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 строится график работы при нерегулируемом подводе автомобилей (1 вариант), используя табл. 1.1. Время на выполнение грузовых операций с автомобилем на складе принимается по заданию.

Второй вариант графика строится с использованием 1,2,3,4 столбцов табл. 1.1.

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:

$$\mathcal{E} = (t_{\text{эк}} e_{a-ч} + t_{\text{эк}} q_a e_{\text{зр}}) \times 365, \quad (1.3)$$

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

q_a - средневзвешенная грузоподъемность автомобиля, т;

$e_{a-ч}$ - стоимость автомобиле-часа простоя, руб/час (принимается по заданию);

$e_{\text{зр}}$ - 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:

$$t_{\text{эк}} = t^I - t^{II}, \quad (1.4)$$

где t^I - суммарные автомобиле-часы простоя при нерегулируемом подводе автомобилей;

t^{II} - суммарные автомобиле-часы простоя при регулируемом подводе автомобилей.

Значения t^I и t^{II} находятся из графиков обработки автомобилей у секций склада.

Средневзвешенная грузоподъемность автомобиля рассчитывается по формуле:

$$q_a = q_{\text{ЗИЛ}} \beta_{\text{ЗИЛ}} + q_{\text{ГАЗ}} \beta_{\text{ГАЗ}}, \quad (1.5)$$

$q_{\text{ЗИЛ}}, q_{\text{ГАЗ}}$ - соответственно грузоподъемность автомобилей ЗИЛ и ГАЗ, т (принимается 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 рассчитывается для двух периодов суток по формуле (1.2) и составляет:

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 производится также для двух периодов работы по формуле (1.1). Случайные числа принимаются по таблице случайных чисел (прил. 1). Они выбираются 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:

$$\tau = -\frac{60}{2 \times 7} \ln \left(\prod_{i=1}^2 \xi_i \right) = -4,2857 \ln(\xi_1 \xi_2), \text{ мин} \quad (1.6)$$

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

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

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

и т.д.

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

$$\tau = -\frac{60}{3 \times 4,2} \ln \left(\prod_{i=1}^3 \xi_i \right) = -4,7619 \ln(\xi_1 \xi_2 \xi_3), \text{ мин} \quad (1.7)$$

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

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

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

и т.д.

Таким образом, до 10-00 моделирование интервалов производится по формуле (1.6), для чего из таблицы случайных чисел выбираются два числа из первого столбца и перемножаются; берется натуральный логарифм их произведения и умножается на коэффициент 4,2857. Затем последовательно выбираются два других случайных числа и операция вычисления повторяется. По окончании строки или столбца со случайными числами переходим к следующему столбцу или строке. Аналогично моделируются интервалы поступления автомобилей в период с 10-00 до 15-00 – формула 1.7, но уже путем перемножения трех случайных чисел, соответствующих параметру Эрланга в распределении интервалов между прибытием автомобилей к складу.

Марка прибывшего автомобиля в рассматриваемом примере определялась по второму столбцу таблицы случайных чисел (выбираются только последовательно):

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

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

Секция прибытия автомобиля также определялась по таблице случайных чисел с использованием 3 столбца:

- для $\xi < 0,5$ – 1 секция;

- для $\xi > 0,5$ – 2 секция.

Результаты предварительных расчетов, необходимых для построения графиков обработки автомобилей у склада, сводим в таблицу 1.2.

После заполнения таблицы 1.1 строятся графики обработки автомобилей у склада (рис.1.1 и 1.2) и подсчитываются автомобиле-часы простоя, которые составили:

- 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 равна:

$$q_a = 6 \times 0,6 + 4 \times 0,4 = 5,2m$$

Тогда годовая экономия от сокращения простоя автомобилей у склада:

$$\mathcal{E} = (1,8 \times 300 + 1,8 \times 5,2 \times 1,5) \times 365 = 20222460 \text{ руб} / \text{год}$$

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.

Таблица 1.2

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			

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

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

Список литературы:

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: Учебник 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. – 600с.
6. Экономика и организация внешнеторговых перевозок: Учебник/ Под ред. Проф. К.В. Холопова. – М.: Юристъ, 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: Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта. – М.: Маршрут, 2005. – 264 с.
9. Н.П. Журавлев, О.Б. Маликов. Транспортно-грузовые системы: Учебник для вузов ж.-д.транспорта. – М.: Маршрут, 2006. – 368 с.
10. А.А. Тимошин, И.И. Мачульский, В.А. Голутвин, А.Л. Клейнерман, В.И. Копырина. Комплексная механизация и автоматизация по-грузочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте. М.: Маршрут, 2003. – 400с.
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 редакцией П.С. Грунтова. М.: Транспорт, 1994. – 543 с.
14. Железнодорожные станции и узлы. Акулиничев и др.
15. Логистические транспортно-грузовые системы: Учебник 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: Учебник 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.