

З а д а н и е № 10

ОБСЛЕДОВАНИЕ ПАССАЖИРОПОТОКОВ НА ГОРОДСКИХ МАРШРУТАХ

10.1 Цель работы

Приобрести практические навыки подготовки и проведения обследования пассажиропотоков на городском маршруте и обработки материалов обследования.

10.2 Методика выполнения работы

10.2.1 Методы обследования пассажиропотоков.

Одним из основных мероприятий, способствующих повышению эффективности использования подвижного состава и улучшению качества обслуживания пассажиров, является изучение характера и направления пассажиропотоков.

Изучение спроса населения на перевозки городским общественным транспортом проводится несколькими методами. Выбор того или иного метода зависит от целей использования собираемой информации, а также определяется организационно-техническими возможностями автотранспортного предприятия. Обследование пассажиропотоков на маршрутах проводится в целях совершенствования маршрутной системы города, организации движения подвижного состава на маршрутах, определения предполагаемой выручки за перевозки.

Для комплексного изучения подвижности населения, расселения и полных передвижений наиболее эффективным является *анкетный* способ проведения обследования.

При необходимости получения только оперативной информации для решения транспортно-эксплуатационных задач предпочтительными являются натурные методы: *талонный, табличный, таблично-опросный, визуальный, силуэтный*. Они связаны с обследованием действующей системы транспортного обслуживания населения и проводятся непосредственно на городском пассажирском транспорте.

Анкетный метод основан на заполнении специальных анкет с перечнем вопросов, адресованных пассажирам, и позволяет получить исчерпывающие

данные о поездках населения, что необходимо для совершенствования маршрутной сети города в целом. Этот метод позволяет выявить потребность в передвижениях по различным направлениям вне зависимости от существующей маршрутной сети. Организация анкетного обследования включает:

- выявление крупных пассажирообразующих и пассажиропоглощающих пунктов города (района);
- нанесение на карту всех обследуемых пунктов;
- разработку анкет опроса населения;
- выбор метода обработки полученных данных.

Недостатком метода является его большая трудоемкость, высокая стоимость, сложность и длительность обработки материалов.

Табличный метод основан на подсчете входящих и выходящих пассажиров и может применяться на остановочных пунктах и в подвижном составе. На остановочном пункте применяется в случае необходимости отмены остановки или оценки пересадочности в транспортных узлах. При обследовании поездок пассажиров в подвижном составе учетчики располагаются у входных дверей автобуса и фиксируют входящих и выходящих пассажиров на каждой остановке в специальной таблице. Исходя из количества обследуемых автобусов необходимое число учетчиков определяется соответственно общему количеству дверей. Перед обследованием уточняют списки с наименованием контрольных и остановочных пунктов обследуемых маршрутов по каждому направлению. Перед проведением обследования проводится подробный инструктаж учетчиков, их распределение по маршрутам, автобусам и рабочим местам. Сообщаются цель, задача и методика обследования. Контролерам-учетчикам выдается таблица, на лицевой стороне которой фиксируются данные по прямому направлению движения, на оборотной – по обратному направлению. Предварительно учетчиком заполняется в таблице графа с наименованием всех остановочных пунктов обследуемого маршрута, а приступая к обследованию, учетчик заполняет данными верхнюю часть таблицы. Во время обследования учетчик записывает в таблице:

- время начала и окончания каждого рейса;
- количество вошедших и вышедших пассажиров через контролируемую дверь на каждой остановке;
- время проследования остановочных пунктов (заполняется только старшим учетчиком).

При отсутствии на остановочном пункте входящих и выходящих пассажиров в соответствующей графе учетчик ставит прочерк. В случае необходимости старший учетчик указывает в форме в виде примечания причины, место, время начала и окончания всех задержек на линии продолжительностью более 5 мин. Пример заполнения формы табличного обследования представлен в таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Форма обследования пассажиропотоков на маршруте

Наименование маршрута – Вокзал—Универсам									
Номер путевого листа									
Марка автобуса – МАЗ-103					Время выезда из гаража – 5.56				
Номер автобуса – АА5368					Номер выхода -- 2				
№ п/п	Время отправления	6.10		7.40		9.10		Всего за смену	
	Номер рейса	1		2		3			
	Остановочные пункты	В	С	В	С	В	С	В	С
1	Вокзал	9	-	13	-	15	-	37	-
2	Карповича улица	6	-	8	2	11	1	25	3
3	Коминтерн	10	2	15	2	14	-	39	4
4	Гагарина улица	3	4	7	7	10	3	20	14
5	Школа № 12	8	7	12	3	5	6	25	16
6	Октябрь	5	7	9	9	9	12	23	28
7	Чкалова улица	3	9	5	18	5	15	13	42
8	ЗПИ	1	7	3	12	1	9	5	28
9	Жукова улица	1	4	-	17	2	8	3	29
10	Универсам	-	6	-	2	-	18	-	26
Время прибытия		6.47		8.17		9.47		-	
В – вошло пассажиров.									
С – сошло пассажиров.									

Табличный метод является наиболее универсальным и позволяет определить все качественные и количественные показатели пассажирского потока: пассажиропотоки по длине, направлениям, часам суток; общий объем перевозок пассажиров; пассажирооборот; среднюю дальность поездки пассажиров.

Недостатком данного метода является отсутствие данных о корреспонденциях пассажиров и пересадочности.

Таблично-опросный метод – разновидность табличного. При данном обследовании пассажиру задается вопрос о конечном пункте следования по маршруту и его ответ заносится в специальную таблицу учета. Полученная информация в данном случае идентична данным талонного обследования. При современных масштабах развития сети и размерах потоков такой вид обследования можно признать пригодным лишь для отдельных выборочных ситуаций, когда устанавливается или проверяется распределение по сети потока, зарождающегося у какого-то конкретного объекта или группы объектов.

Талонный метод позволяет получить достаточно точные сведения о корреспонденциях пассажиров, однако является наиболее сложным и трудоемким в организации и обработке материалов обследования. Он основан на выдаче входящему в транспортное средство пассажиру специального талона с отметкой номера остановочного пункта посадки, который при выходе из автобуса сдается пассажиром учетчику. Учетчиком фиксируется в сданном

талоне остановочный пункт высадки. Иногда на талонах предусмотрена фиксация наличия пересадки. Для снижения трудоемкости и уменьшения расходов в большинстве случаев предусматривают выборочные талонные обследования. Однако при охвате только части подвижного состава, особенно при неизбежных отклонениях от расписания, применение данного метода может привести к существенным искажениям результатов. Обработка и анализ материалов талонного обследования позволяют выявить: корреспонденции пассажиров; пассажирообмен остановочных пунктов; мощность пассажиропотока по длине маршрута, направлениям и часам суток; среднюю дальность поездки пассажиров.

Отчетно-статистический метод применяется при анализе выручки от перевозок пассажиров по маршруту по проданным билетам, что позволяет определить количество перевезенных по маршруту пассажиров, колебания пассажиров по направлениям, часам суток, дням недели.

Снижение трудоемкости и стоимости обследования пассажиропотоков обеспечивается применением автоматизированных методов обследования, позволяющих получать информацию в обработанном виде без участия учетчиков. Методы автоматизированного обследования в зависимости от типа регистраторов можно разделить на контактные, неконтактные, косвенные и комбинированные. Регистратор состоит из датчиков, блока регистрации данных и блока питания, подключаемого к бортовой электросети автобуса [15]. Датчики контактного типа – нажимные педальные, монтируемые на ступенях, неконтактного типа – инфракрасные и ультразвуковые, устанавливаемые в дверных проемах. При косвенном учете перевозимых пассажиров используются устройства для одновременного взвешивания всех пассажиров автобуса с последующим делением общей массы на средний вес пассажира (70 кг). При комбинированном методе используется сочетание косвенного учета и бесконтактного метода регистрации пассажиров. Автоматизированные методы обследования пассажиропотоков обеспечивают непрерывное получение информации об объемах перевозок.

Работа по подготовке и проведению обследования должна осуществляться по заранее составленному плану, который разрабатывается с учетом конкретных условий проведения и возможностей организатора обследования. План включает три основные части:

- перечень работ, связанных с подготовкой проведения обследования;
- порядок проведения обследования;
- статистическую обработку материалов обследования.

Подготовка к проведению обследования включает:

- формулировку цели проведения обследования;
- выбор метода обследования;
- перечень маршрутов и остановочных пунктов, подлежащих обследованию;
- определение периода обследования;

- расчет числа учетчиков, занятых на обследовании;
- оповещение населения о проводимых мероприятиях;
- инструктаж лиц, принимающих участие в обследовании;
- изготовление бланков для учета и обработки результатов обследования.

Чтобы выбрать наиболее рациональный метод обследования, необходимо установить перечень показателей, которые требуется получить в результате обследования. При выборе метода руководствуются его трудоемкостью и стоимостью работ при условии получения достоверных результатов.

В процессе выполнения работы студент должен сформулировать цель обследования на маршруте, в соответствии с которой выбирается наиболее доступный метод обследования, дается его краткая характеристика.

10.2.2 Построение эпюры распределения пассажиропотоков.

При обработке результатов обследования в первую очередь устанавливают общее количество перевезенных пассажиров за рейс, наполнение подвижного состава на каждом перегоне и оформляют таблицу распределения пассажиропотока в автобусе по рейсам и направлениям.

Пассажиропотоки характеризуются мощностью, т. е. количеством пассажиров, проезжающих в определенный момент времени через заданное сечение маршрута в одном направлении.

Для построения эпюры распределения пассажиропотоков необходимо определить количество проезжающих пассажиров по каждому участку маршрута. Наполнение автобуса на перегоне определяется по формуле

$$H_{i-(i+1)} = H_{(i-1)-i} + B_i - C_i, \quad (10.1)$$

где $H_{i-(i+1)}$ – количество пассажиров, проезжающих по перегону между остановочными пунктами $(i - 1)$ и i ;

B_i – количество пассажиров, вошедших в транспортное средство на остановочном пункте i ;

C_i – количество пассажиров, вышедших на остановочном пункте i .

Наполнение подвижного состава на первом перегоне равно количеству вошедших пассажиров на начальном остановочном пункте:

$$H_{1-2} = B_1. \quad (10.2)$$

Эпюра распределения пассажиропотоков характеризует нагрузку автобусов на маршруте по длине и направлениям. Большинство автобусных маршрутов имеет наибольшую величину пассажиропотока в средней части маршрута, а по мере удаления к конечным остановочным пунктам пассажиропоток уменьшается. В зависимости от характера распределения пассажиропотока маршрут по длине разбивают на отдельные контрольные участки, границы которых называют контрольными пунктами.

Для характеристики распределения пассажиропотоков и их количественных соотношений используют коэффициенты неравномерности. Коэффициент неравномерности определяется отношением максимального объема перевозок за определенный период к среднему объему перевозок за тот же период.

Коэффициент неравномерности перевозок по участкам маршрута выражается отношением мощности пассажиропотока на максимально нагруженном перегоне Q_{\max} к средней мощности потока на всех участках за тот же период $Q_{\text{ср}}$:

$$\eta_{\text{н}}^{\text{уч}} = \frac{Q_{\max}}{Q_{\text{ср}}}. \quad (10.3)$$

Средний пассажиропоток на участках маршрута определяется по формуле

$$Q_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{м}}^{\text{р}}}{l_{\text{м}}}, \quad (10.4)$$

где $P_{\text{м}}^{\text{р}}$ – пассажирооборот на маршруте, пас·км;

$l_{\text{м}}$ – длина маршрута, км.

Коэффициент неравномерности перевозок по направлениям представляет собой отношение объема перевозок в направлении с максимальным пассажиропотоком $Q_{\text{ср}}^{\max}$ к объему перевозок за тот же период в обратном направлении $Q_{\text{ср}}^{\min}$:

$$\eta_{\text{н}}^{\text{напр}} = \frac{Q_{\text{ср}}^{\max}}{Q_{\text{ср}}^{\min}}. \quad (10.5)$$

Наряду с анализом пассажиропотоков по длине и направлениям необходимо знать потребность в перевозках по часам суток. При распределении пассажиропотока по часам суток условно принимают, что пассажир считается перевезенным в тот час, в котором он закончил поездку.

Коэффициент неравномерности перевозок по часам суток определяется как отношение максимального объема перевозок за час пик $Q_{\text{чп}}^{\max}$ к среднечасовому объему перевозок на маршруте $Q_{\text{чс}}^{\text{ср}}$:

$$\eta_{\text{н}}^{\text{чс}} = \frac{Q_{\text{чп}}^{\max}}{Q_{\text{чс}}^{\text{ср}}}. \quad (10.6)$$

Величины коэффициентов неравномерности колеблются в широких пределах и зависят от местных условий.

10.2.3 Расчет характеристик пассажиропотоков и показателей использования подвижного состава

Данные об объеме и характере пассажиропотока являются необходимым условием для решения следующих задач: планирования перевозок, корректировки маршрутной схемы, выбора типа и количества подвижного состава, организации движения с учетом повышения качества перевозок и эффективного использования транспортных средств.

Перевозки пассажиров в автобусах характеризуются объемом перевозок и пассажирооборотом.

Объем перевозок определяется общим количеством перевезенных за рейс пассажиров и рассчитывается как сумма вошедших (или вышедших) пассажиров по каждому остановочному пункту:

$$Q_M^P = \sum_{i=1}^n B_i = \sum_{i=1}^n C_i, \quad (10.7)$$

где n – количество остановочных пунктов на маршруте.

Пассажирооборот определяется количеством выполненных пассажиро-километров и характеризует объем выполненных пассажирских перевозок с учетом расстояний, на которые были перевезены пассажиры. Пассажирооборот на маршруте за рейс

$$P_M^P = \sum_{i=1}^n H_{i-(i+1)} \cdot l_{i-(i+1)}, \quad (10.8)$$

где $l_{i-(i+1)}$ – длина перегона между остановочными пунктами i и $(i + 1)$.

Объем перевозок и пассажирооборот рассчитывают отдельно для прямого, обратного направлений и суммарный.

По результатам обработки материалов обследования пассажиропотоков определяют: среднюю дальность поездки пассажиров, коэффициент сменности пассажиров и степень наполнения подвижного состава.

Средняя дальность поездки пассажиров – отношение выполненных пассажиро-километров за рейс (за сутки) к объему перевезенных пассажиров за тот же промежуток времени:

$$l_{\text{ср}} = \frac{P_M}{Q_M}. \quad (10.9)$$

Для анализа эффективности использования автобусов на маршруте определяют коэффициент сменности, который показывает, сколько раз в среднем сменяются пассажиры в автобусе в течение одного рейса. При использовании единого тарифа рентабельность маршрута тем выше, чем выше коэффициент сменности.

Коэффициент сменности – отношение длины маршрута к средней дальности поездки пассажиров:

$$\eta_{\text{см}} = \frac{l_{\text{м}}}{l_{\text{ср}}} . \quad (10.10)$$

Степень наполнения подвижного состава характеризуется коэффициентом использования вместимости автобусов.

Статический коэффициент использования вместимости подвижного состава:

$$\text{за рейс} \quad \gamma_{\text{ст}_p} = \frac{Q_{\text{м}}^p}{q_{\text{н}} \eta_{\text{см}_p}} , \quad (10.11)$$

$$\text{на маршруте} \quad \gamma_{\text{ст}_m} = \frac{Q_{\text{м}}}{q_{\text{н}} \eta_{\text{см}_m} z_p} , \quad (10.12)$$

где $q_{\text{н}}$ – номинальная вместимость подвижного состава, пас.;

z_p – число рейсов, выполненных на маршруте за сутки.

Динамический коэффициент использования вместимости подвижного состава определяется по формулам

$$\text{за рейс} \quad \gamma_{\text{д}_p} = \frac{P_{\text{м}}^p}{q_{\text{н}} l_{\text{м}}} , \quad (10.13)$$

$$\text{на маршруте} \quad \gamma_{\text{д}_m} = \frac{P_{\text{м}}^{\text{сут}}}{q_{\text{н}} l_{\text{м}} z_p} . \quad (10.14)$$

10.2.4 Определение выручки от перевозок на маршруте

Объем перевозок пассажиров на маршруте за месяц определяют с учетом степени неравномерности перевозок в течение месяца:

$$Q_{\text{м}} = Q_{\text{м}}^{\text{сут}} \eta_{\text{дн}} D , \quad (10.15)$$

где $\eta_{\text{дн}}$ – коэффициент неравномерности перевозок по дням недели;

D – количество календарных дней в месяце, дн.

Общий объем перевозок включает:

– пассажиров, проезжающих по разовым проездным билетам, $Q_{\text{р.б}}$;

– пассажиров, проезжающих по долгосрочным проездным билетам, $Q_{\text{д.б}}$;

– пассажиров, пользующихся правом бесплатного проезда, $Q_{\text{б.п}}$;

$$Q_{\text{м}} = Q_{\text{р.б}} + Q_{\text{д.б}} + Q_{\text{б.п}} . \quad (10.16)$$

Количество пассажиров, пользующихся правом бесплатного проезда,

$$Q_{\text{б.п}} = Q_{\text{м}} d_{\text{б.п}} , \quad (10.17)$$

где $d_{б.п}$ – удельный вес пассажиров, пользующихся правом бесплатного проезда.

Количество пассажиров, проезжающих по разовым и долгосрочным проездным билетам, определяется как сумма пассажиров, оплачивающих поездку в полном объеме, $Q_{р.б}^п$ и $Q_{д.б}^п$, и пассажиров, оплачивающих 50 % стоимости проезда, $Q_{р.б}^л$ и $Q_{д.б}^л$,

$$Q_{д.б} = Q_{д.б}^п + Q_{д.б}^л = (n_{д.б}^п + n_{д.б}^л) N_{Г}, \quad (10.18)$$

где $n_{д.б}^п, n_{д.б}^л$ – соответственно число проданных полных и льготных долгосрочных проездных билетов в расчете на данный маршрут;

$$n_{д.б}^л = n_{д.б}^{общ} d_{л.п}, \quad (10.19)$$

$$n_{д.б}^п = n_{д.б}^{общ} - n_{д.б}^л, \quad (10.20)$$

где $n_{д.б}^{общ}$ – общее количество проданных долгосрочных проездных билетов в расчете на данный маршрут;

$d_{л.п}$ – удельный вес пассажиров, пользующихся правом льготного проезда;

$N_{Г}$ – количество поездок одного пассажира в месяц по проездному билету городского транспорта общего пользования, определяется по таблице 10.2.

Таблица 10.2 – Количество поездок одного пассажира в месяц

Группа города	Численность населения, тыс. чел.	Количество поездок в зависимости от числа видов транспорта			
		1	2	3	4
I	Св. 250	120	140	165	180
II	50–250	115	140	-	-
III	До 50	90	-	-	-

Количество пассажиров, проезжающих по разовым проездным билетам:

$$Q_{р.б} = Q_{р.б}^п + Q_{р.б}^л, \quad (10.21)$$

$$Q_{р.б}^л = Q_{р.б} d_{л.п}. \quad (10.22)$$

Выручка на маршруте за месяц определяется по формуле

$$B_{М} = B_{р.б} + B_{д.б}, \quad (10.23)$$

где $B_{p.б}$ – выручка, полученная от продажи разовых проездных билетов, руб.;

$B_{д.б}$ – выручка, полученная от продажи долгосрочных проездных билетов, руб.,

$$B_{p.б} = Q_{p.б} T k_2, \quad (10.24)$$

$$B_{д.б} = n_{д.б} C_{д.б} k_2, \quad (10.25)$$

где T – тариф за перевозку пассажиров в городском сообщении, руб.;

k_2 – коэффициент, учитывающий установленные законодательством льготы на проезд: для 50%-ной оплаты $k_2 = 0,5$, для полной оплаты $k_2 = 1$;

$C_{д.б}$ – стоимость месячного проездного билета;

$$C_{д.б} = T N_{Г} k_1 k_2, \quad (10.26)$$

где k_1 – понижающий коэффициент, используемый для расчета количества поездок в городском транспорте общего пользования, учитываемого в стоимости соответствующих видов месячных проездных билетов (таблица 10.3).

Таблица 10.3 – Значения понижающего коэффициента для расчета количества поездок

Группа города	Численность населения, тыс. чел.	Значения k_1 в зависимости от числа видов транспорта			
		1	2	3	4
I	Св. 250	0,375	0,429	0,434	0,450
II	50–250	0,381	0,420	-	-
III	До 50	0,425	-	-	-

10.3 Варианты заданий

Исходные данные:

- а) схема городского маршрута;
- б) количество вошедших и вышедших пассажиров на остановочных пунктах маршрута за рейс и за сутки;
- в) расстояние между остановочными пунктами;
- г) марка и номинальная вместимость автобуса;
- д) число рейсов за сутки.

Исходные данные выбираются из приложения В.

Требуется:

- а) ознакомиться с методами обследования пассажиропотоков;
- б) составить форму табличного обследования для заданного маршрута;
- в) выполнить обследование пассажиропотоков между остановочными пунктами маршрута;
- г) построить картограмму пассажиропотоков на маршруте;
- д) определить объем перевозок и колебания пассажиропотоков по направлениям и участкам маршрута;
- е) рассчитать характеристики пассажиропотока на маршруте и показатели использования подвижного состава;
- ж) определить предполагаемый объем выручки за один рейс, приняв стоимость поездки одного пассажира согласно действующим тарифам.

10.4 Пример выполнения задания

Из задания (см. приложение В) выбирают согласно варианту городской маршрут, данные о количестве вошедших и вышедших пассажиров по остановочным пунктам маршрута за рейс и за сутки.

Для примера расчета использован маршрут «Вокзал – Больница», представленный на рисунке 10.1. Перевозки на маршруте выполняются автобусами вместимостью 74 пас.

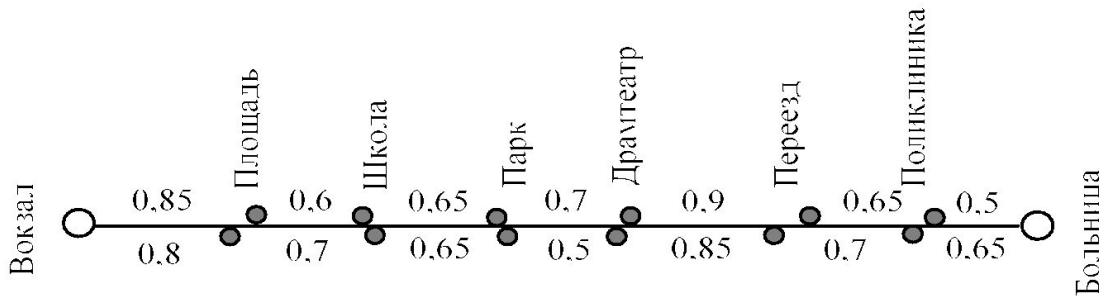


Рисунок 10.1 – Схема маршрута «Вокзал – Больница»

Пассажирообмен остановочных пунктов маршрута за рейс и за сутки приведен в таблице 10.4.

По формуле (10.1) рассчитывается наполнение подвижного состава на перегонах маршрута в прямом и обратном направлениях:

$$H_{1-2} = 12 \text{ пас.}; H_{2-3} = 12 + 8 - 1 = 19 \text{ пас.}$$

Результаты расчета наполнения автобусов сведены в таблицу 10.5.

Таблица 10.4 – Количество вошедших и вышедших пассажиров на маршруте Вокзал – Больница

№ п/п	Остановочные пункты	Количество пассажиров			
		за рейс		за сутки	
		вошло	сошло	вошло	сошло
1	Вокзал	12	0	235	0
2	Площадь	8	1	187	31
3	Школа	16	4	201	89
4	Парк	5	7	121	102
5	Драмтеатр	11	13	196	180
6	Переезд	8	10	95	149
7	Поликлиника	3	19	47	322
8	Больница	4	9	216	209
9	Поликлиника	17	0	303	12
10	Переезд	6	2	118	36
11	Драмтеатр	13	5	214	118
12	Парк	7	10	144	169
13	Школа	7	12	153	271
14	Площадь	1	11	77	297
15	Вокзал	0	15	0	322
Итого пассажиров		118	118	2307	2307

На основе данных о количестве проезжающих пассажиров по каждому участку маршрута строят эпюру распределения пассажиропотоков путем наложения в масштабе потоков на соответствующие перегоны маршрута в прямом и обратном направлениях. Полученная эпюра представлена на рисунке 10.2.

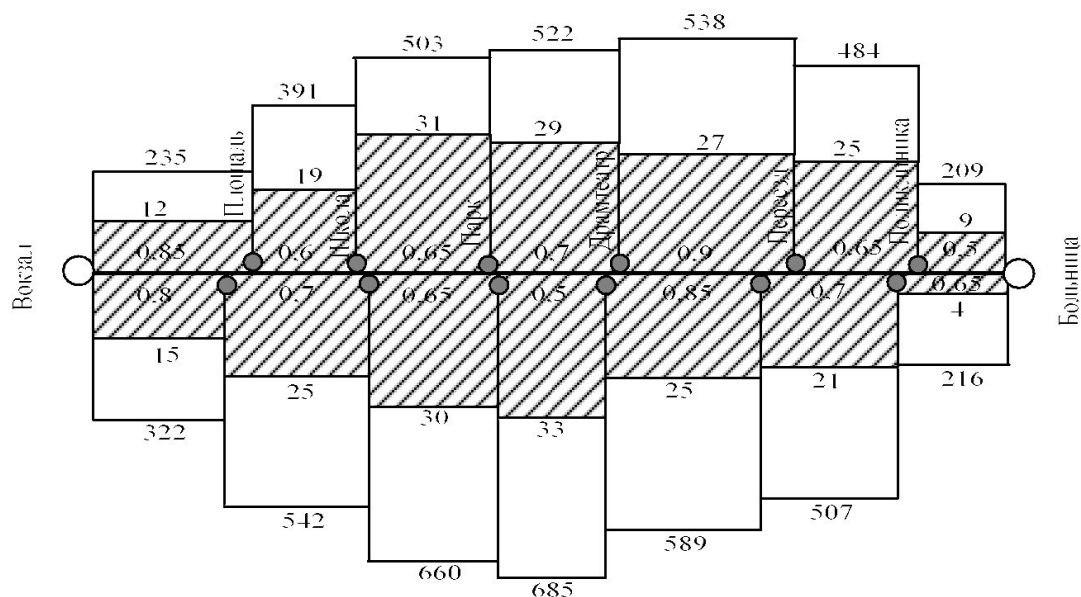


Рисунок 10.2 – Эпюра распределения пассажиропотоков по участкам маршрута

Таблица 10.5 – Расчет наполнения и пассажирооборота по участкам маршрута

Остановочные пункты	Длина перегона, км	За рейс				За сутки			
		количество пассажиров			пассажирооборот, пас·км	количество пассажиров			пассажирооборот, пас·км
		вошло	сошло	наполнение		вошло	сошло	наполнение	
Вокзал	-	12	0	-	-	235	0	-	-
Площадь	0,85	8	1	12	10,2	187	31	235	199,75
Школа	0,6	16	4	19	11,4	201	89	391	234,6
Парк	0,65	5	7	31	20,15	121	102	503	326,95
Драмтеатр	0,7	11	13	29	20,3	196	180	522	365,4
Переезд	0,9	8	10	27	24,3	95	149	538	484,2
Поликлиника	0,65	3	19	25	16,25	47	322	484	314,6
Больница	0,5	0	9	9	4,5	0	209	209	104,5
Итого	4,85	63	63	-	107,1	1082	1082	-	2030
Больница	-	4	0	-	-	216	0	-	-
Поликлиника	0,65	17	0	4	2,6	303	12	216	140,4
Переезд	0,7	6	2	21	14,7	118	36	507	354,9
Драмтеатр	0,85	13	5	25	21,25	214	118	589	500,65
Парк	0,5	7	10	33	16,5	144	169	685	342,5
Школа	0,65	7	12	30	19,5	153	271	660	429
Площадь	0,7	1	11	25	17,5	77	297	542	379,4
Вокзал	0,8	0	15	15	12	0	322	322	257,6
Итого	4,85	55	55	-	104,05	1225	1225	-	2404,45

По таблице 10.4 рассчитывают объем перевозок пассажиров за рейс и за сутки суммированием вошедших пассажиров. Правильность подсчета определяют по итоговой строке графы «Сошло пассажиров»:

$$Q_M^P = 63 + 55 = 118 \text{ пас.};$$

$$Q_M^{\text{сут}} = 1082 + 1225 = 2307 \text{ пас.}$$

Пассажирооборот на участке маршрута определяется по формуле (10.8)

$$P_{1-2} = 12 \cdot 0,85 = 10,2 \text{ пас} \cdot \text{км.}$$

Пассажирооборот на маршруте за рейс определяется суммированием пассажирооборота по участкам маршрута. Результаты расчетов сведены в таблицу 10.5:

$$P_M^P = 107,1 + 104,05 = 211,15 \text{ пас} \cdot \text{км};$$

$$P_M^{\text{сут}} = 2030 + 2404,45 = 4434,45 \text{ пас} \cdot \text{км}.$$

По формулам (10.9) и (10.10) определяют среднюю дальность поездки и коэффициент сменности пассажиров:

$$l_{\text{ср}}^P = \frac{211,15}{118} = 1,79 \text{ км};$$

$$\eta_{\text{см}}^P = \frac{4,85}{1,79} = 2,7 ;$$

$$l_{\text{ср}}^{\text{сут}} = \frac{4434,45}{2307} = 1,92 \text{ км};$$

$$\eta_{\text{см}}^{\text{сут}} = \frac{4,85}{1,92} = 2,53 .$$

Статический и динамический коэффициенты использования вместимости пассажиров рассчитывают по формулам (10.11)–(10.14):

$$\gamma_{\text{ст}}^P = \frac{118}{74 \cdot 2,7 \cdot 2} = 0,3 ;$$

$$\gamma_{\text{ст}}^{\text{сут}} = \frac{2307}{74 \cdot 2,53 \cdot 16} = 0,77 ;$$

$$\gamma_{\text{д}}^P = \frac{211,15}{74 \cdot 4,85 \cdot 2} = 0,3 ;$$

$$\gamma_{\text{д}}^{\text{сут}} = \frac{4434,45}{74 \cdot 4,85 \cdot 16} = 0,77 .$$

По эюре распределения пассажиропотоков по длине маршрута определяют значения коэффициентов неравномерности потоков по участкам и направлениям маршрута за сутки по формулам (10.3)–(10.5):

$$\eta_{\text{н}}^{\text{уч}} = \frac{685}{457} = 1,5 ;$$

$$\eta_{\text{н}}^{\text{напр}} = \frac{1225}{1082} = 1,13 .$$

Для города с численностью населения 100 тыс. чел., транспортное обслуживание которого осуществляется одним видом транспорта, количество перевезенных пассажиров за месяц на маршруте определяется по формулам (10.15)–(10.18) и (10.21), (10.22). Коэффициент неравномерности пассажиропотоков по месяцам года равен 1,12. Доля пассажиров, перевозимых бесплатно, составляет 20,8 %, а пользующихся правом льготного проезда, – 29,4 %:

$$Q_M = 2307 \cdot 1,12 \cdot 30 = 77515 \text{ пас.};$$

$$Q_{\text{б.п}} = 77515 \cdot 0,208 = 16123 \text{ пас.};$$

$$Q_{\text{д.б}} = 200 \cdot 115 = 23000 \text{ пас.};$$

$$Q_{\text{р.б}} = 77515 - 16123 - 23000 = 38392 \text{ пас.};$$

$$Q_{\text{р.б}}^{\text{л}} = 38392 \cdot 0,294 = 11287 \text{ пас.};$$

$$Q_{\text{р.б}}^{\text{п}} = 38392 - 11287 = 27105 \text{ пас.}$$

Количество проданных долгосрочных проездных билетов рассчитывается по формулам (10.19), (10.20):

$$n_{\text{д.б}}^{\text{л}} = 200 \cdot 0,294 = 58;$$

$$n_{\text{д.б}}^{\text{п}} = 200 - 58 = 142.$$

Стоимость долгосрочных проездных билетов, рассчитанная по зависимости (10.26):

$$C_{\text{д.б}}^{\text{п}} = 380 \cdot 115 \cdot 0,381 \cdot 1 = 16650 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{д.б}}^{\text{л}} = 380 \cdot 115 \cdot 0,381 \cdot 0,5 = 8330 \text{ руб.}$$

Выручка от проданных долгосрочных и разовых проездных билетов при $n_{\text{д.б}}^{\text{общ}} = 200$ определяется по формулам (10.23)–(10.25):

$$B_{\text{д.б}}^{\text{п}} = 142 \cdot 16650 = 2364,3 \text{ тыс. руб.};$$

$$B_{\text{д.б}}^{\text{л}} = 58 \cdot 8330 = 483,14 \text{ тыс. руб.};$$

$$B_{\text{р.б}}^{\text{п}} = 27105 \cdot 380 = 10299,9 \text{ тыс. руб.};$$

$$B_{\text{р.б}}^{\text{л}} = 11287 \cdot 380 \cdot 0,5 = 2144,53 \text{ тыс. руб.}$$

Доходы, полученные за месяц на данном маршруте,

$$B_M = 2364,3 + 483,14 + 10299,9 + 2144,53 = 15291,87 \text{ тыс.руб.}$$

Контрольные вопросы

1 Назовите методы обследования поездок населения и пассажиропотоков, их характерные отличия.

2 Как определяется неравномерность пассажиропотоков на маршруте?

3 Назовите основные недостатки табличного метода обследования пассажиропотоков?

4 Перечислите основные показатели использования автобусов на маршруте. Как они рассчитываются?

З а д а н и е № 11

СОСТАВЛЕНИЕ ПАСПОРТА АВТОБУСНОГО МАРШРУТА

11.1 Цель работы

Ознакомиться с порядком открытия, закрытия и корректировки маршрутов и составлением паспорта автобусного маршрута.

11.2 Методика выполнения работы

11.2.1 Порядок открытия, закрытия и изменения маршрутов

Открытие маршрута осуществляется при условии достаточного по мощности пассажиропотока (в городах не менее 100 пас./ч в одном направлении), обеспечения безопасного движения по трассе маршрута и наличия необходимого числа автобусов.

Открытие новых маршрутов предшествует:

- выявление и изучение пассажиропотоков по величине и направлению;
- выбор трассы маршрута;
- изучение дорожных условий;
- установление параметров автобусного маршрута;
- составление паспорта маршрута.

Предлагаемый к открытию маршрут городских автобусных перевозок пассажиров в регулярном сообщении должен иметь паспорт. Разработку паспорта маршрута обеспечивает уполномоченная соответствующим компетентным органом организация, в лице которой может выступать перевозчик, оператор перевозок или проектная организация. Компетентным органом по выдаче разрешений на выполнение автобусных перевозок в регулярном сообщении являются местные исполнительные и распорядительные органы или уполномоченные ими организации (заказчики). Заказчики перевозок совместно с территориальными организациями автотранспорта, подведомственными Министерству транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, организуют и контролируют перевозки пассажиров в пределах соответствующей административно-территориальной единицы. Паспорт подписывается разработчиком, согласовывается с органами управления в области дорожного хозяйства, отделами ГАИ.

При допуске к перевозкам на маршруте перевозчику выдается соответ-

вующее разрешение и утвержденный паспорт маршрута. К действующему паспорту прилагается расписание движения транспортных средств по рейсам.

На вновь организованном маршруте должны выполняться требования по максимально допустимой наполняемости автобусов пассажирами, использования провозной способности автобусов по длине и направлениям маршрута, обеспечения длины маршрута не менее 1,5–2 км, соответствия трассы маршрута техническим требованиям.

Закрытие маршрута допускается при отсутствии потребности в перевозках и при реорганизации маршрутной системы. При изменении потребности в перевозках в микрорайонах, расположенных рядом с трассой действующего маршрута, маршрут можно изменять. Закрытие и корректировка маршрутов производятся после технико-экономического обоснования. Заказчик (оператор) автомобильных перевозок или перевозчик обязан не позднее 15 суток до даты открытия, изменения или закрытия маршрута перевозки пассажиров информировать об этом население через средства массовой информации.

11.2.2 Обследование параметров автодороги. Оформление паспорта маршрута

Паспорт маршрута – основной документ, регламентирующий работу автомобильного перевозчика, обслуживающего регулярный маршрут. Для составления паспорта автобусного маршрута должно проводиться обследование маршрута:

1) составляется техническое задание на обследование маршрута на основании решения заказчика, которое должно содержать информацию о параметрах маршрута (начальный и конечный остановочный пункты), виде сообщения (городское, пригородное, междугородное), пути следования по улицам (дорогам), характеристику всех пассажирообразующих пунктов маршрута (производственные предприятия, образовательные учреждения, места массового посещения, их время работы, удаленность от остановочных пунктов и др.);

2) организуется обследование дорожных условий на маршруте. С этой целью создается комиссия в составе представителей заказчика, перевозчика, дорожной организации и Государственной автомобильной инспекции, которая, путем выезда на автотранспортном средстве, оборудованном спидометром в соответствии с СТБ 8003, выявляет недостатки в благоустройстве дороги. По результатам обследования составляется акт обследования дорожных условий установленной формы;

3) составляется схема маршрута;

4) определяется скорость движения автобуса на маршруте;

5) изучается спрос населения на пассажирские перевозки или выполняется обследование пассажиропотоков;

6) составляется расписание движения по маршруту;

7) определяются основные показатели работы пассажирских автотранспортных средств на маршруте;

8) оформляется паспорт маршрута.

Паспорт маршрута оформляют в двух экземплярах, первый из которых хранится у заказчика перевозок, второй – у перевозчика.

На титульном листе паспорта указывают:

– наименование организации, уполномоченной заказчиком на разработку паспорта автобусного маршрута;

– наименование и номер маршрута;

– вид и тип маршрута;

– подпись руководителя организации, разрабатывающей паспорт.

На титульном листе делаются отметки об утверждении паспорта маршрута заказчиком и о согласовании органом управления в области дорожного хозяйства и Государственной автомобильной инспекцией.

Паспорт маршрута содержит шесть форм.

Форма 1 «Общая характеристика маршрута» включает следующую информацию:

– наименование маршрута по пунктам отправления и прибытия;

– номер маршрута;

– вид сообщения: городское, пригородное, междугородное;

– тип маршрута: обычный, экспрессный, скоростной;

– протяженность в километрах и время работы в часах (указывается время начала и окончания работы на маршруте отдельно для будних и для выходных (праздничных) дней);

– сезонность работы – указываются месяцы работы на маршруте в случае, если маршрут функционирует лишь в определенный период года;

– марка и количество автобусов, необходимых для работы на маршруте, а также число рейсов – отмечают отдельно для будних и выходных (праздничных) дней;

– дата открытия (закрытия) и основание для открытия (закрытия) маршрута – указываются номер и дата договора об организации перевозок пассажиров или решения заказчика о расторжении договора с перевозчиком;

– наименования, адреса и номера телефонов диспетчерских пунктов на маршруте;

– места размещения технических контрольных устройств на маршруте;

– реквизиты перевозчика, обслуживающего маршрут: наименование, юридический адрес, номер телефона, номер и дата получения лицензии и другие реквизиты по усмотрению заказчика.

Форма 2 «Акт обследования условий движения, замера протяженности маршрута и расстояний между остановочными пунктами» составляется по материалам обследования автодороги специальной комиссией. Комиссия

изучает состояние дорожной сети, по которой будет организовано движение автобусов, выявляет опасные для движения места, определяет места остановки автобуса, места установки остановочных знаков, расстояния между остановочными пунктами с точностью до 0,1 км. Проезжая часть должна иметь ширину, обеспечивающую безопасный разъезд автобусов со встречными автомобилями без снижения скорости, дорожное полотно не должно иметь выбоин и просадок, которые могут привести к потере управляемости автобусом. На оборотной стороне акта записывается общая протяженность маршрута в километрах, расстояния от места расположения перевозчика до начального пункта маршрута и от конечного пункта до перевозчика в соответствии с показаниями спидометра, марка и государственный номер автобуса, на котором выполнялось обследование. Также указываются выявленные недостатки в благоустройстве улиц, по которым проходит маршрут, и делается заключение о возможности открытия маршрута.

Комиссия того же состава должна также выполнить обследование скорости движения автобуса на маршруте. С этой целью должно использоваться оборудованное спидометром в соответствии с СТБ 8003 транспортное средство той же марки, которую предполагается использовать для работы на маршруте. В процессе обследования замеряются расстояния между остановочными пунктами и время движения между ними как в прямом, так и в обратном направлении по маршруту. Замер времени выполняется от момента начала движения автобуса от остановочного пункта до полной его остановки у следующего. По результатам замеров заполняется форма 3 «Акт обследования скорости движения автобуса на маршруте». Расстояния между остановочными пунктами и время движения указываются в прямом и в обратном направлениях соответственно в столбцах 3 и 4 таблицы (хронокарты). На основании этих данных рассчитывается скорость движения автобуса на участках маршрута как частное от деления расстояния между остановками (столбец 3) на время движения (столбец 4). На оборотной стороне формы 3 строится график движения автобусов на маршруте на основании данных замеров. На графике отражают размещение на маршруте всех остановочных и контрольных пунктов в прямом и обратном направлениях в соответствии с расстоянием, а также время их прохождения.

Форма 4 «Схема и описание маршрута» заполняется по результатам обследования дорожных условий на маршруте. Контуры схемы маршрута должны соответствовать карте города, наименованиям улиц, по которым проходит маршрут. На схеме обозначают места расположения и наименования остановочных пунктов в прямом и обратном направлениях, места пересечения с главными дорогами и улицами, места движения под запрещающие знаки против основного транспортного потока, а также зоны с большими пешеходными потоками (предприятия, учебные заведения, вокзалы, рынки, больницы, крупные жилые микрорайоны). Также условными обозначениями

на схеме указываются:

- мосты, путепроводы;
- пересечения с рельсовыми путями;
- крутые повороты (повороты с радиусом менее 100 м);
- спуски с уклоном более 7 ‰;
- откосы глубиной более 3 м;
- места сужения дороги;
- другие опасные для движения места.

В паспорте городского автобусного маршрута помимо схемы маршрута могут быть приведены схемы отстойно-разворотных площадок, в которых указываются их месторасположение, вместимость, дата введения в действие. В верхней части формы 4 располагается отметка об утверждении схемы маршрута заказчиком перевозок.

В форме 5 «Таблица для отчета перевозчика за работу, выполненную на маршруте» приводятся основные эксплуатационные и экономические показатели работы на маршруте за год. К ним относятся:

- количество выполненных рейсов;
- количество автобусов по маркам;
- объем перевезенных пассажиров;
- выполненный пассажирооборот;
- выручка от проданных билетов, в т. ч. многократного пользования;
- тариф за перевозку одного пассажира;
- себестоимость одного пассажиро-километра;
- рентабельность;
- полученная дотация.

В случае, когда маршрут обслуживается несколькими перевозчиками, в отчете указывается их количество.

Форма 5 заполняется ежегодно: для вновь открываемых маршрутов – за период его функционирования с момента открытия до конца года, для остальных маршрутов – за год.

Форма 6 «Лист регистрации изменений характеристики маршрута» заполняется в случае продления, сокращения длины маршрута, а также изменения пути следования по маршруту. При этом в соответствующих графах указываются:

- дата внесения изменений (графа 1);
- наименование изменения и основание для его внесения (графа 2);
- номер и дата документа, являющегося основанием для внесения изменения (графа 3);
- подпись лица, внесшего изменение в паспорт маршрута (графа 4);
- срок введения изменения (графа 5).

11.2.3 Расчет оптимального количества остановочных пунктов на маршруте

Общее время, затрачиваемое пассажиром на передвижение, можно представить как сумму слагаемых:

- время на подход к остановочному пункту – зависит от плотности маршрутной сети, скорости пешехода и длины перегона;
- время ожидания транспорта – зависит от интервала движения транспорта;
- время движения пассажира в транспортном средстве – зависит от скорости сообщения и средней дальности поездки пассажира;
- время движения от конечной остановки до объекта назначения.

$$t = 2 \cdot 60 \left(\frac{1}{v_{\text{п}} \sigma} + \frac{l_{\text{п}}}{2v_{\text{п}}} \right) + \frac{I}{2} + \frac{60l_{\text{ср}}}{v_{\text{т}}} + \left(\frac{l_{\text{ср}}}{l_{\text{п}}} - 1 \right) t_{\text{оп}}, \quad (11.1)$$

где $v_{\text{п}}$ – средняя скорость движения пешехода, принять 4 – 5 км/ч;

σ – плотность маршрутной сети, принять 2,0 км/км²;

$l_{\text{п}}$ – среднее расстояние перегонов на маршруте, км;

I – интервал движения транспортных средств, мин;

$l_{\text{ср}}$ – средняя дальность поездки пассажиров, км;

$v_{\text{т}}$ – техническая скорость движения транспортных средств, км/ч;

$t_{\text{оп}}$ – среднее время простоя автобусов на промежуточном остановочном пункте, принять равным 1 мин.

Решая данное уравнение относительно длины перегона при базовых значениях $v_{\text{п}}$, $l_{\text{ср}}$, $t_{\text{оп}}$, определяют оптимальную длину перегона, при которой затраты времени пассажиров будут минимальными. По результатам расчетов строится график зависимости $t = f(l_{\text{п}})$. Точка перегиба кривой соответствует минимальным затратам времени поездки пассажиров, а перпендикуляр, опущенный из этой точки на ось абсцисс, в своем пересечении указывает оптимальное среднее расстояние перегона.

Определив среднее расстояние перегона, рассчитывают оптимальное количество остановочных пунктов на маршруте:

$$n_{\text{опт}} = \frac{l_{\text{м}}}{l_{\text{п}}^{\text{опт}}} + 1, \quad (11.2)$$

где $l_{\text{м}}$ – длина маршрута, км;

$l_{\text{п}}^{\text{опт}}$ – оптимальная длина перегона на маршруте, км.

11.3 Варианты заданий

Исходные данные:

- а) результаты замера протяженности маршрута и обследования параметров автомобильной дороги (маршрут задается преподавателем);
- б) протоколы хронометражных замеров времени хода автобуса на маршруте (принимаются по результатам обследования).

Требуется:

- а) изучить инструкцию по заполнению паспорта автобусного маршрута;
- б) по результатам хронометражных наблюдений составить акт обследования дорожных условий и замера протяженности маршрута;
- в) указать путь следования автобуса по маршруту;
- г) определить протяженность перегонов на маршруте и время рейса с учетом продолжительности остановок;
- д) рассчитать скорость движения автобуса на перегонах и на маршруте;
- е) составить схему маршрута с указанием на ней его особенностей;
- ж) определить оптимальное количество остановок на маршруте.

11.4 Пример выполнения задания

Исходные данные для выполнения работы задаются преподавателем. По результатам обследования маршрута и замеров протяженности и времени хода заполняется паспорт автобусного маршрута. Пример паспорта городского маршрута «Аэропорт – Академия наук» представлен в приложении Г. Интервал движения на маршруте составляет 2,5 мин, средняя техническая скорость 25 км/ч, средняя дальность поездки 3,68 км.

Общее время, затрачиваемое пассажиром на передвижение, при средней длине перегона 0,2 км

$$t = 2 \cdot 60 \cdot \left(\frac{1}{5 \cdot 2} + \frac{0,2}{2 \cdot 5} \right) + \frac{2,5}{2} + \frac{60 \cdot 3,68}{25} + \left(\frac{3,68}{0,2} - 1 \right) \cdot 0,8 = 38,4 \text{ мин.}$$

Результаты расчета затрат времени при других значениях $l_{п}$ представлены в таблице 11.1. По данным таблицы строится график зависимости времени передвижения пассажиров от средней длины перегона на маршруте (рисунки 11.1).

Таблица 11.1 – Расчет затрат времени на передвижение

Средняя длина перегона, км	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Затраты времени, мин	38,40	34,69	33,44	33,17	33,39	33,89	34,56	35,35

Поскольку наименьшее время передвижения пассажира (33,17 мин)

наблюдается при длине перегона, равной 0,5 км, оптимальное количество остановочных пунктов на маршруте

$$n_{\text{опт}} = \frac{16,9}{0,5} + 1 = 35.$$

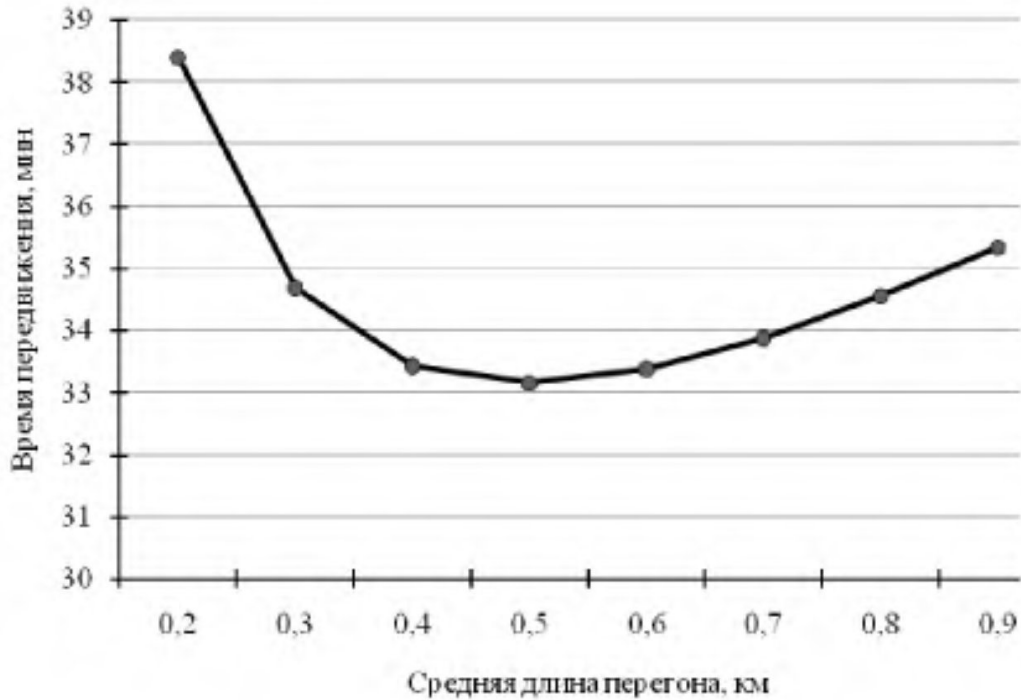


Рисунок 11.1 – Определение оптимальной длины перегона

Контрольные вопросы

- 1 Сколько форм содержит паспорт маршрута? Назовите их.
- 2 Кто должен входить в комиссию по обследованию дорожных условий на маршруте?
- 3 Как определяется оптимальное количество остановочных пунктов на маршруте?
- 4 Какие мероприятия должны предшествовать открытию нового автобусного маршрута?

З а д а н и е № 12

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ АВТОБУСНОЙ МАРШРУТНОЙ СИСТЕМЫ В ГОРОДЕ

12.1 Цель работы

Научиться производить сравнительный анализ различных вариантов маршрутных систем города.

12.2 Методика выполнения работы

12.2.1 Разработка вариантов маршрутной сети

Автобусной маршрутной системой называют увязанную территориально и во времени совокупность всех автобусных маршрутов, обслуживающих городские пассажирские перевозки в пределах заданной транспортной сети.

При формировании маршрутных сетей руководствуются следующими основными принципами:

- каждый маршрут должен связывать по возможности по кратчайшим путям крупные пассажирообразующие объекты – городской и районные центры, предприятия, вокзалы, крупные жилые массивы и др. для обеспечения минимальных затрат времени пассажиров на поездки;
- в целом маршрутная сеть должна обеспечивать наименьшую пересадочность сообщения;
- число маршрутов должно отвечать потребности пассажиров в беспересадочных сообщениях при обязательном учете необходимого количества подвижного состава;
- при проектировании маршрутов необходимо стремиться к возможно более равномерной загрузке их по всей длине.

Также при проектировании маршрутной сети могут учитываться заданные ограничения: в систему маршрутов включены заранее заданные маршруты; длина маршрута находится в определенных пределах, объем перевозок на каждом маршруте не менее заданного; отсутствуют конечные пункты в «запрещенных» микрорайонах (микрорайонах, не имеющих отстойно-разворотных площадок для автобусов).

В малых населенных пунктах с населением до 100 тысяч жителей, имеющих радиальную планировочную структуру, маршрутная сеть может

быть сформирована исходя из необходимости обеспечения беспересадочных сообщений между различными частями городской застройки.

Для формирования маршрутной системы необходимо располагать данными о пассажиропотоках между отдельными транспортными районами города. Маршрутная сеть должна соответствовать пассажиропотокам как по величине, так и по направлениям. Информацию о размерах и направлениях пассажиропотоков дает матрица корреспонденций населения, которая может быть задана по материалам обследования или получена расчетным путем. Распределение корреспонденций по участкам транспортной сети выполняется по кратчайшим путям следования. Поскольку передвижения населения часто являются многоцелевыми, то образуется «цепочка передвижений». Поэтому при расчете их общего количества целесообразно различать передвижения прямые (к цели передвижения) и возвратные (домой), вводя в расчет коэффициент возвратности передвижений [12]. Возвратность корреспонденций принимается равной 1,8. Для наглядности строится картограмма пассажиропотоков, в масштабе отражающая протяженность и мощность потоков.

Для решения задачи формирования автобусных маршрутов в работе предлагается использовать метод комбинаторного анализа с направленным отбором вариантов. Формирование маршрутной сети начинают с разработки исходного варианта схемы, в которую включают заданные априорно, а также удовлетворяющие указанным выше требованиям сквозные маршруты. Сквозными являются маршруты, соединяющие по возможности по кратчайшему пути центры трех и более транспортных районов. Варианты маршрутных систем получают путем добавления к исходному одного возможного сквозного маршрута. Все схемы, имеющие один и тот же исходный вариант, образуют одну группу маршрутов.

Разработанные варианты маршрутных систем оцениваются по маршрутному коэффициенту

$$k_M = \frac{\sum L_M}{L_{MC}}, \quad (12.1)$$

где $\sum L_M$ – сумма длин всех маршрутов сети, км;

L_{MC} – протяженность маршрутной сети, км.

Величина маршрутного коэффициента должна быть не менее 1,5. Если маршрутная сеть не удовлетворяет указанному условию, необходимо ее пересмотреть путем продления маршрутов или добавления других автобусных маршрутов.

12.2.2 Выбор оптимального варианта маршрутной системы

Корректируют маршрутные системы в основном методом сравнения вариантов по различным технико-экономическим критериям оптимизации.

Сравнение нескольких вариантов маршрутной системы осуществляется на основании расчета суммарных затрат времени на передвижение пассажиров по маршрутам каждой маршрутной системы.

Оптимальным вариантом схемы автобусных маршрутов будет тот, который обеспечит минимальные суммарные затраты времени на ожидание, поездку и пересадки.

В процессе решения поставленной задачи требуется минимизировать функционал

$$E = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (t_{e_{ij}} + t_{п_{ij}}) \Pi_{ij} + \sum_{k=1}^K t_{o_k} \Pi_k + \sum_{l=1}^L t_{o_l} \Pi_l \rightarrow \min, \quad (12.2)$$

где i, j – число пунктов соответственно начала и окончания передвижения;

n – число микрорайонов;

$t_{e_{ij}}, t_{п_{ij}}$ – затраты времени соответственно на поездку и пересадки одного пассажира между микрорайонами i и j ;

Π_{ij} – число передвижений между пунктами i и j ;

K – количество автобусных маршрутов;

$t_{п_k}$ – время ожидания автобуса пассажиром при поездке по маршруту k ;

Π_k – количество пассажиров, пользующихся только маршрутом k ;

L – число совмещенных участков маршрутной сети;

t_{o_l} – время ожидания автобуса пассажиром при поездке в пределах совмещенного участка l ;

Π_l – количество пассажиров, проезжающих в пределах совмещенного участка l .

Время на поездку пассажира между микрорайонами определяется по формуле

$$t_{e_{ij}} = \frac{l_{e_{ij}}}{v_c}, \quad (12.3)$$

где $l_{e_{ij}}$ – дальность поездки между микрорайонами i и j , км;

v_c – средняя скорость сообщения, км/ч.

Затраты времени на ожидание автобусов на маршруте

$$t_{o_k} = \frac{I_k}{2}, \quad (12.4)$$

где I_k – интервал движения на маршруте k , ч;

$$I_k = \frac{T_{обk}}{A_k}, \quad (12.5)$$

где $T_{обk}$ – время оборота транспорта на маршруте k , ч;

$$T_{обk} = \frac{2 l_{mk}}{v_{э}}, \quad (12.6)$$

где l_{mk} – длина маршрута k , км;

$v_{э}$ – эксплуатационная скорость движения, км/ч;

A_k – число автобусов, работающих на маршруте k .

Затраты времени одного пассажира на пересадку включают время на подход к остановочному пункту в пункте пересадки и время ожидания транспорта.

При расчете второго слагаемого функционала учитывается, что пассажиры пользуются только маршрутом лишь в случае, когда он соединяет пункты отправления и назначения по кратчайшему расстоянию. В противном случае возникает вероятность поездки пассажиров с пересадкой по другим маршрутам.

Средний интервал движения на совмещенном участке маршрутной сети, по которому проходят одновременно несколько маршрутов, можно определить по формуле

$$I_1 = \frac{1}{\sum_{k=1}^m \frac{1}{I_k}}, \quad (12.7)$$

где m – число маршрутов, проходящих на совмещенном участке l .

12.3 Варианты заданий

Исходные данные:

- а) схема транспортной сети с указанными длинами звеньев сети;
 - б) матрица корреспонденций между пунктами транспортной сети;
 - в) маршруты, подлежащие обязательному включению в маршрутную сеть;
 - г) в качестве конечных остановок маршрутов не могут быть использованы остановочные пункты № 2 и 4;
 - д) время пересадки пассажиров на остановках № 2, 3 принять равным 4 мин, в остановочных пунктах № 4, 6–8 – 5 мин;
 - е) количество автобусов, работающих на каждом из маршрутов;
 - ж) скорость движения: эксплуатационная – 18 км/ч, сообщения – 19 км/ч.
- Исходные данные выбирают из приложения Д.

Требуется:

- а) разработать исходную схему маршрутной сети, на основе которой сформировать два варианта маршрутных систем;
- б) выполнить сравнение вариантов маршрутных схем по суммарным затратам времени на передвижение;
- в) сделать вывод о наиболее эффективном варианте маршрутной системы.

12.4 Пример выполнения

В качестве исходных данных из задания выбираются длины участков транспортной сети (см. приложение Д), в соответствии с которыми строится схема сети. Время движения по участкам сети определяется делением расстояния на скорость сообщения. Транспортная сеть, используемая для расчетов по данному варианту, представлена на рисунке 12.1. Протяженность транспортной сети составляет 21,5 км.

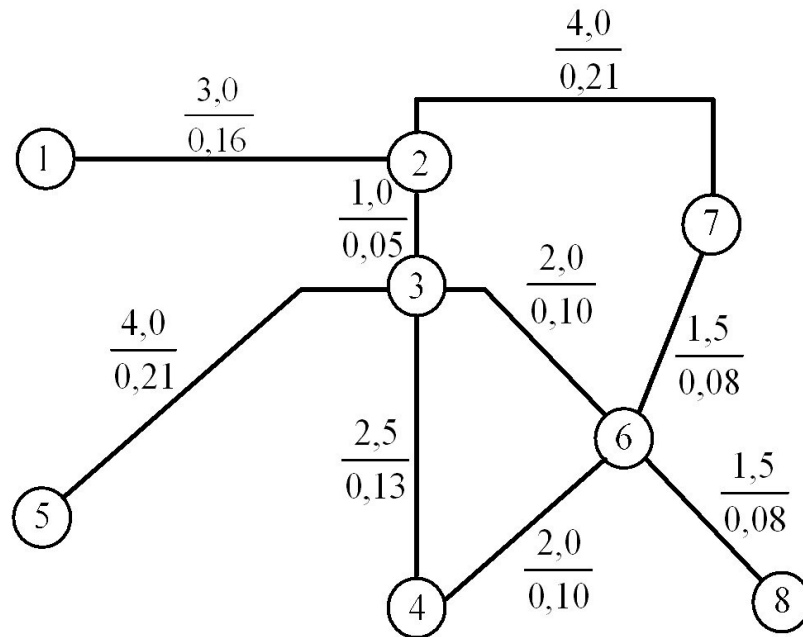


Рисунок 12.1 – Схема транспортной сети

Матрица корреспонденций между пунктами заданной транспортной сети выбирается из таблицы Д.2.

В качестве конечных остановочных пунктов маршрута не могут быть использованы остановочные пункты № 2 и 3. Время пересадки пассажиров на остановочных пунктах № 2 и 3 равно 4 мин, на остановках № 4, 6, 7 – 5 мин. На каждом маршруте предполагается работа 5 автобусов, скорость движения которых составляет: эксплуатационная – 18 км/ч, сообщения – 19 км/ч.

По данным корреспонденций между пунктами транспортной сети выполняется распределение суточных пассажиропотоков по участкам сети по кратчайшим расстояниям.

Кратчайший путь следования между остановочными пунктами № 1 и 8: 1-2-3-6-8. Следовательно, пассажиропоток, следующий из пункта № 1 в пункт № 8, равный 80 пассажирам, распределяется по участкам транспортной сети: 1-2, 2-3, 3-6, 6-8. Аналогично выполняется распределение между всеми пунктами сети. Далее определяется величина прямого потока путем суммирования пассажиров, проезжающих по каждому участку. Для участка 1-2

$$Q_{1-2}^{\text{пр}} = 50 + 60 + 340 + 80 + 300 + 50 + 80 = 960 \text{ пас.}$$

Общий пассажиропоток для участка рассчитывается с учетом возвратности корреспонденций путем умножения прямого пассажиропотока на коэффициент возвратности 1,8:

$$Q_{1-2}^{\text{общ}} = 960 \cdot 1,8 = 1728 \text{ пас.}$$

Распределение пассажиропотоков по участкам заданной транспортной сети выполнено в таблице 12.1.

По данным таблицы 12.1 строится картограмма пассажиропотоков, представленная на рисунке 12.2. Из картограммы видно, что наибольшая нагрузка приходится на участки транспортной сети 2-3, 3-5 и 3-6. Следовательно, по данным участкам должно проходить наибольшее количество маршрутов. Наименее нагруженным является участок 2-7, для удовлетворения потребности в перевозках по которому достаточно одного маршрута.

Схема маршрутной сети, являющаяся основой для построения расчетных вариантов маршрутных систем, представлена на рисунке 12.3 и включает следующие маршруты:

№ 1: путь следования 5-3-6-8;

№ 2: путь следования 1-2-3-4;

№ 3: путь следования 1-2-3-6-8.

На основе указанной схемы разрабатывают первый и второй варианты маршрутной сети путем добавления маршрута № 4:

путь следования по первому варианту 5-3-2-7-6-4;

путь следования по второму варианту 1-2-7-6-4.

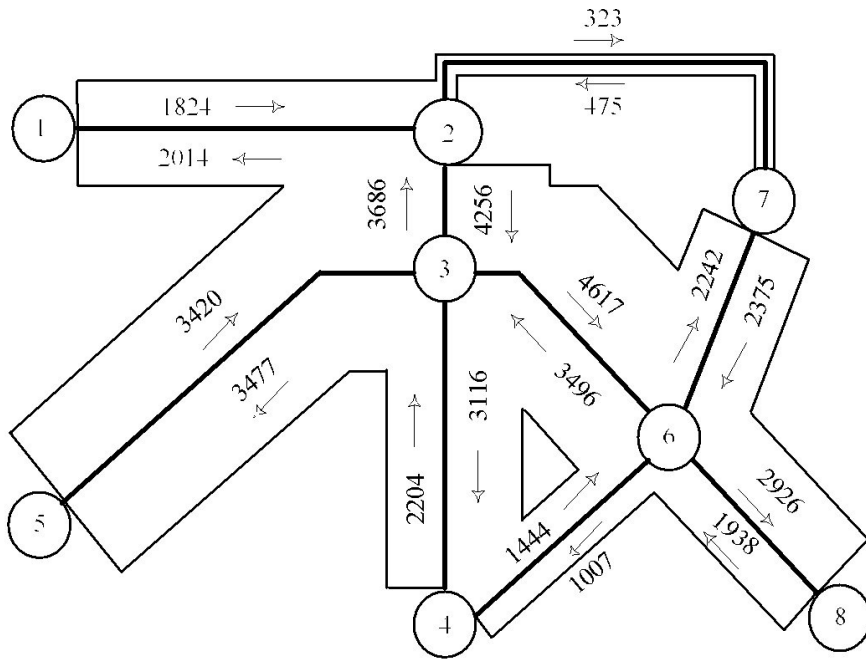


Рисунок 12.2 – Картограмма пассажиропотоков

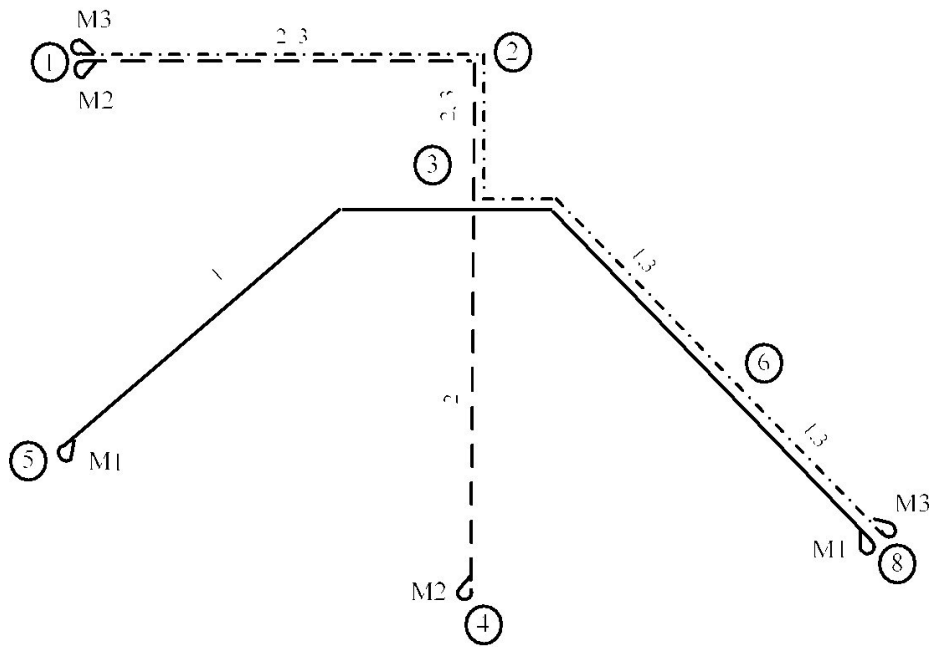


Рисунок 12.3 – Исходная схема маршрутной сети

Таблица 12.1 – Распределение пассажиропотоков по участкам транспортной сети

Участок сети	Пассажиропотоки, пас.	Общий пассажиропоток, пас.	
		в прямом направлении	с учетом возвратности
1-2	50, 60, 340, 80, 300, 50, 80	960	1728
2-1	80, 150, 240, 140, 220, 150, 80	1060	1908
2-3	60, 340, 80, 300, 80, 170, 420, 220, 350, 220	2240	4032
3-2	150, 330, 240, 260, 140, 300, 220, 100, 80, 120	1940	3492
2-7	50, 120	170	306
7-2	150, 100	250	450
3-5	80, 220, 400, 460, 160, 280, 230	1830	3294
5-3	140, 300, 360, 400, 260, 180, 160	1800	3240
3-6	300, 80, 350, 220, 60, 420, 400, 260, 180, 160	2430	4374
6-3	220, 100, 120, 160, 300, 280, 80, 120, 230, 230	1840	3312
3-4	340, 420, 480, 400	1640	2952
4-3	240, 260, 200, 460	1160	2088
4-6	100, 380, 280	760	1368
6-4	120, 250, 160	530	954
6-7	420, 380, 180, 60, 140	1180	2124
7-6	300, 250, 280, 120, 300	1250	2250
6-8	80, 220, 400, 280, 160, 100, 300	1540	2772
8-6	80, 120, 230, 160, 230, 60, 140	1020	1836

Для разработанных вариантов определяется маршрутный коэффициент по формуле (12.1):

$$k_{M_I} = \frac{34}{21,5} = 1,58 ;$$

$$k_{M_{II}} = \frac{32}{21,5} = 1,49 .$$

Так как маршрутный коэффициент по второму варианту менее 1,5, что свидетельствует о недостаточно развитой маршрутной сети, во вторую маршрутную сеть включается маршрут № 5: путь следования 5-3-4. В этом случае маршрутный коэффициент

$$k_{M_{II}} = \frac{38,5}{21,5} = 1,79 .$$

Разработанные варианты маршрутных систем представлены в таблице 12.2 и на рисунке 12.4.

Для расчета первого слагаемого функционала необходимо определить затраты времени на поездку между пунктами маршрутной сети по кратчайшему расстоянию и количество пересадок. Затраты времени на поездку определяются как сумма времени поездки по каждому отдельному участку

между соответствующими пунктами. Результаты расчетов сведены в таблицу 12.3. Например, время поездки пассажира между пунктами № 7 и 8.

$$t_{7-8} = t_{7-6} + t_{6-8} = 0,08 + 0,08 = 0,16 \text{ ч.}$$

Таблица 12.2 – Варианты маршрутных систем

I вариант			II вариант		
Номер маршрута	Путь следования	Длина маршрута, км	Номер маршрута	Путь следования	Длина маршрута, км
1	5-3-6-8	7,5	1	5-3-6-8	7,5
2	1-2-3-4	6,5	2	1-2-3-4	6,5
3	1-2-3-6-8	7,5	3	1-2-3-6-8	7,5
4	5-3-2-7-6-4	12,5	4	1-2-7-6-4	10,5
-	-	-	5	5-3-4	6,5

По первому и второму вариантам движение из пункта № 7 в пункт № 8 осуществляется по маршрутам № 4 и 3 (или № 1) с одной пересадкой. В таблице 12.3 величина над дробью в скобках характеризует количество пересадок между пунктами по первому варианту, под дробью – по второму варианту.

Таблица 12.3 – Затраты времени на поездку между пунктами маршрутной сети

Пункты прибытия	Пункты отправления							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	0,16	0,21	0,34	0,42 (¹ / ₁)	0,31	0,37 (¹ / ₀)	0,39
2	0,16	-	0,05	0,18	0,26 (⁰ / ₁)	0,15	0,21	0,23
3	0,21	0,05	-	0,13	0,21	0,1	0,18 (⁰ / ₁)	0,18
4	0,34	0,18	0,13	-	0,34 (¹ / ₀)	0,1	0,18	0,18 (¹ / ₁)
5	0,42 (¹ / ₁)	0,26 (⁰ / ₁)	0,21	0,34(¹ / ₀)	-	0,31	0,39 (⁰ / ₁)	0,39
6	0,31	0,15	0,1	0,1	0,31	-	0,08	0,08
7	0,37 (¹ / ₀)	0,21	0,18 (⁰ / ₁)	0,18	0,39 (⁰ / ₁)	0,08	-	0,16 (¹ / ₁)
8	0,39	0,23	0,18	0,18(¹ / ₁)	0,39	0,08	0,16 (¹ / ₁)	-

Расчет первого слагаемого функционала сводится в таблицу 12.4. Затраты времени на поездку и пересадку пассажиров из пункта № 1 в пункт № 7: по первому варианту учитывается время пересадки в пункте № 2

$$t_{1-7}^I = (0,37 + 4/60) \cdot 150 = 66 \text{ пас}\cdot\text{ч.}$$

по второму варианту перевозка осуществляется без пересадки

$$t_{1-7}^{II} = 0,37 \cdot 150 = 55,5 \text{ пас}\cdot\text{ч.}$$

В таблице 12.4 значения над чертой характеризуют количество пассажи-ро-часов по первому варианту, под чертой – по второму варианту.

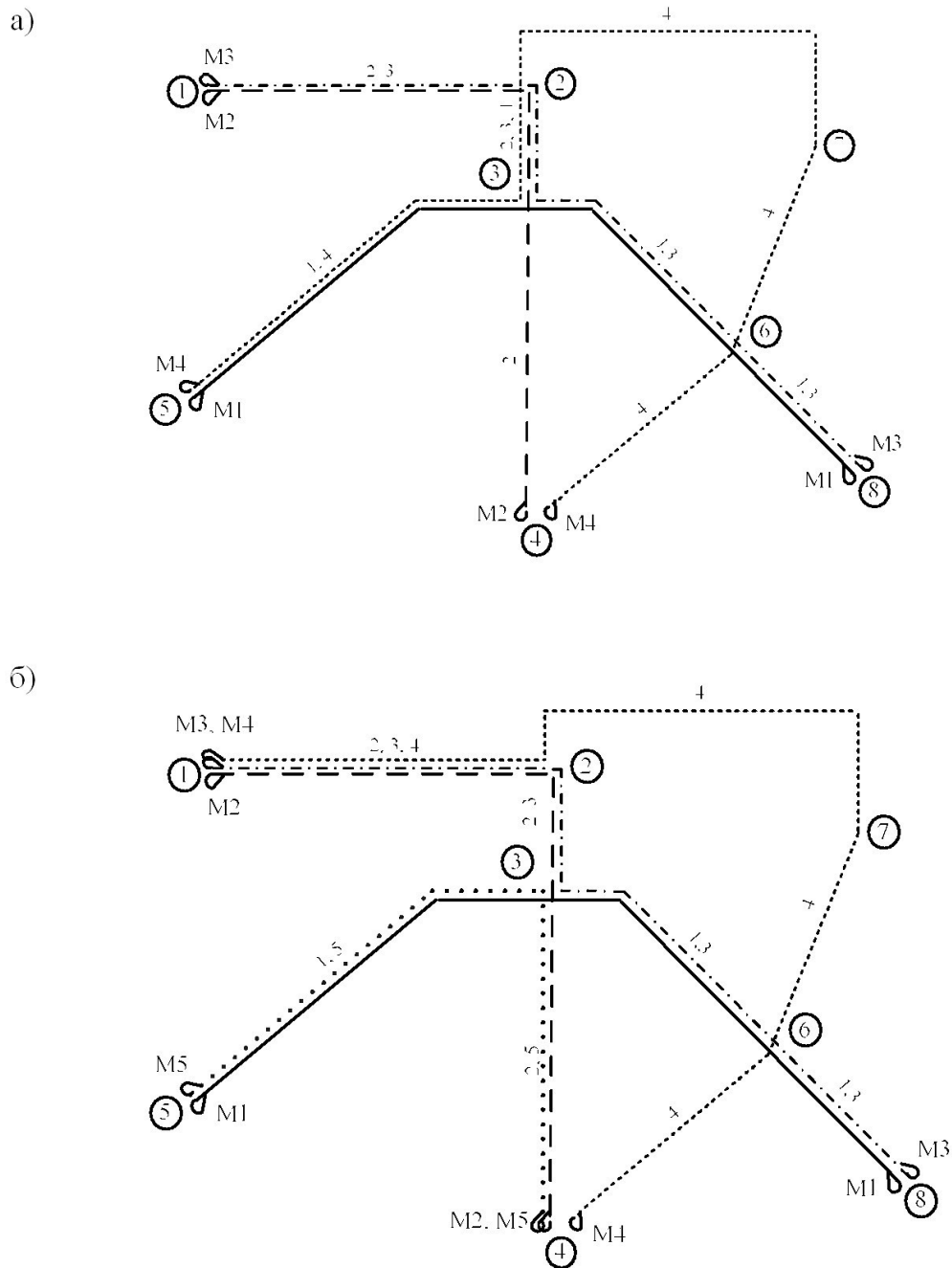


Рисунок 12.4 – Схемы маршрутных систем:
а – I вариант; б – II вариант

Таблица 12.4 – Расчет первого слагаемого функционала

Пункты прибытия	Пункты отправления								Итого, пас·ч
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	-	12,8	31,5	81,6	$\frac{68,6}{68,6}$	68,2	$\frac{66,0}{55,5}$	31,2	$\frac{359,9}{349,4}$
2	8,0	-	16,5	46,8	$\frac{78,0}{99,0}$	15,0	21,0	27,6	$\frac{212,9}{233,9}$
3	12,6	8,5	-	26,0	75,6	12,0	$\frac{54,0}{78,0}$	41,4	$\frac{230,1}{254,1}$
4	115,6	75,6	62,4	-	$\frac{164,0}{136,0}$	12,0	45,0	$\frac{41,6}{41,6}$	$\frac{516,2}{488,2}$
5	$\frac{39,2}{39,2}$	$\frac{57,2}{72,6}$	84,0	$\frac{188,6}{156,4}$	-	49,6	$\frac{109,2}{128,8}$	89,7	$\frac{617,5}{620,3}$
6	93,0	52,5	6,0	10,0	80,6	-	9,6	4,8	$\frac{256,5}{256,5}$
7	$\frac{22,0}{18,5}$	25,2	$\frac{75,6}{109,2}$	68,4	$\frac{70,2}{82,8}$	4,8	-	$\frac{33,6}{33,6}$	$\frac{299,6}{342,5}$
8	31,2	50,6	72,0	$\frac{72,8}{72,8}$	62,4	8,0	$\frac{72,0}{72,0}$	-	$\frac{369,0}{369,0}$

Суммарные затраты времени пассажиров на поездку и пересадку по первому варианту составляют 2861,9 пас·ч, по второму варианту – 2913,9 пас·ч.

Далее выполняется расчет второго слагаемого функционала – затрат времени пассажиров, пользующихся только одним маршрутом, на ожидание транспорта.

Расчет для первого варианта. Пунктами отправления и назначения пассажиров, при поездке между которыми пассажиры пользуются только одним маршрутом, являются маршруты:

№ 1: 5-6, 6-5, 5-8, 8-5;

№ 2: 1-4, 4-1, 3-4, 4-3, 2-4, 4-2, 4-5;

№ 3: 1-6, 6-1, 1-8, 8-1, 2-8, 8-2;

№ 4: 5-2, 2-5, 6-4, 4-6, 2-7, 7-2, 7-6, 6-7, 7-4, 4-7, 7-5, 4-8, 7-8, 7-3, 7-1.

Для определения времени ожидания транспорта необходимо определить время оборота автобусов и интервал движения на маршрутах:

$$\text{№ 1: } t_{об} = \frac{2 \cdot 7,5}{18} = 0,83 \text{ ч, } I = \frac{0,83}{5} = 0,166 \text{ ч, } t_o = \frac{0,166}{2} = 0,083 \text{ ч;}$$

$$\text{№ 2: } t_{об} = \frac{2 \cdot 6,5}{18} = 0,72 \text{ ч, } I = \frac{0,72}{5} = 0,14 \text{ ч, } t_o = \frac{0,14}{2} = 0,07 \text{ ч;}$$

$$\text{№ 3: } t_{об} = \frac{2 \cdot 7,5}{18} = 0,83 \text{ ч, } I = \frac{0,83}{5} = 0,166 \text{ ч, } t_o = \frac{0,166}{2} = 0,083 \text{ ч;}$$

$$\text{№ 4: } t_{об} = \frac{2 \cdot 12,5}{18} = 1,4 \text{ ч, } I = \frac{1,4}{5} = 0,28 \text{ ч, } t_o = \frac{0,28}{2} = 0,14 \text{ ч.}$$

В этом случае суммарные пассажиро-часы на ожидание транспорта на маршруте составят:

$$\sum t_{o_1} \cdot \Pi_1 = 0,083 \cdot (160 + 260 + 230 + 160) = 67,23 \text{ пас} \cdot \text{ч};$$

$$\sum t_{o_2} \cdot \Pi_2 = 0,07 \cdot (240 + 340 + 480 + 200 + 420 + 260 + 460) = 168 \text{ пас} \cdot \text{ч};$$

$$\sum t_{o_3} \cdot \Pi_3 = 0,083 \cdot (220 + 300 + 80 + 80 + 220 + 120) = 84,66 \text{ пас} \cdot \text{ч};$$

$$\begin{aligned} \sum t_{o_4} \cdot \Pi_4 = 0,14 \cdot (220 + 300 + 100 + 120 + 100 + 120 + 60 + 120 + \\ + 380 + 250 + 280 + 280 + 300 + 300 + 150) = 431,2 \text{ пас} \cdot \text{ч}. \end{aligned}$$

Расчет для второго варианта. Пунктами отправления и назначения пассажиров, при поездке между которыми пассажиры пользуются только одним маршрутом, являются маршруты:

№ 1: 5-6, 6-5, 5-8, 8-5;

№ 2: 1-4, 4-1, 2-4, 4-2;

№ 3: 1-8, 8-1, 2-8, 8-2, 1-6, 6-1, 2-6, 6-2;

№ 4: 2-7, 7-2, 7-6, 6-7, 7-4, 4-7, 6-4, 4-6, 7-3, 7-5, 7-1, 7-8, 1-7, 4-8;

№ 5: 5-4, 4-5.

Время оборота автобусов, интервал движения и время ожидания:

$$\text{маршрут № 4: } t_{об} = \frac{2 \cdot 10,5}{18} = 1,17 \text{ ч}, \quad I = \frac{1,17}{5} = 0,23 \text{ ч}, \quad t_o = \frac{0,23}{2} = 0,12 \text{ ч};$$

$$\text{маршрут № 5: } t_{об} = \frac{2 \cdot 6,5}{18} = 0,72 \text{ ч}, \quad I = \frac{0,72}{5} = 0,14 \text{ ч}, \quad t_o = \frac{0,14}{2} = 0,07 \text{ ч}.$$

Суммарные пассажиро-часы на ожидание транспорта на маршруте составят:

$$\sum t_{o_1} \cdot \Pi_1 = 0,083 \cdot (160 + 260 + 230 + 160) = 67,23 \text{ пас} \cdot \text{ч};$$

$$\sum t_{o_2} \cdot \Pi_2 = 0,07 \cdot (340 + 240 + 420 + 260) = 88,2 \text{ пас} \cdot \text{ч};$$

$$\sum t_{o_3} \cdot \Pi_3 = 0,083 \cdot (80 + 80 + 220 + 120 + 300 + 220 + 350 + 100) = 122,01 \text{ пас} \cdot \text{ч};$$

$$\begin{aligned} \sum t_{o_4} \cdot \Pi_4 = 0,12 \cdot (120 + 100 + 120 + 60 + 250 + 380 + 120 + 100 + 300 + \\ + 280 + 150 + 300 + 50 + 280) = 313,2 \text{ пас} \cdot \text{ч}; \end{aligned}$$

$$\sum t_{o_5} \cdot \Pi_5 = 0,07 \cdot (400 + 460) = 60,2 \text{ пас} \cdot \text{ч}.$$

Величина второго слагаемого функционала составляет:

$$\text{по первому варианту } \sum_{k=1}^K t_{o_k} \cdot \Pi_k = 751,09 \text{ пас} \cdot \text{ч};$$

$$\text{по второму варианту } \sum_{k=1}^K t_{o_k} \cdot \Pi_k = 650,84 \text{ пас} \cdot \text{ч}.$$

Далее рассчитываются суммарные пассажиро-часы на ожидание транспорта на совмещенных участках маршрутной сети.

Расчет для первого варианта. Совмещенными являются участки маршрутной сети 1-2, 2-3, 5-3, 3-8, по которым осуществляются корреспонденции между районами:

1-2: 1-2, 2-1, 1-3, 1-5, 1-7;

2-3: 2-3, 3-2, 3-1;

5-3: 5-3, 3-5, 5-1, 5-4, 5-7;

3-8: 3-6, 6-3, 3-8, 8-3, 6-8, 8-6, 3-7, 8-4, 8-7.

Интервалы движения на совмещенных участках:

$$1-2: \quad I = 1 / \left(\frac{1}{0,14} + \frac{1}{0,166} \right) = 0,076 \text{ ч}; \quad t_o = \frac{0,076}{2} = 0,038 \text{ ч};$$

$$2-3: \quad I = 1 / \left(\frac{1}{0,14} + \frac{1}{0,166} + \frac{1}{0,28} \right) = 0,06 \text{ ч}; \quad t_o = \frac{0,06}{2} = 0,03 \text{ ч};$$

$$5-3: \quad I = 1 / \left(\frac{1}{0,166} + \frac{1}{0,28} \right) = 0,1 \text{ ч}; \quad t_o = \frac{0,1}{2} = 0,05 \text{ ч};$$

$$3-8: \quad I = 1 / \left(\frac{1}{0,166} + \frac{1}{0,166} \right) = 0,083 \text{ ч}; \quad t_o = \frac{0,083}{2} = 0,04 \text{ ч}.$$

Пассажиро-часы на ожидание транспорта на совмещенных участках составляют:

1-2: $0,038 \cdot (50 + 80 + 60 + 80 + 50) = 12,16$ пас·ч;

2-3: $0,03 \cdot (170 + 330 + 150) = 19,5$ пас·ч;

5-3: $0,05 \cdot (360 + 400 + 140 + 400 + 180) = 74$ пас·ч;

3-8: $0,04 \cdot (60 + 120 + 400 + 230 + 100 + 60 + 420 + 160 + 140) = 67,6$ пас·ч.

Расчет для второго варианта. Совмещенными являются участки маршрутной сети 1-2, 2-3, 5-3, 3-8, 3-4, по которым осуществляются корреспонденции между районами:

1-2: 1-2, 2-1, 1-3, 1-5;

2-3: 2-3, 3-2, 3-1, 2-5;

5-3: 5-3, 3-5, 5-1, 5-2, 5-7;

3-8: 3-6, 6-3, 3-8, 8-3, 6-8, 8-6, 3-7, 8-4, 8-7;

3-4: 3-4, 4-3.

Интервалы движения на совмещенных участках:

$$1-2: \quad I = 1 / \left(\frac{1}{0,14} + \frac{1}{0,166} + \frac{1}{0,23} \right) = 0,06 \text{ ч}; \quad t_o = \frac{0,06}{2} = 0,03 \text{ ч};$$

$$2-3: \quad I = 1 / \left(\frac{1}{0,14} + \frac{1}{0,166} \right) = 0,08 \text{ ч}; \quad t_o = \frac{0,08}{2} = 0,04 \text{ ч};$$

$$5-3: \quad I = 1 / \left(\frac{1}{0,14} + \frac{1}{0,166} \right) = 0,08 \text{ ч}; \quad t_o = \frac{0,08}{2} = 0,04 \text{ ч};$$

$$3-8: \quad I = 1 / \left(\frac{1}{0,166} + \frac{1}{0,166} \right) = 0,14 \text{ ч}; \quad t_o = \frac{0,14}{2} = 0,07 \text{ ч};$$

$$3-4: \quad I = 1 / \left(\frac{1}{0,14} + \frac{1}{0,14} \right) = 0,07 \text{ ч}; \quad t_o = \frac{0,07}{2} = 0,035 \text{ ч}.$$

Пассажиро-часы на ожидание транспорта на совмещенных участках:

$$1-2: \quad 0,03 \cdot (50 + 80 + 60 + 80) = 8,1 \text{ пас}\cdot\text{ч};$$

$$2-3: \quad 0,04 \cdot (170 + 330 + 220 + 150) = 34,8 \text{ пас}\cdot\text{ч};$$

$$5-3: \quad 0,04 \cdot (360 + 400 + 140 + 300 + 180) = 55,2 \text{ пас}\cdot\text{ч};$$

$$3-8: \quad 0,07 \cdot (60 + 120 + 400 + 230 + 100 + 60 + 420 + 160 + 140) = 118,3 \text{ пас}\cdot\text{ч};$$

$$3-4: \quad 0,035 \cdot (480 + 200) = 23,8 \text{ пас}\cdot\text{ч}.$$

В результате суммарные затраты пассажиров на ожидание транспорта на совмещенных участках маршрутов составят:

$$\text{по первому варианту } \sum_{l=1}^L t_{o_l} \cdot \Pi_l = 12,16 + 19,5 + 74 + 67,6 = 173,26 \text{ пас}\cdot\text{ч};$$

$$\text{по второму варианту } \sum_{l=1}^L t_{o_l} \cdot \Pi_l = 8,1 + 34,8 + 118,3 + 55,2 = 240,2 \text{ пас}\cdot\text{ч}.$$

Значение функционала по первому и второму вариантам соответственно:

$$E_I = 2861,9 + 751,09 + 173,26 = 3786,25 \text{ пас}\cdot\text{ч};$$

$$E_{II} = 2913,9 + 650,84 + 240,2 = 3804,94 \text{ пас}\cdot\text{ч}.$$

Поскольку величина функционала по второму варианту превышает величину функционала по первому варианту, наиболее рациональным является первый вариант схемы маршрутной сети.

Контрольные вопросы

- 1 Какими принципами руководствуются при формировании маршрутных сетей?
- 2 Как определяется и что характеризует маршрутный коэффициент?
- 3 Напишите формулу для определения суммарных затрат времени на передвижение пассажиров по маршрутам маршрутной системы.
- 4 В чем заключается метод комбинаторного анализа формирования маршрутной сети?

З а д а н и е № 13

ВЫБОР ТИПОВ И РАСЧЕТ ЧИСЛА АВТОБУСОВ НА МАРШРУТАХ

13.1 Цель работы

Приобрести практические навыки в выборе типов автобусов по вместимости и расчете их необходимого количества для работы на маршрутах.

13.2 Методика выполнения работы

Выбор автобусов для работы на маршрутах существенно влияет на качество транспортного обслуживания населения и величину транспортных издержек перевозчика. Автобусы большой вместимости нецелесообразно использовать на маршрутах с малым пассажиропотоком и с высокой неравномерностью пассажиропотока, поскольку это приведет к возрастанию себестоимости перевозок либо к организации движения с большими интервалами и соответственно к увеличению времени ожидания на остановках. Использование автобусов малой вместимости на маршрутах с мощным пассажиропотоком уменьшает интервалы движения, но увеличивает потребность в подвижном составе и повышает загрузку улиц и магистралей.

Для пассажиропотоков в сетях городского маршрутизированного транспорта характерна неравномерность по часам суток, участкам маршрута и направлениям движения. Обеспечение оптимального наполнения автобусов достигается изменением количества и вместимости автотранспортных средств на маршрутах в соответствии с колебаниями пассажиропотоков. Колебания пассажиропотоков в течение суток имеют определенные закономерности, позволяющие выделить следующие характерные периоды:

- часы пик – период времени, в который наблюдается резкий рост мощности пассажиропотоков;
- «межпиковый» период – период между утренним и вечерним часом пик;
- период «дежурного движения» – промежуток времени с момента начала работы на маршруте до утреннего пика и после вечернего пика до момента окончания работы на маршруте.

«Пиковая» зона имеет продолжительность 2 – 4 часа и выбирается студентом самостоятельно на основании данных о распределении пассажиропотоков по часам суток.

Одним из основных критериев при выборе рационального типа автобусов для перевозок на маршруте является целесообразный интервал движения. Минимальный маршрутный интервал принимается, как правило, в часы пик, максимальный – в часы «дежурного движения». При заданном или принятом маршрутном интервале требующаяся вместимость автобусов определяется по формуле

$$q_p = \frac{Q_{\max} I_3}{t_{\text{об}}}, \quad (13.1)$$

где Q_{\max} – пассажиропоток на наиболее напряженном перегоне маршрута за время оборотного рейса, пас.;

I_3 – заданный маршрутный интервал движения, мин;

$t_{\text{об}}$ – время оборота автобуса на маршруте, мин;

$$t_{\text{об}} = 60 \frac{2l_M}{v_3} \quad (13.2)$$

где l_M – длина маршрута, км;

v_3 – эксплуатационная скорость движения автобуса, км/ч.

Требуемую вместимость автобуса рассчитывают для каждого характерного периода работы на маршруте. На основании полученной величины вместимости автотранспортного средства выбирается автобус из имеющегося типажа подвижного состава (таблица 13.1) с вместимостью ближайшей большей к расчетной.

Таблица 13.1 – Характеристики автобусов по вместимости

Марка автобуса	Количество мест для сидения	Номинальная вместимость, пас.
МАЗ-103	21	96
	25	100
	28	110
МАЗ-105	30	160
	33	170
	36	175
МАЗ-107	25	150
МАЗ-203	26	99
	28	102
МАЗ-256	25	43
Богдан-А092 «Радимич»	21	45
НефАЗ-5299а	30	114
Икарус-260	22	75
Икарус-280	37	120

Выражая интервал движения из формулы (13.1), находят требуемые интервалы следования автобусов на маршруте для каждого периода работы I_p .

Количество автобусов для работы на маршруте определяется по формуле

$$A_M = \frac{Q t_{об} k_{вч}}{q T}, \quad (13.3)$$

где Q – пассажиропоток на наиболее напряженном перегоне маршрута в рассчитываемый час периода движения, пас.;

$k_{вч}$ – коэффициент внутрисуточной неравномерности движения, в расчетах принимается равным 1;

q – номинальная вместимость автобуса, пас.;

T – период времени предоставления информации, $T = 1$ час.

Потребность в автобусах устанавливают для каждого часа периода движения.

По результатам расчетов количества автобусов строят диаграмму распределения подвижных единиц по часам суток, которую далее корректируют с учетом качественного обслуживания пассажиров. Максимальный выпуск автобусов должен проводиться в течение всей «пиковой» зоны в соответствии с возможностью предприятия по выпуску, т. е. с учетом коэффициента дефицита автобусов:

$$A_{max} = A_M k_{деф}, \quad (13.4)$$

где A_M – расчетное количество автобусов на маршруте;

$k_{деф}$ – коэффициент дефицита автобусов, принять равным 0,9.

В часы спада пассажиропотока (период «дежурного движения») потребность в автобусах на маршруте определяется не размерами пассажиропотока, а максимально допустимым интервалом движения

$$A_{min} = \frac{t_{об}}{I_{max}}, \quad (13.5)$$

где I_{max} – максимально допустимый интервал движения, мин.

Часовое количество автобусов на маршруте по характерным периодам суток должно быть по возможности одинаковым.

13.3 Варианты заданий

Исходные данные:

а) длина маршрута выбирается по последней цифре номера зачетной книжки (таблица 13.2);

б) маршрутный интервал движения автобусов в часы пик – 5 мин, в межпиковый период – 10 мин, в период дежурного движения – 15 мин;

в) эксплуатационная скорость движения автобуса 18 км/ч для 1-й подгруппы, 16 км/ч – для 2-й подгруппы;

г) пассажиропоток на маршруте по часам суток выбирается по сумме двух последних цифр номера зачетной книжки (таблица 13.3).

Таблица 13.2 – Длина маршрута

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Длина маршрута, км	10	11	12	14	15	16	17	8	9	13

Таблица 13.3 – Пассажиропотоки на маршруте

Часы суток	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
5 – 6	810	680	540	380	320	280	240	220	200	180
6 – 7	1600	1250	1040	920	840	760	660	640	540	460
7 – 8	2900	2650	2360	2120	1760	1420	1320	1220	1100	970
8 – 9	3010	2620	2310	2080	1710	1400	1310	1200	1090	960
9 – 10	2020	1680	1320	1210	1120	1020	900	850	740	650
10 – 11	1960	1470	1150	1060	910	880	790	700	620	500
11 – 12	1940	1460	1140	1050	900	870	780	720	630	510
12 – 13	1930	1450	1155	1040	915	860	790	710	615	520
13 – 14	1960	1470	1160	1060	920	865	810	715	620	535
14 – 15	1950	1460	1140	1050	930	880	800	720	630	525
15 – 16	2800	2200	1800	1510	1320	1140	1090	990	830	760
16 – 17	3000	2800	2320	2100	1710	1510	1320	1200	1120	970
17 – 18	2960	2740	2290	2060	1690	1470	1280	1160	1080	960
18 – 19	2100	1900	1460	1310	1100	1060	990	860	720	650
19 – 20	1640	1470	1160	1090	960	900	800	720	600	530
20 – 21	1490	1290	990	890	800	740	600	590	520	500
21 – 22	1360	1090	960	840	780	700	580	560	490	470
22 – 23	1220	980	860	770	750	680	570	510	430	410
23 – 24	800	670	560	490	470	430	360	310	300	290

Требуется:

а) рассчитать время оборотного рейса и требующуюся вместимость автобуса при заданном интервале движения;

б) выбрать тип автобуса для работы на маршруте;

- в) рассчитать маршрутный интервал, соответствующий выбранной вместимости автобусов, и потребное количество подвижного состава;
- г) для заданного пассажиропотока на маршруте выполнить распределение автобусов по часам суток и построить диаграмму потребности автобусов по часам суток;
- д) разработать рекомендации по организации эффективного использования подвижного состава в час пик и другие периоды суток.

13.4 Пример выполнения задания

Исходные данные:

- а) длина маршрута – 12,5 км;
- б) маршрутный интервал движения автобусов в часы пик – 6 мин, в межпиковый период – 10 мин, в период дежурного движения – 15 мин;
- в) эксплуатационная скорость движения автобуса – 17 км/ч;
- г) пассажиропоток на маршруте по часам суток (таблица 13.4);
- д) коэффициент дефицита автобусов – 0,95.

Таблица 13.4 – Пассажиропоток по часам суток

Часы суток	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
Пассажиропоток	520	1710	1530	700	610	720	780	790	850	900	1590	1410	1100	660	410	200

Выполнение работы

На основе данных о распределении пассажиропотоков на маршруте по часам суток (см. таблицу 13.4) выделяют следующие периоды работы:

час пик утренний – с 7 до 9 часов, вечерний – с 16 до 18 часов;

«межпиковый» период – с 9 до 16 часов;

«дежурное движение» – до 7 часов и после 18 часов.

Время оборота автобуса на маршруте

$$t_{об} = 60 \frac{2 \cdot 12,5}{17} = 88 \text{ мин.}$$

При заданном маршрутном интервале требующаяся вместимость автобусов составит:

$$\text{для часа пик } q_p = \frac{1710 \cdot 6}{88} = 117 \text{ пас.};$$

для «межпикового» периода $q_p = \frac{900 \cdot 10}{88} = 102 \text{ пас.};$

для «дежурного движения» $q_p = \frac{660 \cdot 15}{88} = 113 \text{ пас.}$

Для работы на маршруте принимаются автобусы марки:

в час пик – Икарус-280 вместимостью 120 пас.;

в «межпиковый» период – МАЗ-203 вместимостью 102 пас.;

в период «дежурного движения» – Икарус-280 вместимостью 120 пас.

Интервал движения автобусов на маршруте при выбранной вместимости:

для часа пик $I_p = \frac{120 \cdot 88}{1710} = 6 \text{ мин};$

для «межпикового» периода $I_p = \frac{102 \cdot 88}{900} = 10 \text{ мин};$

для «дежурного движения» $I_p = \frac{120 \cdot 88}{660} = 16 \text{ мин.}$

Потребность в автобусах в период с 5 до 6 часов («дежурное движение»)

$$A_M = \frac{520 \cdot 88}{120 \cdot 60} = 6,3.$$

Принимаем 7 автобусов.

Потребность в автобусах в период с 6 до 7 часов (час пик)

$$A_M = \frac{1710 \cdot 88}{120 \cdot 60} = 20,9.$$

Принимаем 21 автобус.

Результаты расчета для остальных периодов представлены в таблице 13.5.

Диаграмма распределения автобусов по часам суток представлена на рисунке 13.1.

Таблица 13.5 – Расчет количества автобусов по часам суток

Часы суток	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
Количество автобусов	7	21	19	10	9	11	12	12	13	13	20	18	14	9	5	3

Максимальное количество выпускаемых автобусов на маршрут

$$A_{\max} = 21 \cdot 0.95 = 20 \text{ ед.}$$

Минимальное количество автобусов, которое должно работать в период спада пассажиропотоков,

$$A_{\min} = \frac{88}{15} = 6 \text{ ед.}$$

В соответствии с A_{\max} и A_{\min} выполняется корректировка графика распределения автобусов по часам суток.

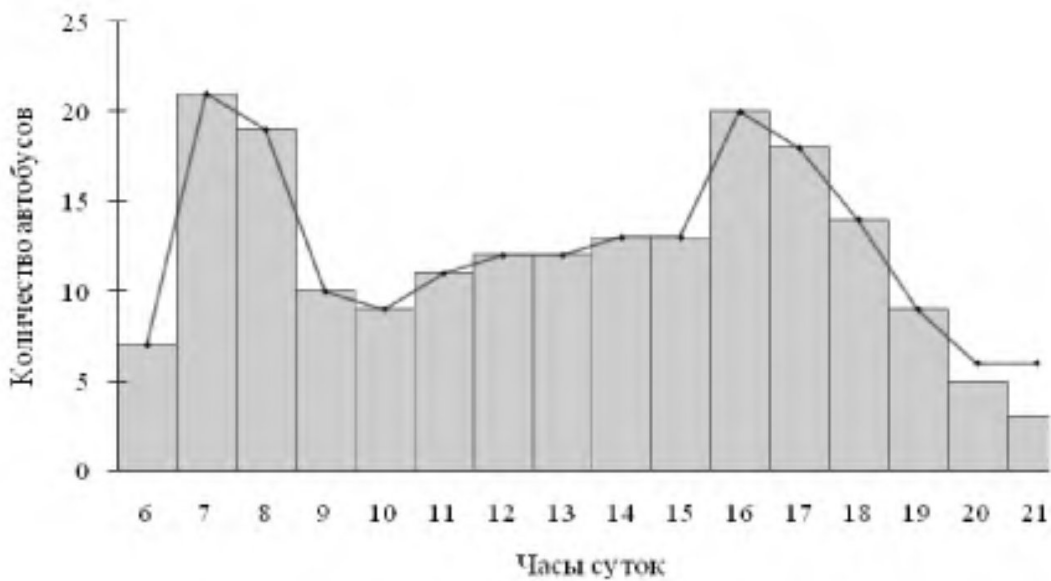


Рисунок 13.1 – Распределение потребности в автобусах по часам суток:

- – расчетное значение;
- – скорректированное значение

Контрольные вопросы

1 Какими параметрами можно управлять на практике для обеспечения требуемого уровня наполнения автобусов?

2 В какой последовательности осуществляется выбор автобусов для работы на маршруте?

3 Как определить требуемое количество автобусов при известном пассажиропотоке на наиболее напряженном перегоне маршрута?

З а д а н и е № 14

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ГОРОДСКИХ АВТОБУСНЫХ ПЕРЕВОЗОК

14.1 Цель работы

Закрепить теоретические знания по оценке уровня транспортного обслуживания населения; ознакомиться с функционированием системы централизованного диспетчерского управления движением автобусов.

14.2 Методика выполнения работы

14.2.1 Расчет показателей транспортного обслуживания

Уровень удовлетворения потребности пассажиров в транспортном обслуживании характеризуется системой показателей качества перевозок. Основными показателями качества перевозок являются:

- условия проезда пассажиров;
- время, затрачиваемое пассажирами на передвижение;
- регулярность движения подвижного состава;
- безопасность движения.

Важнейшим показателем уровня качества является время, затрачиваемое пассажирами на передвижение, которое включает время:

- на подход к остановке и на подход к месту назначения $t_{\text{подх}}$;
- на ожидание транспорта $t_{\text{ож}}$;
- следования в транспортном средстве $t_{\text{сл}}$;
- на пересадку на другой маршрут;
- дополнительное на ожидание транспорта из-за отказов вследствие перегрузки.

Общие затраты времени на сетевую поездку определяются по формуле

$$t_{\text{общ}} = 2 t_{\text{подх}} + (t_{\text{ож}} + t_{\text{сл}}) k_{\text{пер}}, \quad (14.1)$$

где $k_{\text{пер}}$ – коэффициент пересадочности, отражающий среднее число посадок при одной сетевой поездке. Значения коэффициента пересадочности принимаются в зависимости от численности населения города по таблице 14.1.

Таблица 14.1 – Значения коэффициента пересадочности

Численность населения города, тыс. чел.	1000 и выше	500–1000	250–500	До 250
Значения $k_{\text{пер}}$	1,4	1,3	1,2	1,1

Среднее время на подход к остановочному пункту и к месту назначения

$$t_{\text{подх}} = \frac{60}{v_{\text{пеш}}} \left(\frac{1}{3\delta_{\text{мс}}} + 0,25 \bar{l}_{\text{пер}} \right), \quad (14.2)$$

где $v_{\text{пеш}}$ – средняя скорость пешего передвижения, км/ч;

$\delta_{\text{мс}}$ – плотность маршрутной сети, км/км²;

$\bar{l}_{\text{пер}}$ – средняя длина перегона, км.

Плотность маршрутной сети определяется по формуле

$$\delta_{\text{мс}} = \frac{L_{\text{мс}}}{F_{\text{Г}}}, \quad (14.3)$$

где $L_{\text{мс}}$ – протяженность маршрутной сети, км;

$F_{\text{Г}}$ – площадь селитебной территории города, км².

Теоретически время ожидания автобуса равно половине интервала движения транспорта. Однако с учетом дополнительного ожидания транспорта из-за отказов в посадке при переполнении автобуса и возможных отклонений от расписания движения время ожидания транспорта будет определяться по формуле

$$t_{\text{ож}} = \frac{I}{2} + \frac{\sigma_I^2}{2I} + p_{\text{отк}} I_{\text{эф}}, \quad (14.4)$$

где I – плановый сетевой интервал движения транспорта, мин;

σ_I^2 – среднеквадратическое отклонение от планового интервала движения, мин;

$p_{\text{отк}}$ – вероятность отказа пассажиру в поездке;

$I_{\text{эф}}$ – эффективный интервал движения, мин.

Эффективный интервал отображает кажущееся увеличение планового интервала с точки зрения пассажира, находящегося на остановочном пункте,

$$I_{\text{эф}} = I + \frac{\sigma_I^2}{I}. \quad (14.5)$$

В результате преобразований время ожидания транспорта

$$t_{\text{ож}} = (0,5 + p_{\text{отк}}) I_{\text{эф}} \approx 0,75I. \quad (14.6)$$

Сетевой интервал движения определяется по формуле

$$I = \frac{2 \cdot 60 L_{\text{мс}}}{v_{\text{э}} A_{\text{чп}}}, \quad (14.7)$$

где $v_{\text{э}}$ – эксплуатационная скорость движения, км/ч;

$A_{\text{чп}}$ – количество автобусов на маршрутах в час пик.

Время движения пассажиров в автобусе с учетом пересадок

$$t_{\text{сл}} = \frac{60 l_{\text{ср}}}{v_{\text{с}}}, \quad (14.8)$$

где $l_{\text{ср}}$ – среднее расстояние поездки пассажира, км;

$v_{\text{с}}$ – скорость сообщения, км/ч.

Удобство проезда пассажиров характеризуется наполнением подвижного состава и комфортабельностью проезда. Для оценки качества перевозок пассажиров разработаны нормативы наполнения автобусов в зависимости от их типа и вида сообщения. В соответствии с ГОСТ 27815-88 предельный норматив для проезда стоя – 8 пассажиров на 1 м² свободной площади салона автобуса. Коэффициенты наполнения городских автобусов в часы пик, рассчитанные по их предельной вместимости, должны быть в пределах 0,73–0,78 для обеспечения качества перевозок пассажиров.

Комфортабельность подвижного состава характеризуется удобством посадки–высадки и комфортом поездки в автобусе.

Надежность обслуживания пассажиров определяется регулярностью движения транспортных средств и безопасностью совершения поездки. Движение является регулярным, если автобусы следуют через равные промежутки времени. К нерегулярным относятся невыполненные рейсы и рейсы с отклонением от расписания больше допустимого. Для внутригородского сообщения допустимое отклонение составляет 2 мин. Нормативы выполнения предусмотренных расписанием движения рейсов на городских маршрутах – не менее 96 %. Коэффициент регулярности движения определяется по формуле

$$k_{\text{р}} = \frac{\sum_{j=1}^m Z_{\text{рег } j}}{\sum_{i=1}^n Z_{\text{расп } i}}, \quad (14.9)$$

где $\sum_{i=1}^n Z_{\text{рег } i}$ – общее количество выполненных регулярных рейсов. Определяется как разность между запланированным числом рейсов и рейсов, выполненных с превышением допустимого отклонения от расписания;

$\sum_{i=1}^n Z_{\text{расп } i}$ – число рейсов, предусмотренных расписанием движения.

Характеристикой безопасности движения может служить коэффициент динамического изменения уровня ДТП

$$k_{\text{б.д}} = \frac{1}{(1 + \alpha_{\text{о.в}} B_0)}, \quad (14.10)$$

где $\alpha_{\text{о.в}}$ – коэффициент относительной потери времени пассажиров при передвижении, связанный с ДТП. В практических расчетах принимается $\alpha_{\text{о.в}} = 0,2$;

B_0 – динамический показатель уровня ДТП на транспортном предприятии, измеряемый числом штрафных баллов на 1 млн км пробега;

$$B_0 = 0,5 \left(A_0 + \frac{L'_{\text{общ}} B_1}{L_{\text{общ}}} \right), \quad (14.11)$$

A_0 – показатель ДТП на транспортном предприятии в текущем году,

$$A_0 = \frac{n_0}{L_{\text{общ}}}, \quad (14.12)$$

n_0 – число штрафных баллов, начисленных за ДТП и нарушения правил дорожного движения;

$L_{\text{общ}}$ – общий пробег всех автобусов, млн км;

$L'_{\text{общ}}$ – общий пробег всех автобусов АТП в предыдущем году, млн км;

B_1 – динамический показатель уровня ДТП на предприятии в предыдущем году.

14.2.2 Оценка уровня транспортного обслуживания

Интегральная оценка качества обслуживания пассажиров проводится по суммарному влиянию на коэффициент качества степени наполнения автобуса, затрат времени на поездку, регулярности движения подвижного состава, безопасности движения при перевозке пассажиров:

$$k_{\text{инт}} = k_{\gamma} k_t k_p k_{\text{б.д}}, \quad (14.13)$$

где k_{γ} – коэффициент относительного наполнения автобуса;

k_t – коэффициент относительных затрат времени на передвижение пассажиров.

Коэффициент относительного наполнения автобусов определяется как отношение нормированного значения коэффициента наполнения γ_n к фак-

тическому коэффициенту наполнения автобуса γ_{ϕ} :

$$k_{\gamma} = \frac{\gamma_{\text{н}}}{\gamma_{\phi}} . \quad (14.14)$$

Коэффициент относительных затрат времени на передвижение определяется как отношение затрат времени на поездку в установленных нормированных благоприятных условиях $t_{\text{н}}^{\text{н}}$ к затратам времени на поездку в фактических условиях $t_{\text{н}}^{\phi}$:

$$k_t = \frac{t_{\text{н}}^{\text{н}}}{t_{\text{н}}^{\phi}} . \quad (14.15)$$

Нормируемыми благоприятными условиями для поездки следует считать:

- отсутствие срывов графика;
- отсутствие пересадочности;
- достаточная скорость сообщения (не менее 20 км/ч);
- высокая плотность транспортной сети (не менее 2 км/км²);
- небольшая длина перегона между остановочными пунктами (около 300 м);
- гарантия поездки в первом подошедшем автобусе;
- удобный, согласованный с мощностью пассажиропотока интервал движения.

На автобусных перевозках принята четырехуровневая система оценки качества перевозок, представленная в таблице 14.1.

Таблица 14.1 – Система оценки качества перевозок

Показатель качества	Уровень обслуживания			
	образцовый	хороший	удовлетворительный	неудовлетворительный
k_{Γ}	0,95–1,0	0,88–0,94	0,78–0,87	Менее 0,78
k_t	1,0	0,92–0,99	0,75–0,91	" 0,75
k_{ρ}	0,98–1,0	0,95–0,97	0,93–0,94	" 0,93
$k_{\text{б.д}}$	0,98–1,0	0,85–0,97	0,7–0,84	" 0,70
$k_{\text{инт}}$	0,96–1,0	0,65–0,69	0,38	" 0,38

14.2.3 Диспетчерское управление движением автобусов на маршруте

Для поддержания качества обслуживания пассажиров на нормативном уровне и повышения эффективности использования подвижного состава кроме организационно-технических мероприятий применяется диспетчеризация на линии.

Основными функциями диспетчерского управления движением транспорта на линии являются:

- контроль за выполнением маршрутного расписания движения автобусов и учет регулярности рейсов;
- регулирование движения автобусов на основе оперативно получаемой информации о наполнении подвижного состава;
- восстановление нарушенного движения и регулирование движения при отклонении автобуса от расписания.

Работу диспетчерской службы организуют на основе типовых технологических процессов. Для ускорения выработки диспетчерских решений и исключения ошибок применяют заранее разработанные технологические карты, которые составляются для различных типовых ситуаций, наиболее часто возникающих в практике диспетчерского управления.

Централизованное диспетчерское управление в зависимости от местных условий, учитывающих развитие транспортной и маршрутной сети, количество работающих единиц подвижного состава и объемы перевозок пассажиров, может иметь различную организационную структуру. Штат диспетчерской службы зависит от развития средств связи и объема поступающей информации, а также от применяемых методов оперативной обработки и анализа поступающей информации. Старший диспетчер смены координирует деятельность диспетчеров, осуществляющих управление группами маршрутов.

В штат службы эксплуатации автобусного парка, как правило, входят инженеры по эксплуатации и диспетчеры, а также инженер по планированию движения и операторы отдела движения.

Отдел движения, используя АСУ, обеспечивает выполнение следующих функций:

- составление графиков работы водителей;
- контроль за точностью и регулярностью движения подвижного состава на маршрутах с определением отклонений от утвержденного расписания;
- выдачу диспетчеру службы эксплуатации сообщений о предлагаемом сходе подвижного состава с маршрута;
- выдачу диспетчеру службы эксплуатации сообщений об отсутствии плановой отметки на контрольном пункте маршрута при изменении состояния подвижного состава (начало обеда, начало отстоя, конец отстоя, конец работы на маршруте);
- оперативный перерасчет в реальном масштабе времени маршрутных расписаний движения в связи с изменением условий движения на маршруте.

Диспетчеры службы эксплуатации осуществляют:

- плановое и оперативное управление перевозочным процессом;
- выдачу, прием и обработку путевой документации;
- заключение договоров на организацию и выполнение перевозок;
- прием и выполнение заявок на почасовые (нерегулярные) перевозки пассажиров.

14.3 Варианты заданий

Исходные данные:

- а) численность населения города;
- б) площадь селитебной территории города;
- в) протяженность маршрутной сети;
- г) средняя длина перегона на маршрутной сети;
- д) средняя дальность поездки пассажира – 3,45 км;
- е) средние скорости движения автобусов на маршрутах;
- ж) количество автобусов на маршрутах в час пик;
- з) фактический коэффициент наполнения автобусов в час пик;
- и) общее количество рейсов, предусмотренных расписанием;
- к) количество выполненных регулярных рейсов;
- л) динамический показатель уровня ДТП в текущем году.

Исходные данные выбираются из приложения Е.

Требуется:

- а) определить расчетным путем интегральный показатель качества транспортного обслуживания пассажиров;
- б) дать оценку уровню транспортного обслуживания пассажиров отдельно по показателям качества и в целом для маршрутной сети;
- в) ознакомиться с порядком диспетчерского управления движением автобусов на маршруте;
- г) составить алгоритм расчета показателей качества транспортного обслуживания пассажиров на маршруте.

14.4 Пример выполнения задания

Из задания (см. приложение Е) выбираются исходные данные в соответствии с вариантом. В качестве исходных для примера расчета принимаются следующие данные:

52,1 тыс. чел. – численность населения города; $F_T = 26,08 \text{ км}^2$;

$L_{мс} = 52,1 \text{ км}$; $\bar{l}_{пер} = 0,58 \text{ км}$; $\bar{v}_c = 19 \text{ км/ч}$; $v_9 = 16,9 \text{ км/ч}$; $\gamma_\phi = 0,97$;

$z_{расп} = 148$; $z_{рег} = 142$; $l_{ср} = 2,49 \text{ км}$; $B_0 = 1,7 \cdot 10^{-6} \text{ баллов/км}$; $A_{чп} = 47 \text{ ед}$.

Для определения времени подхода к остановочному пункту по формуле (14.2) необходимо определить плотность маршрутной сети и расстояние подхода по формулам (14.3) и (14.4):

$$\delta_{мс} = \frac{52,1}{26,08} = 2 \text{ км/км}^2;$$

$$l_{подх} = \frac{1}{3 \cdot 2} + \frac{0,58}{4} = 0,312 \text{ км};$$

$$t_{\text{подх}} = \frac{60 \cdot 0,312}{4} = 4,68 \text{ мин.}$$

$$\text{Сетевой интервал } I = \frac{2 \cdot 60 \cdot 52,1}{16,9 \cdot 47} = 7,9 \text{ мин.}$$

$$\text{Время ожидания транспорта } t_{\text{ож}} = 0,75 \cdot 7,9 = 5,9 \text{ мин.}$$

$$\text{Время следования в транспорте } t_{\text{сл}} = \frac{60 \cdot 2,49}{19} = 7,86 \text{ мин.}$$

Общие затраты времени на сетевую поездку с учетом коэффициента пересадочности, равного 1,1 для города с численностью населения до 250 тысяч жителей,

$$t_{\text{общ}} = 2 \cdot 4,68 + (5,9 + 7,86) \cdot 1,1 = 24,5 \text{ мин.}$$

Затраты времени на поездку в нормированных благоприятных условиях

$$t_{\text{н}}^{\text{н}} = 15,85 + 0,51 \cdot \sqrt{26,08} = 18,45 \text{ мин.}$$

Коэффициенты:

$$\text{– регулярности перевозок } k_{\text{р}} = \frac{148}{142} = 0,96 ;$$

$$\text{– динамического изменения уровня ДТП } k_{\text{б,д}} = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot 1,7} = 0,75 ;$$

$$\text{– относительных затрат времени на передвижение } k_t = \frac{18,45}{24,5} = 0,75 ;$$

$$\text{– относительного наполнения автобусов } k_{\gamma} = \frac{0,75}{0,97} = 0,77 .$$

Интегральный показатель качества транспортного обслуживания

$$k_{\text{инт}} = 0,77 \cdot 0,75 \cdot 0,96 \cdot 0,75 = 0,42 .$$

Уровень транспортного обслуживания в целом по маршрутной сети является удовлетворительным, в том числе:

по затратам времени на поездку – удовлетворительным;

регулярности движения – хорошим;

наполнению – неудовлетворительным;

безопасности движения – удовлетворительным.

Контрольные вопросы

- 1 Какие параметры характеризуют уровень транспортного обслуживания населения?
- 2 Что характеризует регулярность движения автобусов на маршруте?
- 3 Назовите основные функции диспетчерского управления движением транспорта на линии.
- 4 Какие рейсы считаются нерегулярными?

З а д а н и е № 15

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ВМЕСТИМОСТИ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

15.1 Цель работы

Закрепить теоретические знания по определению пассажироместимости автомобильного транспортного средства для работы на регулярном маршруте.

15.2 Методика выполнения работы

Для обеспечения оптимального наполнения подвижного состава, соответствующего колебаниями пассажирских потоков, должно меняться количество, вместимость и распределение подвижного состава по транспортной сети. Организация транспортного процесса заключается, в первую очередь, в рациональном назначении числа работающих на маршруте автобусов (A_M), их пассажироместимости (q), режима и продолжительности работы автобуса на маршруте (T_H).

Завышенная вместимость снижает средний коэффициент использования пассажироместимости или вызывает необходимость применения движения транспортных средств с большими интервалами, заниженная – повышает затраты за счет применения менее эффективных пассажирских транспортных средств. Движение транспортных средств с большими интервалами или слишком высокий коэффициент использования пассажироместимости снижают качество обслуживания пассажиров. Поэтому пассажироместимость единицы транспортного средства, применяемого на маршрутах перевозок в регулярном сообщении, подлежит оптимизации.

В качестве критерия оптимальности принимается минимум целевой функции Z_q в виде суммы затрат S_H , возникающих при выполнении перевозок, и потерь пассажиров от ожидания транспортных средств на остановочных пунктах за определенный период времени Π_H , например за 1 час:

$$Z_q = S_H + \Pi_H \Rightarrow \min_q \quad (15.1)$$

где q – значение вместимости транспортного средства, пас.

Величина часовых потерь:

$$S_{\Pi} = S_{\circ} n_{\circ} \quad (15.2)$$

где S_{\circ} – величина затрат за один оборот транспортного средства на маршруте перевозок пассажиров;

n_{\circ} – число оборотов, совершаемых пассажирскими транспортными средствами на маршруте перевозок за 1 час.

Величина S_{\circ} определяется по формуле:

$$S_{\circ} = l_{\circ} s_{\text{км}} + t_{\circ} s_{\text{ч}} \quad (15.3)$$

где l_{\circ} – длина оборота на маршруте, км;

$s_{\text{км}}$ – затраты на 1 км пробега транспортного средства на маршруте;

t_{\circ} – длительность периода оборота на маршруте, ч;

$s_{\text{ч}}$ – затраты на 1 час работы транспортного средства на маршруте.

Длина оборота определяется из характеристики маршрута.

Длительность периода оборота определяется на основе характеристик маршрута и работающих на нем транспортных средств по формуле

$$t_{\circ} = l_{\circ} / v_{\text{ТО}} + t_{\text{ОК}} \quad (15.4)$$

где $v_{\text{ТО}}$ – средняя техническая скорость транспортного средства за оборот на маршруте, км/ч;

$t_{\text{ОК}}$ – суммарное время простоя на промежуточных и конечных остановочных пунктах на маршруте за оборот.

Величины $s_{\text{км}}$ и $s_{\text{ч}}$ рассчитываются по формулам:

$$s_{\text{км}} = a_{\text{км1}} + a_{\text{км2}} q, \quad (15.5)$$

$$s_{\text{ч}} = a_{\text{ч1}} + a_{\text{ч2}} q, \quad (15.6)$$

где $a_{\text{км1}}$, $a_{\text{км2}}$, $a_{\text{ч1}}$, $a_{\text{ч2}}$ – параметры зависимостей.

Значение n_{\circ} определяется по формуле

$$n_{\circ} = n_{\text{ч}} = A_{\text{М}} / t_{\circ} \quad (15.7)$$

где $n_{\text{ч}}$ – частота движения транспортных средств на маршруте;

$A_{\text{М}}$ – число пассажирских транспортных средств, работающих на маршруте.

С другой стороны требуемая частота движения пассажирских транспортных средств рассчитывается по наиболее напряженному участку маршрута по формуле:

$$n_{\text{ч}} = Q_{\text{пч}}/q, \quad (15.8)$$

где $Q_{\text{пч}}$ – максимальный часовой пассажиропоток по участкам маршрута в наиболее напряженном направлении, пас./ч.

Потери пассажиров от ожидания пассажирских транспортных средств при работе их по интервалу движения

$$n = Q_{\text{общ.ч}} C_{\text{пч}} J / 2 = Q_{\text{общ.ч}} C_{\text{пч}} / (2n_{\text{ч}}), \quad (15.9)$$

где $Q_{\text{общ.ч}}$ – общий часовой объем перевозок пассажиров на маршруте, пас.;
 $C_{\text{пч}}$ – стоимость потерь пассажира за 1 час ожидания транспорта;
 J – интервал движения пассажирских транспортных средств на маршруте ($J = 1/n_{\text{ч}}$).

В свою очередь, значение $Q_{\text{общ.ч}}$ рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{общ.ч}} = 2Q_{\text{ср.ч}} n_{\text{см}} = 2Q_{\text{пч}} / k_{\text{нер}} n_{\text{см}}, \quad (15.10)$$

где $Q_{\text{ср.ч}}$ – среднечасовая общая загрузка пассажирских транспортных средств при движении на маршруте ;

$n_{\text{см}}$ – средний коэффициент сменности пассажиров за один рейс пассажирского транспортного средства на маршруте;

$k_{\text{нер}}$ – коэффициент неравномерности пассажиропотока по участкам маршрута за оборот пассажирского транспортного средства;

$$k_{\text{нер}} = Q_{\text{пч}} / Q_{\text{ср.ч}}. \quad (15.11)$$

После подстановок получаем, что $Z_{\text{ч}}$ определяется по формуле

$$Z_{\text{ч}} = Q_{\text{пч}} / q (l_{\text{o}}(a_{\text{км1}} + a_{\text{км2}}q) + (l_{\text{o}}/v_{\text{то}} + t)(a_{\text{ч1}} + a_{\text{ч2}}q)) + q C_{\text{пч}} / k_{\text{нер}} n_{\text{см}} = \min_q. \quad (15.12)$$

Производная от $Z_{\text{ч}}$ по q , приравненная к нулю, определяет оптимальное значение $q_{\text{опт}}$.

В результате преобразований имеем:

$$q_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{Q_{\text{пч}} k_{\text{нер}} (l_{\text{o}} a_{\text{км1}} + a_{\text{ч1}} (l_{\text{o}} / v_{\text{то}} + t_{\text{ок}}))}{C_{\text{пч}} n_{\text{см}}}}. \quad (15.13)$$

Однако значение $Q_{\text{пч}}$ изменяется в течение суток, а вместимость единицы пассажирского транспортного средства, работающей на маршруте, остается постоянной. Поэтому решение должно приниматься по минимуму значения целевой функции:

$$Z = \sum_{i=1}^n Z_{\text{чи}} = \min_q, \quad (15.14)$$

где $Z_{\text{чи}}$ – значение целевой функции для i -го часа суток;

n – число часов за суточный период, в течение которых выполняются перевозки пассажиров на маршруте.

С учетом суточной изменчивости $Q_{\text{пт}}$ оптимальное значение пассажирорвместимости единицы пассажирского транспортного средства определяется по формуле

$$q_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{2Q_{\text{пт.ср}}k_{\text{нер}}(l_0 a_{\text{км1}} + a_{\text{ч1}}(l_0/v_{\text{то}} + t_{\text{ок}}))}{C_{\text{пт}}\eta_{\text{см}}}}, \quad (15.15)$$

где $Q_{\text{пт.ср}}$ – среднечасовой пассажиропоток на наиболее загруженном участке маршрута по периодам, когда работа транспортных средств на маршруте организована без информирования пассажиров о расписании движения.

15.3 Варианты заданий

Исходные данные:

а) пассажиропоток на маршруте по часам суток выбирается по сумме двух последних цифр номера зачетной книжки (см. таблицу 13.3);

б) затраты на 1 км пробега автобусов, $C_{\text{км}}$ (см. таблицу 15.1);

в) затраты на 1 час пробега автобусов, $C_{\text{час}}$ (см. таблицу 15.1);

Таблица 15.1 – Затраты на 1 км пробега и 1 час работы автобусов

Показатель	Значение показателя по маркам								
	МАЗ105	ИК280	МАЗ104	МАЗ103	ЛАЗ42021	ИК 260	МАН	«Богдан»	ГАЗ-32213-511
q	170	120	110	100	83	75	70	45	15
$C_{\text{км}}$	1083	810	958	958	754	740	568	362	224
$C_{\text{час}}$	14851	14263	13064	13064	10082	10490	10574	8956	7151

г) модель, марка и вместимость автобусов (см. таблицу 13.1);

д) стоимость потерь пассажира за 1 час ожидания транспорта $C_{\text{пт}} = 4000$ руб;

- е) коэффициент неравномерности пассажиропотока по участкам маршрута за оборот пассажирского транспортного средства $k_{неp} = 1,2$;
- ж) длина оборота автобуса на маршруте l_o , техническая скорость $v_{то}$, суммарное время простоя на остановочных пунктах $t_{ок}$ – принять значение величин из задания № 13.

Требуется:

- а) рассчитать параметры зависимостей $a_{км1}$, $a_{км2}$, $a_{ч1}$, $a_{ч2}$;
- б) определить формулы расчета $S_{км}$ и $S_{ч}$;
- в) определить расчетным путем оптимальное значение вместимости пассажирского автомобильного транспортного средства q_{opt} по часам суток.

15.4 Пример выполнения задания

Исходные данные

Пассажиропоток на маршруте по часам суток принимаем из таблицы 13.4 задания № 13, длина оборота $l_{об} = 10$ км, техническая скорость $v_{то} = 25$ км/ч, коэффициент сменности пассажиров $\eta_{см} = 2,7$, суммарное время простоя остановочных пунктах $t_{ок} = 20$ мин.

Выполнение работы

Используя программу *Excel* пакета *Microsoft Office*, построим графики (рисунки 15.1 и 15.2) зависимости затрат на 1 км пробега и 1 час работы автобусов от вместимости транспортного средства и определим уравнение зависимости $S_{км} = f(q)$ $S_{ч} = f(q)$ на основании данных таблицы 15.1.

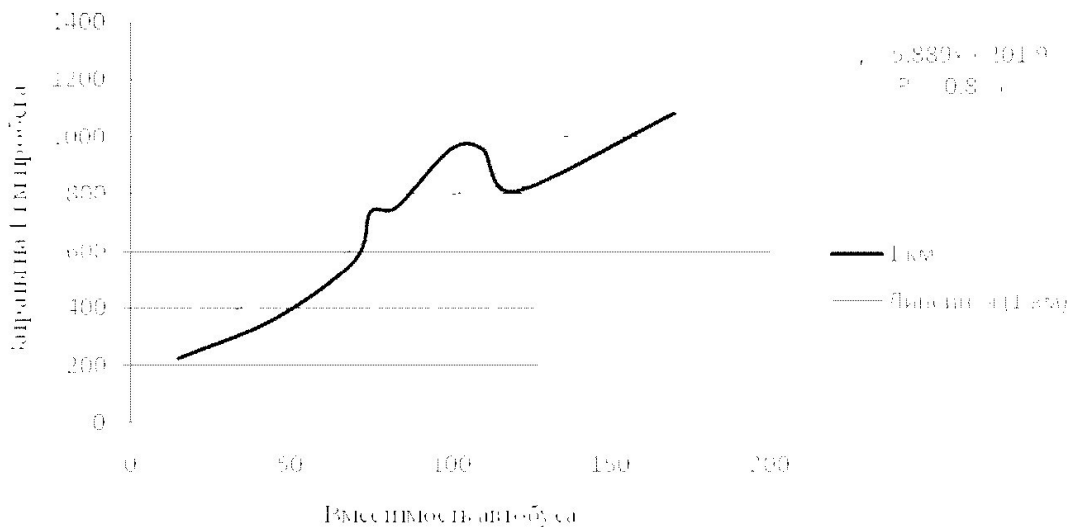


Рисунок 15.1 – График зависимости затрат на 1 км пробега автобусов от вместимости транспортного средства

Таким образом, зависимость, позволяющая рассчитать затраты на 1 км пробега транспортного средства на маршруте, $S_{км} = 201,9 + 5,89q$.

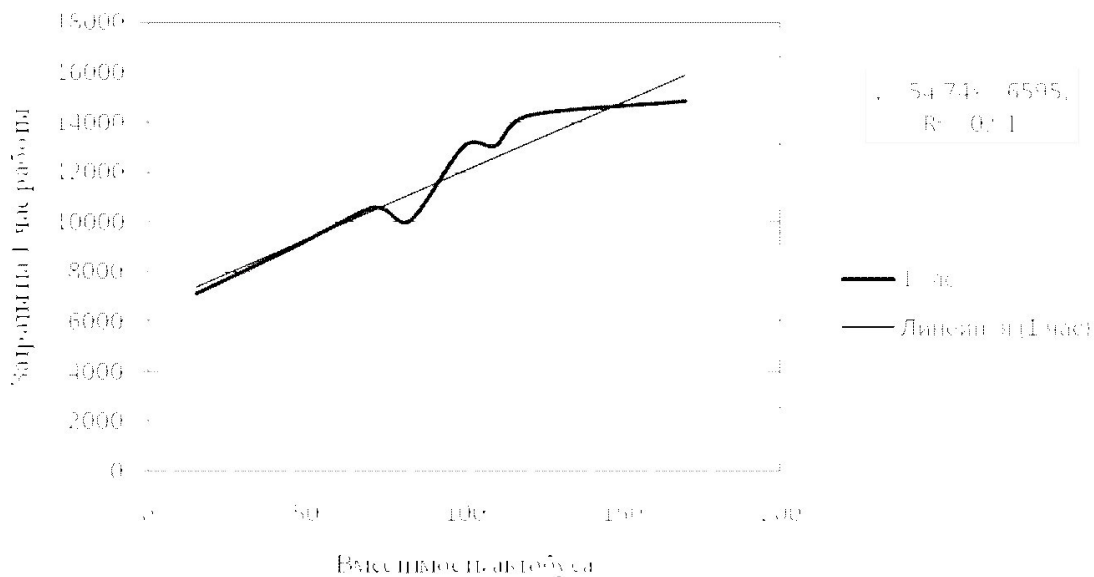


Рисунок 15.2 – График зависимости затрат на 1 час работы автобусов от вместимости транспортного средства

Зависимость, позволяющая рассчитать затраты на 1 час работы транспортного средства на маршруте, $S_q=6595+54,74q$.

Таким образом параметры зависимостей для расчета оптимальной вместимости $a_{км1} = 201,9$, $a_{км2} = 5,89$, $a_{ч1} = 6595$, $a_{ч2} = 54,74$.

Оптимальное значение вместимости пассажирского автомобильного транспортного средства для периода времени 6 – 7

$$q_{\text{опт}}^{6-7} = \sqrt{\frac{2 \cdot 520 \cdot 1,2 \cdot (10 \cdot 201,9 + 6595 \cdot (10/25 + 20))}{4000 \cdot 2,7}} = 125 \text{ пас.}$$

Аналогично выполняется расчет по всем периодам суток. Результаты расчетов приведены в таблице 15.2.

Таблица 15.2 – Оптимальные значение вместимости автобуса по периодам суток

Часы суток	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
Оптимальная вместимость	125	227	215	145	136	147	153	153	160	165	219	206	182	141	111	77

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Воркут, А. И.** Грузовые автомобильные перевозки / А. И. Воркут. – Киев : Выща шк., 1986. – 287 с.
- 2 **Ванчукевич, В. Ф.** Грузовые автомобильные перевозки / В. Ф. Ванчукевич [и др.]. – Минск : Выш. шк., 1989. – 223 с.
- 3 Организация и планирование грузовых автомобильных перевозок / под ред. Л. А. Александрова. – Минск : Выш. шк., 1986. – 117 с.
- 4 **Кожин, А. П.** Математические методы в планировании и управлении автомобильными перевозками / А. П. Кожин. – М. : Высш. шк., 1979. – 304 с.
- 5 Краткий автомобильный справочник. – М. : Транспорт, 1978. – 464 с.
- 6 **Терешко, С. И.** Системный подход к повышению качества автомобильного транспортного процесса / С. И. Терешко. – Минск : Наука и техника, 1988. – 217 с.
- 7 Автомобильные перевозки пассажиров. Сборник нормативных документов. Вып.1. – Минск : Юнипак, 2003. – 202 с.
- 8 **Блатнов, М. Д.** Пассажиры автомобильные перевозки / М. Д. Блатнов. – М. : Транспорт, 1981. – 302 с.
- 9 **Вайншток, М. А.** Организация городских автобусных перевозок / М. А. Вайншток. – М. : Транспорт, 1979. – 158 с.
- 10 **Варелопуло, Г. А.** Организация движения и перевозок на городском пассажирском транспорте / Г. А. Варелопуло. – М. : Транспорт, 1981. – 93 с.
- 11 **Гудков, В. А.** Технология, организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками : учеб. для вузов / В. А. Гудков, Л. Б. Миротин. – М. : Транспорт, 1997. – 254 с.
- 12 **Овечников, Е. В.** Городской транспорт / Е. В. Овечников, М. С. Фишельсон. – М. : Высш. шк., 1976. – 210 с.
- 13 Правила автомобильных перевозок пассажиров в Республике Беларусь. – Минск : Минтранс Беларуси, 2008. – 45 с.
- 14 **Роцин, А. И.** Организация городского автобусного маршрута : задание и методические указания к курсовому проекту по курсу «Технология, организация и управление пассажирским автомобильным транспортом» / А. И. Роцин, В. И. Яцукевич. – М. : МАДИ, 1994. – 20 с.
- 15 **Спирин, И. В.** Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования / И. В. Спирин. – М. : Издательский центр «Академия», 2003. – 400 с.
- 16 **Чижонок, В. Д.** Выбор автомобильных транспортных средств для перевозки грузов / В. Д. Чижонок. – Гомель : БелГУТ, 2003. – 63 с.
- 17 **Аземша, С. А.** Зависимость себестоимости международных автомобильных перевозок грузов от параметров транспортных средств и перевозочного процесса / С. А. Аземша // Транспорт и связь. – 2006. – № 4. – С. 57–60.
- 18 **Скирко́вский, С. В.** Выбор вместимости транспортных средств для городских перевозок пассажиров в регулярном сообщении / С. В. Скирко́вский // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния. – Екатеринбург, 2005. – С. 82–89.
- 19 Автомобильный справочник / под ред. В. М. Приходько. – М. : ООО «Издательство «Машиностроение», 2004. – 704 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Типовая программа курса

1 Цель и задачи преподавания дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Курс «Автомобильные перевозки грузов и пассажиров» является основной профилирующей дисциплиной при подготовке инженеров-менеджеров по организации перевозок и управлению на автомобильном и городском транспорте.

Цель преподавания дисциплины – формирование у студентов системы научных и профессиональных знаний и навыков в области рациональной организации транспортного процесса при перевозке грузов и пассажиров.

В процессе изучения данной дисциплины студент знакомится с организацией работы автомобильного и городского транспорта, играющего важную роль в решении задачи полного и своевременного удовлетворения потребностей предприятий и организаций государственной и частной форм собственности, а также населения в перевозках, в повышении эффективности и качества работы транспортного комплекса.

Дисциплина раскрывает роль, состояние, тенденции и перспективы развития автомобильных перевозок с учетом затрат трудовых, материальных и топливно-энергетических ресурсов, необходимости обеспечения экологичности транспорта и излагает основные направления научно-технического прогресса, а также опыт работы автомобильного транспорта в Беларуси и за рубежом.

1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны знать передовые методы и технологические особенности организации автомобильных перевозок, типаж подвижного состава, методы проектирования, оптимизации функционирования и управления транспортно-технологическими системами транспорта.

На основе полученных знаний студенты должны уметь проводить расчеты и анализ эксплуатационных показателей для повышения качества транспортного обслуживания, эффективности использования подвижного состава и снижения транспортных издержек на перевозки.

2 Содержание дисциплины

2.1 Содержание лекционных занятий

2.1.1 Современное состояние и задачи автомобильного транспорта Республики Беларусь

Характеристика автомобильного транспорта Республики Беларусь. Клас-

сификация автотранспортных предприятий. Специализация АТП. Паспорт АТП. Производственное значение и задачи автомобильного транспорта. Основные направления совершенствования транспортного процесса.

2.1.2 Грузовые автомобильные перевозки

Характеристика технологических схем перемещения грузов. Виды грузовых автомобильных перевозок. Критерии оценки эффективности грузовых автомобильных перевозок.

2.1.3 Основы грузоведения

Предмет грузоведения. Характеристика свойств грузов. Способы повышения грузместимости подвижного состава. Тара, упаковка и маркировка грузов. Сфера применения тары-оборудования. Общие принципы обеспечения сохранности грузов. Факторы, определяющие допустимую скорость движения автомобилей. Совместимость грузов при хранении и перевозке.

2.1.4 Грузовые потоки

Массовость и партионность перевозок. Формирование и накопление партий груза. Показатели процесса накопления. Потоки требований на перевозки. Статистическое исследование партионности перевозок. Неравномерность перевозок. Определение и систематизация транспортных связей. Эшоры и картограмма грузовых перевозок. Показатели объема перевозочной работы и их расчет.

2.1.5 Транспортный процесс и производительность подвижного состава

Транспортный процесс и его элементы. Взаимосвязь операций с грузами и подвижным составом. Понятие о нулевом пробеге. Маршруты и циклы перевозки грузов. Транспортная работа цикла перевозок. Производительность автомобиля и определяющие ее факторы. Методика анализа влияния эксплуатационных факторов на показатели использования подвижного состава. Система показателей работы подвижного состава. Показатели численности подвижного состава и использования времени его пребывания в АТП для работы на линии. Расчет необходимого количества автомобилей для перевозки грузов.

2.1.6 Себестоимость грузовых автомобильных перевозок и тарифы

Затраты на перевозки грузов и себестоимость перевозок. Анализ зависимости себестоимости перевозок от эксплуатационных факторов. Нормирование и анализ эффективности использования автомобильного топлива. Факторный анализ эффективности использования парка подвижного состава. Тарифы на перевозки грузов.

2.1.7 Выбор подвижного состава. Формирование структуры автомобильного парка

Критерии и общие принципы выбора подвижного состава. Выбор подвижного состава по производительности. Выбор подвижного состава оптимальной грузоподъемности. Выбор автомобилей-тягачей для перевозки тяжелых грузов. Определение оптимальной по грузоподъемности струк-

туры парка автомобилей.

2.1.8 *Маршрутизация перевозок и организация движения автомобилей*

Общая постановка задачи маршрутизации перевозок. Методы определения кратчайших расстояний. Маршрутизация массовых крупнопартионных перевозок. Требования, предъявляемые к маршрутам. Закрепление маршрутов за АТП. Маршрутизация партионных перевозок. Методы нахождения рациональных развозочных маршрутов: с использованием кратчайшей связывающей сети; суммирования по столбцам; Кларка-Райта. Комплексное календарное планирование поставок. Организация движения автомобилей по расписанию и часовым графикам. Показатели использования подвижного состава на различных маршрутах.

2.1.9 *Организация перевозок грузов*

Правовые основы организации грузовых автомобильных перевозок. Правила приема, выдачи, переадресовки, погрузки и выгрузки грузов. Правила составления актов, предъявления и рассмотрения претензий. Документация на перевозки и правила ее оформления. Порядок расчетов за перевозки. Транспортно-экспедиционное обслуживание клиентуры.

2.1.10 *Технология грузовых автомобильных перевозок*

Технология перевозок навалочных и сыпучих грузов. Особенности перевозки крупногабаритных, длинномерных и строительных грузов. Обеспечение сохранности и технология перевозки продуктов сельского хозяйства. Меры противопожарной безопасности при перевозке грузов. Перевозка торговых и почтовых грузов. Перевозка грузов промышленных предприятий. Организация работы карьерного подвижного состава автомобильного транспорта. Расчет необходимого числа контейнеров. Передовые методы организации автомобильных перевозок грузов.

2.1.11 *Управление грузовыми автомобильными перевозками*

Структура управления грузовыми автотранспортными предприятиями. Структура и функции службы эксплуатации АТП. Оперативное управление перевозками. Функции диспетчерской группы.

2.1.12 *Характеристика пассажирского транспорта*

Основные задачи пассажирского автомобильного транспорта. Сравнительная характеристика различных видов городского пассажирского транспорта. Области рационального применения различных видов городского транспорта. Экономические аспекты неудовлетворительной работы пассажирского автомобильного транспорта. Факторы, влияющие на развитие пассажирских перевозок. Особенности развития пассажирских автомобильных перевозок за рубежом.

2.1.13 *Транспортные системы городов и подвижность населения*

Планировочные структуры городов и типовые схемы транспортных систем. Основные принципы проектирования транспортных систем. Показатели транспортной системы города.

Понятие транспортной подвижности населения. Понятие поездки и передвижения. Факторы, влияющие на транспортную подвижность населения в городах и сельской местности. Взаимосвязь между ростом национального дохода и транспортной подвижностью населения. Пассажирские корреспонденции. Факторы, определяющие формирование корреспонденций.

2.1.14 Пассажиропотоки и методы их изучения

Цели и виды обследования пассажиропотоков. Классификация транспортных обследований населения. Понятие пассажиропотока. Неравномерность пассажиропотоков и ее учет в организации перевозок пассажиров. Методы изучения пассажиропотоков. Анализ конкретных методов получения информации о пассажиропотоках. Автоматизированные методы обследования. Пассажирообмен остановочных пунктов.

2.1.15 Подвижной состав пассажирского автомобильного транспорта и показатели его использования

Классификация пассажирских автомобилей, их характеристика и сравнительная оценка. Типаж автомобилей. Основные направления в развитии автомобилестроения. Классификация и характеристика условий эксплуатации автомобилей. Показатели эффективности использования пассажирских транспортных средств. Взаимосвязь между элементами конструкции автомобиля, эксплуатационными и техническими показателями транспортных средств. Показатели, характеризующие совершенство конструкции автобусов. Пассажировместимость и ее измерители. Требования к подвижному составу, используемому на городских и междугородных маршрутах. Удобство использования пассажирского подвижного состава.

2.1.16 Производительность пассажирского подвижного состава

Транспортный процесс и его элементы. Понятие цикла транспортного процесса. Общий пробег пассажирских автомобилей и его составные элементы. Количественные и качественные показатели использования автобусов. Расчет производительности автобусов и автомобилей-такси. Анализ влияния различных факторов на величину производительности. Показатели использования парка автомобилей.

2.1.17 Автовокзалы, автостанции и линейные сооружения

Классификация автовокзалов и автостанций. Технико-экономические показатели проекта автовокзала и автостанции. Расположение и оборудование перронов посадки и высадки. Расчет количества посадочных постов. Технологический процесс работы автовокзала и автостанции. Генеральный план автовокзала. Основные помещения автовокзала и требования к их размещению. Основные функции автовокзала. Механизация и автоматизация производственных процессов на автовокзале. Линейные сооружения автомобильного пассажирского транспорта. Принципы расположения остановочных пунктов. Классификация остановочных пунктов.

2.1.18 *Автобусная маршрутная сеть*

Виды автобусных перевозок. Классификация и характеристика автобусных маршрутов. Понятие рейса. Маршрутная сеть. Показатели маршрутной сети. Порядок организации маршрутов, их закрытия и корректировки. Паспорт автобусного маршрута. Выбор рациональной автобусной маршрутной сети. Способы изменения маршрутной сети. Закрепление автобусных маршрутов за автотранспортными предприятиями, колоннами и бригадами, автозаправочными станциями.

2.1.19 *Организация движения автобусов на маршруте*

Общие принципы организации автобусных перевозок в городах, в пригородном и междугородном сообщении. Выбор видов и расчет числа автобусов для работы на маршруте. Распределение автобусов по маршрутам. Организация и эффективность резервирования автобусов на городском транспорте. Организация скоростного и экспрессного движения. Особенности организации движения автобусов в час пик. Формы организации труда водителей на городских и междугородных маршрутах. Выбор рациональных режимов труда водителей. Виды расписаний движения автобусов. Технология составления расписания. Методы разработки расписаний движения. Использование ЭВМ при составлении автобусных расписаний.

2.1.20 *Система управления качеством перевозок пассажиров автобусами*

Основные показатели качества перевозок. Затраты времени пассажира на передвижение. Наполнение автобусов пассажирами. Регулярность движения автобусов. Беспересадочность сообщения. Комфортабельность транспортного передвижения. Безопасность движения. Интегральная оценка качества обслуживания пассажиров.

2.1.21 *Особенности организации автобусных перевозок в городах и на внегородских маршрутах*

Нормирование скоростей движения автобусов. Факторы, влияющие на скорость движения. Определение числа автобусов по часам суток. Планирование времени выпуска автобусов на маршруты. Увязка продолжительности работы автобусов и водителей на линии. Координация работы различных видов городского пассажирского транспорта. Характеристика внегородских автобусных перевозок. Особенности пригородных автобусных перевозок. Требования к пунктам пересадки с пригородного на городские маршруты. Организация автобусных перевозок в сельской местности. Организация автобусных перевозок на междугородных маршрутах. Международные перевозки пассажиров.

2.1.22 *Диспетчерское руководство движением автобусов на маршрутах*

Нарушения в линейной работе городского пассажирского транспорта. Задачи диспетчерской службы. Организация системы диспетчерского управления движением автобусов. Организационная структура единой центральной диспетчерской службы городского пассажирского транспорта.

Автоматизация диспетчерского управления движением автобусов. Назначение и основные функции системы «Интервал».

2.1.23 Система образования доходов от пассажирских перевозок

Себестоимость пассажирских автомобильных перевозок. Назначение и методы определения расчетного тарифа. Договорные тарифы. Распределение доходов от перевозки пассажиров на городских маршрутах различными видами транспорта. Автоматизированная система бронирования и продажи билетов. Структура и задачи контрольно-ревизорской службы.

2.1.24 Организация перевозок пассажиров легковыми автомобилями

Роль и место таксомоторных перевозок в системе городского пассажирского транспорта. Требования к подвижному составу легковых таксомоторных перевозок. Общие сведения об организации перевозок пассажиров легковыми автомобилями-такси. Подвижность населения, обслуживаемого легковыми автомобилями-такси, и влияющие на нее факторы. Структура существующего спроса на таксомоторные перевозки. Организация приема и исполнения заказов населения на таксомоторное обслуживание. Определение и анализ показателей использования автомобилей-такси. Организация коммерческих автомобильных перевозок автомобилей.