

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Экономика и логистика»

Д. М. Антюшеня

ГРУЗОВЫЕ И ПАССАЖИРСКИЕ
АВТОМОБИЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ

Учебно-методическое пособие
для студентов специальности
1-27 02 01 «Транспортная логистика»

В 2 частях

Часть 1

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области экономики и организации производства*

Минск
БНТУ
2020

УДК 656.13. 025 (075.8)

ББК 39.38 я 7

A72

Рецензенты:

заведующий кафедрой логистики ИБМТ БГУ,

канд. экон. наук, доцент *А. Д. Молокович*

доцент кафедры организации автомобильных перевозок

и дорожного движения, канд. техн. наук, доцент *В. Н. Седюкевич*

Антюшеня, Д. М.

A72 Грузовые и пассажирские автомобильные перевозки: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-27 02 01 «Транспортная логистика»: в 2 ч. / Д. М. Антюшеня. – Минск : БНТУ. – Ч. 1. – 2020. – 62 с.

ISBN 978-985-550-992-0 (Ч. 1).

В учебно-методическом пособии представлен понятийный аппарат, раскрываются теоретические и практические основы организации движения автобусов при перевозке пассажиров, даны методические указания по выполнению курсовой работы.

УДК 656.13. 025 (075.8)

ББК 39.38 я 7

ISBN 978-985-550-992-0 (Ч. 1)

ISBN 978-985-583-039-0

© Антюшеня Д. М., 2020

© Белорусский национальный
технический университет, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Техничко-эксплуатационные показатели работы автобусов	5
2. Классификация пассажирских автомобильных перевозок	16
2.1. Внутриреспубликанские автобусные перевозки	17
2.1.1. Пригородные автобусные маршруты	17
2.1.2. Городские автобусные маршруты	18
2.1.3. Междугородные автомобильные перевозки	22
2.2. Выбор автобусного маршрута	23
3. Пассажиорооборот и пассажириопотоки	28
3.1. Транспортная подвижность населения	28
3.2. Пассажиорооборот	29
3.3. Пассажириопоток	30
4. Общие положения по выполнению курсовой работы	33
4.1. Исходные данные	34
5. Методические указания по выполнению курсовой работы	36
5.1. Расчетная часть	38
5.1.1. Выбор автобусов и определение их потребности для обслуживания маршрута	38
5.1.2. Расчет необходимого числа автобусов и интервалов движения по часам периода движения	42
5.1.3. Определение фактического числа автобусов и распределение их по сменности	43
5.1.4. Расчет необходимого количества водителей	46
5.1.5. Составление рабочего (автобусного) расписания	49
5.1.6. Определение основных технико-эксплуатационных и экономических показателей	49
5.2. Пути повышения эффективности автобусных перевозок	52
6. Структура и содержание курсовой работы	53
7. Оформление и защита курсовой работы	53
8. Пояснения по выполнению графической части	55
Список использованных источников	56
Приложения	57

ВВЕДЕНИЕ

Объективная потребность в дополнительном бюджетном финансировании общественного пассажирского транспорта (в первую очередь, при перевозках пассажиров в городах и в пригородном сообщении) обусловила острый кризис этой подотрасли на первом этапе реформ. Существенно изменился характер междугородных автобусных перевозок, которые в настоящее время стали сильно коммерциализированным видом деятельности. Наконец, характерным феноменом последних лет стало лавинообразное возрастание числа легковых автомобилей, находящихся в личной собственности граждан. Их увеличение негативно повлияло на спрос по перевозке пассажиров транспортом общего пользования. Опыт ряда европейских государств показывает, что рост числа легковых автомобилей на улицах городов приводит к снижению числа пассажиров общественного транспорта. Например, в США транспорт общего пользования перевозит около 3 % от общего числа пассажиров, в Европе около 15 %, в Республике Беларусь около 68 %.

В то же время, рост личных автомобилей приводит к заторам на дорогах, увеличению выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и снижению общего уровня безопасности дорожного движения. В связи с этим работу транспорта общего пользования необходимо поддерживать на достигнутом уровне, создавая дополнительные условия и стимулы для повышения скорости перевозки пассажиров, улучшения комфортности транспортных средств и повышения качества обслуживания пассажиров.

Городские и пригородные пассажирские перевозки, нерентабельные сами по себе в большинстве стран мира, в кризисных условиях переходного периода в Беларуси стали убыточными. Наземный пассажирский транспорт общего пользования занимает ведущее положение в обеспечении транспортного обслуживания населения. С социальной точки зрения он является самым массовым и доступным видом регулярного транспорта. Общественный транспорт и в годы реформ продолжает занимать ведущее положение в системе городского пассажирского транспорта.

1. ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ АВТОБУСОВ

При планировании автобусных перевозок эксплуатационная служба пассажирских АТП использует систему показателей работы автобусов.

Условные обозначения:

$Q_{\text{п}}$ – объем автобусных перевозок, провозные способности парка, пасс.;

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

$P_{\text{п}}$ – пассажирооборот, пасс.-км;

$L_{\text{м}}, L_{\text{ук}}$ – соответственно длина основного и укороченного маршрутов, км;

$U_{\text{А}}, W_{\text{А}}$ – соответственно производительность автобуса за рабочий день, пасс. и в пасс.-км;

$T_{\text{м}}, T_{\text{н}}$ – соответственно время работы автобуса на маршруте, пребывания автобуса в наряде, ч;

$\gamma_{\text{с}}, (\gamma_{\text{н}}), \gamma_{\text{д}}$ – статистический (коэффициент наполнения), динамический коэффициенты использования пассажироместности;

$\eta_{\text{см}}$ – коэффициент сменности пассажиров на маршруте;

$t_{\text{н}}$ – время нулевого пробега, ч;

$t_{\text{п}}, t_{\text{к}}$ – соответственно время простоя автобуса на промежуточной и конечной остановках, мин;

$n_{\text{пр}}$ – число промежуточных остановок на маршруте;

m – вместимость автобуса, мест;

$A_{\text{м}}$ – соответственно число автобусов на маршруте, общее количество автобусов;

$l_{\text{пх}}$ – среднее расстояние перехода пассажиров (пешеходного хождения), м;

β – коэффициент использования пробега;

$L_{\text{н}}$ – нулевой пробег автобуса, км;

$t_{\text{р}}, t_{\text{о (скв)}}, t_{\text{оук}}$ – время рейса, оборота (сквозного) автобуса на всей длине и на укороченных участках маршрута, уменьшенное на величину опоздания, ч (мин);

$V_{\text{т}}, V_{\text{с}}, V_{\text{э}}$ – соответственно техническая скорость, скорость сообщения и эксплуатационная скорость, км/ч;

$z_{\text{р}}, z_{\text{доп}}$ – число рейсов автобуса за рабочий день и дополнительное количество рейсов;

$L_{\text{пасс}}, L_{\text{сс}}$ – соответственно пробеги автобуса с пассажирами и общий пробег за сутки, км;

$K_{\text{м}}$ – маршрутный коэффициент;

$L_{\text{м}}$ – протяженность автобусного маршрута, км;

$\Sigma L_{\text{м}}$ – общая протяженность автобусных маршрутов в районе, км;

$\Sigma L_{\text{с}}$ – общая протяженность улиц, по которым проходят автобусные маршруты, км;

$l_{\text{пер}}$ – длина перегона между двумя остановками на маршруте, м;

F – площадь застройки района, км²;

δ – плотность транспортной сети, км/км²;

$t_{\text{р}}, t_{\text{дв}}$ – соответственно время рейса и время движения за рейс, ч (мин);

$A_{\text{сп}}$ – списочное число автобусов;

$t_{\text{возвр}}$ – время возвращения автобуса в парк, ч (мин);

$t_{\text{выезд}}$ – время выезда автобуса из парка, ч (мин);

$t_{\text{пер}}$ – время перерывов у водителей на прием пищи, ч (мин);

$T_{\text{нач}}$ – время начала работы автобуса на маршруте, ч (мин).

Для планирования перевозок, контроля и анализа итогов деятельности автотранспортного предприятия (АТП) и их служб, установлена система технико-эксплуатационных показателей, которые подразделяются на количественные и качественные. Цель анализа работы АТП и отдельных его служб – выявить причины, сдерживающие развитие перевозок, и наметить мероприятия по улучшению обслуживания пассажиров при минимальных расходах на эксплуатацию. При анализе рассматривают и сопоставляют расчетные показатели работы подвижного состава с фактическими.

Вместимость (пассажировместимость) оценивается числом пассажирских мест, площадью пола автобуса на место для сидения $F_{\text{уд.с}}$, площадью пола городского автобуса на место для проезда стоя $F_{\text{уд.п}}$, коэффициентом мест для сидения (в городских автобусах) k . Эти показатели рассчитываются по формулам:

$$F_{\text{уд.с}} = F_{\text{с}} / N_{\text{с}}; \quad F_{\text{уд.п}} = F_{\text{п}} / N_{\text{п}}; \quad k = N_{\text{с}} / N,$$

где $F_{\text{с}}, F_{\text{п}}$ – соответственно площадь пола автобуса для проезда сидя и стоя, м²;

$N_{\text{с}}$ и $N_{\text{п}}$ – соответственно число пассажирских мест для проезда сидя и стоя;

N – общее число мест.

Значения показателей пассажироместимости для городских автобусов и троллейбусов должны быть следующими: $F_{\text{уд.с}} > 0,315 \text{ м}^2$, $F_{\text{уд.п}} > 0,20 \text{ м}^2$ и $F_{\text{уд.с}} > 0,125 \text{ м}^2$ (в часы пик).

Использование массы пассажирских автомобилей определяется показателем снаряженной массы:

$$k_{\text{п}} = M_{\text{с}} / N,$$

где $M_{\text{с}}$ – снаряженная масса, кг.

Удобство пассажирских автомобилей оценивается аналогично грузовым (кроме погрузки и разгрузки), но дополнительно учитываются посадка и высадка пассажиров и комфортабельность пассажирских мест. Удобство посадки и высадки определяется размерами, расположением и устройством дверей, подножек и проходов; комфортабельность – геометрическими параметрами мест, эффективностью вентиляции, отопления и предохранения пассажиров от неблагоприятных воздействий внешней среды, а также наличием дополнительного оборудования, повышающего удобство поездок.

Транспортный процесс в пассажирских перевозках – это перемещение пассажиров, включающее в себя продажу билетов, подачу транспортных средств, посадку и высадку пассажиров, возврат автомобилей к месту хранения и другие операции.

В результате транспортного процесса пассажиры доставляются на определенное расстояние ($l_{\text{ср}}$), при этом совершается *транспортная работа* (P) равная:

$$P = Q \cdot l_{\text{ср}}, \text{ пасс.-км},$$

где Q – количество перевезенных пассажиров;

$l_{\text{ср}}$ – средняя дальность поездки пассажира.

Объем автобусных перевозок Q (пасс.), определяемый общим количеством перевезенных автобусами пассажиров на каждом маршруте:

$$Q = P / l_{\text{ср}}, \text{ пасс.}$$

Под парком подвижного состава понимают все транспортные средства АТП. Списочным (инвентарным) парком называется подвижный состав, стоящий на балансе АТП:

$$A_{\text{сп}} = A_3 + A_p, \text{ ед.};$$

$$A_{\text{сп}} = A_3 + A_r + A_p, \text{ ед.},$$

где A_3 – парк готовый к эксплуатации;

A_r – парк, находящийся в простое в исправном состоянии (нет водителя, нет ГСМ, нет работы и т. д.);

A_p – парк, находящийся на ремонте и техническом обслуживании.

Каждая единица парка подвижного состава, находясь в АТП ($D_{\text{и}}$) дней (календарные дни), может из них находиться (D_3) дней в эксплуатации, (D_p) дней в ремонте или ожидании и (D_r) дней в простое в готовом к эксплуатации состоянии (выходные и праздничные дни, отсутствие водителя, распутица и т. п.)

$$D_{\text{и}} = D_3 + D_r + D_p, \text{ дни.}$$

Если необходимо определить дни эксплуатации, ремонта или простоя не для одного автомобиля, а всего парка, то пользуются показателем автомобиле-дни:

$$A D_{\text{и}} = A D_3 + A D_r + A D_p, \text{ авт.-дни,}$$

где $A D_3$ – автомобиле-дни в эксплуатации;

$A D_r$ – автомобиле-дни простоя;

$A D_p$ – автомобиле-дни в ремонте.

Коэффициент технической готовности парка за рабочий день является основным показателем, характеризующим уровень работы технической службы, и зависит от интенсивности эксплуатации подвижного состава, наличия запасных частей, материально-технической базы АТП и т. д.

Коэффициент выпуска парка на линию α_v – характеризует степень использования подвижного состава для работы на линии:

$$\alpha_v = A_3 / A_{\text{сп}},$$

где A_3 – количество автобусов в эксплуатации.

Коэффициент выпуска парка на линию отличается от коэффициента технической готовности парка на величину, характеризующую про-

стои подвижного состава в исправном состоянии. И зависит от дорожных и климатических факторов, технического состояния подвижного состава и т. д.

Время движения – это время, затрачиваемое автобусом на маршруте от одного конечного пункта до другого с учетом задержек по причинам дорожного движения.

Для определения времени движения пользуемся картой обработки хронометражных наблюдений по маршруту, время движения по маршруту за рейс определяется суммированием времени движения по отдельным перегонам.

Время в наряде (T_H) определяется с момента выхода подвижного состава из АТП до момента возвращения, без учета времени на перерыв:

$$T_H = t_{\text{возв}} - t_{\text{выезд}} - t_{\text{пер}}, \text{ ч};$$

$$T_H = T_M + t_H = T_M + L_H / V_T, \text{ ч},$$

где $t_{\text{возв}}$ – время возвращения подвижного состава в гараж;

$t_{\text{выезд}}$ – время выезда подвижного состава из гаража;

$t_{\text{пер}}$ – время перерыва водителя;

T_M – время на маршруте;

L_H – суммарное значение нулевых пробегов подвижного состава;

V_T – техническая скорость подвижного состава.

Время сообщения (T_C) – это время с момента отправления с одной конечной остановки до момента прибытия на другую, включает время движения и время простоя на промежуточных пунктах

$$T_C = t_{\text{дв}} + t_{\text{по}}, \text{ мин.}$$

Циклом транспортного процесса называется законченный комплекс операций, необходимый для доставки пассажиров. Таким циклом является рейс. *Рейс* – совокупность операций при движении автобуса от начального до конечного пункта маршрута.

Для определения времени рейса выполняются хронометражные наблюдения. Хронометражные наблюдения проводятся на маршруте, имеющем наиболее низкие технико-эксплуатационные характеристики работы пассажирского автомобильного транспорта из применяемого на рассматриваемом направлении. Водитель автобуса, на котором

выполняется хронометраж времени рейса, должен обладать средней квалификацией, знать обследуемый маршрут. Хронометраж проводится по всем часам работы в характерные дни недели (будни и выходные), каждого сезона года, а также при изменении режима работы транспорта и пассажирских потоков. Место хронометражиста в автобусе определяется возможностями наилучшего обзора трассы движения, а также дверей входа-выхода пассажиров. Запись наблюдений проводится на хронометражной карте маршрута, содержащей список остановочных пунктов. По результатам обработки хронометражных наблюдений составляется акт.

Время рейса автобуса (t_p)

$$t_p = t_{дв} + t_{по} \cdot n_{пр} + t_{ко}, \text{ ч.}$$

где $t_{дв}$ – время движения автобуса на маршруте;

$t_{по}$ – время простоя автобуса на промежуточных остановках;

$n_{пр}$ – количество промежуточных остановок;

$t_{ко}$ – время простоя автобуса на конечных остановках.

Оборотом называется пробег автобуса по маршруту в обоих направлениях:

$$T_{об} = 2 \cdot t_p, \text{ ч.}$$

Время обратного рейса автобуса. Обратным рейсом называется пробег автобуса в обоих направлениях.

Время обратного рейса включает время рейса в прямом и обратном направлении

$$T_{об} = t_{прп} + t_{робр}, \text{ ч.}$$

Число рейсов автобуса:

$$z_p = T_M / t_p, \text{ ч.}$$

Коэффициент использования пробега β – это отношение пробега подвижного состава с пассажирами ($L_{пр}$) к общему его пробегу ($L_{общ}$) за определенный календарный период времени:

$$\beta = L_{пр} / L_{общ}.$$

Коэффициент использования вместимости $\gamma_{\text{вм}}$ – характеризует степень использования вместимости (наполнения) автобусов пассажирами. Вместимостью автобуса (таксомотора) называется способность перевозить одновременно определенное число пассажиров с удобствами, предусмотренными конструкцией. Число мест в автобусе (таксомоторе), установленное технической характеристикой, является *номинальной вместимостью*. Для таксомотора и автобусов, используемых для междугородных перевозок пассажиров и туристических целей, она определяется числом мест для сидения, а для автобусов, выполняющих городские перевозки, – числом сидячих и стоячих мест (места для водителя и кондуктора не учитываются).

Для парка автобусов среднюю вместимость q_c определяют аналогично средней грузоподъемности парка грузовых автотранспортных средств.

Для таксомоторов, выполняющих разовые заказы, данный коэффициент не учитывается, так как их производительность определяется оплаченными пробегами и простоями.

Различают коэффициенты статического $\gamma_{\text{вмс}}$ и динамического $\gamma_{\text{вмд}}$ использования вместимости.

Коэффициент $\gamma_{\text{вмс}}$ характеризуется отношением общего числа перевезенных пассажиров за рейс к номинальной вместимости автобуса:

$$\gamma_{\text{вмс}} = q_{\text{ф}} / q_{\text{н}}$$

где $q_{\text{ф}}$ – количество пассажиров за рейс;

$q_{\text{н}}$ – номинальное количество пассажиров, которое автобус может провезти за 1 раз.

Поскольку коэффициент статического использования вместимости не отражает зависимости среднего расстояния ($l_{\text{ср}}$) поездки пассажиров, т. е. их сменяемость на маршруте, он мало отражает фактическое использование автобусов и на практике не применяется.

При планировании и анализе работы автобусного парка употребляется $\gamma_{\text{вмд}}$, который определяется отношением выполненной транспортной работы в пассажиро-километрах к работе, которая могла быть выполнена, если бы на всем протяжении маршрута полностью использовалась номинальная вместимость автобуса.

$$\gamma_{\text{вмд}} = (q_{\text{ф}} \cdot l_{\text{ср}}) / (q_{\text{н}} \cdot L_{\text{м}} \cdot z),$$

где $l_{\text{ср}}$ – средняя дальность поездки пассажира;

$L_{\text{м}}$ – длина маршрута;

z – число рейсов за месяц.

Подвижность населения на автобусном транспорте:

$$\Pi_a = k_a \Pi,$$

где Π – транспортная подвижность населения на всех видах городского транспорта, поездок;

k_a – удельный вес перевозок пассажиров автобусами.

Подвижность населения прогнозируется по результатам обследования или статистическим зависимостям, удельный вес автобусных перевозок устанавливается по прогнозируемой доле автобусного транспорта. Подвижность населения и удельный вес автобусных перевозок в зависимости от численности населения и планировки города находятся соответственно в пределах 150–900 и 0,3–1,0.

Объем внутригородских автобусных перевозок пассажиров на перспективу:

$$Q = \Pi_a \cdot N,$$

где Π_a – перспективная подвижность населения города на автобусном транспорте, поездок;

N – планируемая численность населения города на перспективу, чел.

Пассажирооборот автобусного транспорта на перспективу в городском сообщении:

$$P = Q \cdot l_{\text{пс}}$$

где $l_{\text{пс}}$ – средняя дальность поездки в городе на перспективу, км.

При отсутствии данных значение $l_{\text{пс}}$ может быть рассчитано по эмпирической формуле:

$$l_{\text{пс}} = 1,3 + 0,258k_{\text{пл}}(F)0'5,$$

где $k_{\text{пл}}$ – коэффициент планировочной структуры города (табл. 1.1);

F – площадь застроенной территории города, км².

Таблица 1.1

Значение коэффициента планировочной структуры города

С радиальной и радиально-кольцевой структурой магистралей	С компактной формой территории и прямоугольной магистралью	Площадь города, вытянутая в длину, с удаленностью жилых районов от мест работы	
		не более 3 км	более 3 км
1,18	1,25	1,10	1,80

Вместимость автобусов и коэффициент их наполнения принимаются в соответствии с нормативами показателей качества перевозки пассажиров. Для внутригородских перевозок на основных маршрутах, когда расписание движения не доводится до пассажиров, можно рекомендовать принимать среднюю вместимость автобуса q_c , равную 0,05–0,12 от часового пассажиропотока в одном направлении на наиболее загруженном участке маршрута в часы пик (меньшие значения принимаются при больших пассажиропотоках и на маршрутах малой протяженности).

Ожидаемый объем междугородных перевозок на перспективу устанавливается путем анализа тенденций фактического развития автобусного, железнодорожного, воздушного и водного транспорта района перевозок за прошедший период (5–10 лет). При этом учитывается ожидаемое развитие и благоустройство дорожной сети, рост численности населения, экономическое развитие, рост реальной заработной платы и уровень удовлетворения потребности в регулярных междугородных автобусных сообщениях с учетом сезонной неравномерности.

Коэффициенты неравномерности перевозок определяются по данным анализа фактического распределения объема междугородных автобусных перевозок по дням недели и сезонам года; средний коэффициент использования вместимости междугородных автобусов по местам для сидения – 0,7–0,8.

Скорости движения автобусов.

На пассажирских автобусных перевозках различают:

а) *максимальную скорость* (V_{\max}) – скорость, которую позволяет развить конструкция автобуса при полном использовании двигателя;

б) *допустимую скорость* ($V_{\text{доп}}$) – определяется правилами дорожного движения, исходя из условий безопасности движения и состояния дорог.

Расчетные скорости:

в) *техническая скорость* ($V_{\text{т}}$) – это отношение пройденного пути к суммарному времени затрат на движение автобуса по маршруту:

$$V_{\text{т}} = L_{\text{м}} / t_{\text{дв}}, \text{ км/ч.}$$

Техническая скорость зависит от совокупности различных технико-эксплуатационных факторов, обуславливающих работу автобуса (таксомотора) на линии. Это, прежде всего, конструктивные особенности подвижного состава автомобильного транспорта (тяговые и тормозные качества, управляемость и устойчивость при движении, маневренность, приемистость и т. п.) и условия, в которых он работает (тип дорожного покрытия, ширина проезжей части, интенсивность движения транспорта, время суток и период года, климатические и метеорологические условия, наличие на пути следования светофоров и переездов, квалификация водителей).

г) *скорость сообщения* ($V_{\text{с}}$) – это скорость автобуса без учета времени простоя на конечной остановке:

$$V_{\text{с}} = L_{\text{м}} / (t_{\text{д}} - t_{\text{ко}}), \text{ км/ч.}$$

Скорость сообщения характеризует среднюю скорость передвижения пассажиров по маршруту и определяется отношением длины маршрута ко времени сообщения.

Скорость сообщения зависит от технической скорости движения и продолжительности простоя на промежуточных остановочных пунктах маршрута. В городских условиях она составляет 16–25 км/ч, в пригороде – 22–40 км/ч.

д) *эксплуатационная скорость* ($V_{\text{э}}$) – отношение пройденного автобусного пути к сумме времени, затраченному на движение, задержки по причинам уличного движения, стоянки на промежуточных остановочных пунктах:

$$V_{\text{э}} = L_{\text{м}} / (t_{\text{дв}} + t_{\text{по}} \cdot n_{\text{пр}} + t_{\text{ко}}) = L_{\text{м}} / t_{\text{д}}, \text{ км/ч.}$$

Эксплуатационная скорость зависит от технической скорости и уровня организации транспортной работы (обоснованное состав-

ление расписания движения, четкость его выполнения, устранение продолжительных стоянок автомобилей на промежуточных остановочных пунктах и конечных станциях маршрута и т. п.) и времени, необходимого для входа (выхода) пассажиров. При городских перевозках на это нередко затрачивается до 30 % времени рейса.

При возрастании V_3 увеличивается V_c , сокращаются затраты времени на поездки в автобусах и улучшается культура обслуживания населения автобусным транспортом.

Между V_T , V_c , V_3 существует неравенство: $V_T > V_c > V_3$.

Средняя эксплуатационная скорость движения автобуса в городских условиях составляет 14–23 км/ч, на пригородных маршрутах – 20–35 км/ч; таксомотора – 18–28 км/ч.

Время между приходом (отправлением) к (от) остановочному пункту следующих друг за другом автобусов называется **интервалом движения**, а время, затрачиваемое автобусом на движение по маршруту от начальной до конечной станции и обратно, включая время простоя на всех промежуточных остановках, перекрестках и на конечной станции, – **временем оборота** автобуса. Частоту движения характеризует число автобусов, проходящих в одном направлении в единицу времени. Эта величина обратная интервалу движения.

Производительность работы автобуса определяется работой, выполненной в единицу времени:

за рабочий день:

$$U_{рд} = q_{вм} \cdot \gamma_{вм} \cdot z_p \cdot \eta_{см}, \text{ пасс.},$$

где $\eta_{см}$ – коэффициент сменности пассажиров

$$\eta_{см} = L_M / l_{ср},$$

$$W_{рд} = U_{рд} \cdot l_{ср}, \text{ пасс. км.}$$

Объем перевезенных пассажиров за год:

$$Q_{год} = U_{рд} \cdot D_k \cdot \alpha_v, \text{ пасс.},$$

где D_k – календарные дни.

$$P_{год} = Q_{год} \cdot l_{ср}, \text{ пасс. км.}$$

Производительность автобуса за год:

$$W_{\text{п км}} = q_{\text{вм}} \cdot \gamma_{\text{вм}} \cdot T_{\text{н}} \cdot V_{\text{э}} \cdot D_{\text{к}} \cdot \alpha_{\text{в}}, \text{ пасс. км.}$$

Необходимое число автобусов для пригородных сообщений может быть рассчитано по формуле

$$A_{\text{рг}} = Q \cdot l_{\text{пс}} \cdot k_{\text{н}} \cdot k_{\text{м}} / (365 T_{\text{р}} \cdot \alpha_{\text{в}} \cdot q_{\text{с}} \cdot \gamma_{\text{вм}} \cdot D \cdot V_{\text{э}}),$$

где Q – объем автобусных перевозок пригородного сообщения;

$k_{\text{н}}$ и $k_{\text{м}}$ – соответственно коэффициент неравномерности перевозок по дням недели и сезонам года (месяцам).

Коэффициенты сезонной и недельной неравномерности перевозок определяются по материалам анализа месячных и суточных объемов перевозок, выполняемых в пригородном автобусном сообщении; вместимость пригородных автобусов и коэффициент наполнения – по нормативам показателей качества перевозки пассажиров. Средняя эксплуатационная скорость, время в наряде и коэффициент выпуска автобусов в пригородном сообщении устанавливаются исходя из местных условий.

Необходимое число автобусов для междугородных сообщений рассчитывается, как для пригородных сообщений.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ПАССАЖИРСКИХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Автомобильные пассажирские перевозки подразделяются на:

- внутриреспубликанские;
- международные.

К внутриреспубликанским автомобильным перевозкам относятся:

- городские;
- пригородные;
- междугородные внутриобластные;
- междугородные межобластные.

При организации перевозки пассажиров автомобильным транспортом перевозчик обязан получить лицензию. Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь с 01.01.2008 выдает ли-

цензии на выполнение перевозок пассажиров, в которых указываются следующие виды услуг:

- выполнение городских и пригородных автомобильных перевозок пассажиров;
- выполнение междугородных автомобильных перевозок пассажиров;
- выполнение перевозок пассажиров автомобилями-такси;
- выполнение международных автомобильных перевозок пассажиров.

2.1. Внутреспубликанские автобусные перевозки

2.1.1. Пригородные автобусные маршруты

Маршрут – регламентированный путь следования подвижного состава при выполнении перевозок.

Пригородные автомобильные перевозки – автомобильные перевозки, которые не могут быть отнесены к городским автомобильным перевозкам и выполняются в пределах административных границ района или за его пределами с протяженностью маршрута не более 50 километров, измеряемого от границ города (населенного пункта), являющегося начальным пунктом маршрута.

Автобусные маршруты подразделяются на *постоянные* и *временные*.

На постоянных маршрутах движение автобусов организуется в течение всего года, на временных – в течение определенного периода.

На обычных маршрутах остановка автобусов обязательна на всех остановочных пунктах. На укороченных движение организуется на определенном участке обычного маршрута, где наиболее интенсивный пассажиропоток.

Пригородные автомобильные перевозки пассажиров могут быть организованы в обычном регулярном, скоростном регулярном и экспрессном регулярном сообщениях.

Пригородные автомобильные перевозки пассажиров в обычном регулярном сообщении должны обеспечивать потребность пассажиров в поездках между пассажирообразующими пунктами (включая дачные поселки, зоны отдыха, поселки городского типа, центры сельских исполнительных комитетов), и на маршрутах таких перевозок.

зок расстояния между остановочными пунктами должны быть не более 6000 м (при наличии жилых строений) и не менее 1500 м (для вновь открываемых маршрутов).

Пригородные автомобильные перевозки пассажиров в скоростном регулярном сообщении должны организовываться между основными пассажирообразующими пунктами, и на маршрутах этих перевозок должно быть меньше остановочных пунктов по сравнению с перевозкой пассажиров в обычном регулярном сообщении.

На экспрессном автобусном маршруте движение автобусов организуется прямым сообщением между конечными пунктами без остановок в пути следования. При пригородных автомобильных перевозках пассажиров в экспрессном регулярном сообщении (кроме перевозок автобусами категории М2) должно быть не менее чем в два раза меньше промежуточных остановочных пунктов по сравнению с перевозкой пассажиров в обычном регулярном сообщении или расстояние между остановочными пунктами более 12 км.

При пригородных автомобильных перевозках пассажиров в регулярном экспрессном сообщении автобусами категории М2 автобус останавливается на промежуточных остановочных пунктах только при необходимости высадки и посадки пассажиров.

2.1.2. Городские автобусные маршруты

Городские автомобильные перевозки – автомобильные перевозки, выполняемые в городе (населенном пункте) и за его пределами до пунктов, установленных решением местных исполнительных и распорядительных органов.

Городские автомобильные перевозки пассажиров в обычном регулярном сообщении должны осуществляться автобусами между основными пассажирообразующими пунктами города и иметь промежуточные остановочные пункты, как правило, с расстоянием между ними при многоэтажной застройке 350–800 м, при малоэтажной – 500–1000 м.

При городских автомобильных перевозках пассажиров в скоростном регулярном сообщении на маршруте должно быть не более чем в два раза меньше промежуточных остановочных пунктов по сравнению с количеством остановочных пунктов на этом маршруте в обычном регулярном сообщении.

При городских автомобильных перевозках пассажиров в экспрессном регулярном сообщении автобусами (кроме перевозок автобусами категории М2) на маршруте должно быть не менее чем в два раза меньше промежуточных остановочных пунктов по сравнению с количеством остановочных пунктов на этом маршруте автомобильной перевозки пассажиров в обычном регулярном сообщении или расстояние между остановочными пунктами более 2 км.

При городских автомобильных перевозках пассажиров в экспрессном регулярном сообщении автобусами категории М2 остановки автобусов на промежуточных остановочных пунктах могут производиться только при необходимости высадки и посадки пассажиров.

По характеру расположения на территории города маршруты бывают: маятниковые, кольцевые, диаметральные, радиальные, тангенциальные (хордовые).

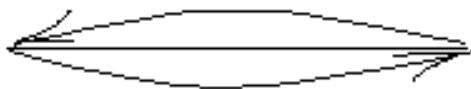


Рис. 2.1. Маятниковый маршрут

Маятниковый маршрут такой, при котором путь следования автобуса в прямом и обратном направлении проходит по одной и той же трассе.

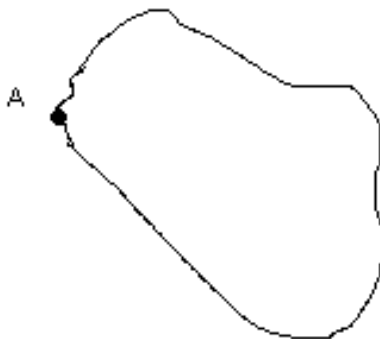


Рис. 2.2. Кольцевой маршрут

Кольцевой маршрут такой, при котором путь следования составляет замкнутый контур.

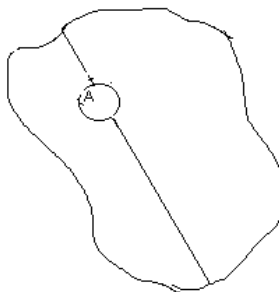


Рис. 2.3. Диаметральный маршрут

Диаметральный маршрут соединяет периферийные районы города и проходит через центр.

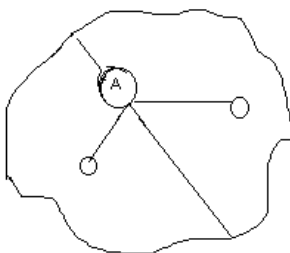


Рис. 2.4. Радиальный маршрут

Радиальный маршрут соединяет периферийные районы города с центром.

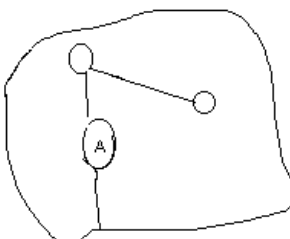


Рис. 2.5. Тангенциальный маршрут

Тангенциальный маршрут соединяет периферийные районы города и не проходит через центр города.

Маршруты разбиваются на перегоны (участки маршрута между двумя смежными остановками). Длина перегона на городских маршрутах от 200–500 м, на пригородных от 700 до 1500 м. Междугородные маршруты имеют длину от соответствующего расстояния между пассажирскими пунктами.

Остановочные пункты разделены на конечные и промежуточные. Промежуточные подразделяются на постоянные, т. е. с постоянным и значительным пассажирообменом. Временные, когда пассажирообмен меняется по времени; по требованию пассажиров.

Промежуточные пункты могут быть узловыми, в них пересекаются несколько маршрутов и пассажиры пересаживаются с одного маршрутного автобуса на другой.

На городских маршрутах устанавливаются остановочные пункты за перекрестками. Остановочные пункты устанавливаются так, чтобы затраты времени пассажира на подход к остановке в городе не превышали 10–15 минут. Расстояние между остановочными пунктами выбирается так, чтобы с одной стороны время подхода было минимальным, а с другой стороны увеличить скорость движения.

$$T_{\text{поездки}} = t_{\text{подх. пассажира}} + t_{\text{ожидания автобуса}} + t_{\text{перес}} + t_{\text{подх. к объекту}}.$$

Каждому маршруту внутриреспубликанских автомобильных перевозок пассажиров в регулярном сообщении присваивается номер с указанием вида сообщения символами: «С» – скоростной, «Э» – экспрессный (за исключением перевозок автобусами категории М2), «Т» – экспрессный при перевозках автобусами категории М2 (маршрутное такси), «Д» – дополнительный маршрут. Номер маршрута при автомобильных перевозках пассажиров в регулярном сообщении, которые не относятся к перевозкам транспортом общего пользования (иные автомобильные перевозки пассажиров в регулярном сообщении), дополняется символом «К». Не допускается присвоение одинаковых номеров маршрутов в одном городе (населенном пункте), а также прохождение маршрутов пригородных и междугородных автомобильных перевозок пассажиров с одинаковыми номерами через один и тот же остановочный пункт.

При необходимости выполнения перевозок пассажиров автобусами к местам проведения праздников, спортивных, культурно-зрелищных и других массовых мероприятий, а также в случаях приостановки перевозок пассажиров отдельными автомобильными перевозчиками или перевозок другими видами транспорта, заказчиком автомобильных перевозок пассажиров в регулярном сообщении либо уполномоченным им оператором могут вводиться временные маршруты перевозок пассажиров в регулярном сообщении.

2.1.3. Междугородные автомобильные перевозки

Междугородные внутриобластные автомобильные перевозки – автомобильные перевозки, которые не могут быть отнесены к городским или пригородным автомобильным перевозкам и выполняются в пределах административных границ области Республики Беларусь.

Междугородные межобластные автомобильные перевозки – автомобильные перевозки, которые не могут быть отнесены к городским или пригородным автомобильным перевозкам и выполняются по территориям двух и более областей Республики Беларусь.

Автомобильные перевозки пассажиров в регулярном сообщении – систематические автомобильные перевозки пассажиров, выполняемые согласно расписаниям либо интервалам движения транспортных средств с установленными началом и окончанием работы по определенным маршрутам с местами посадки и высадки пассажиров, оборудованными в соответствии с требованиями технических нормативных правовых актов.

Автомобильные перевозки пассажиров в регулярном сообщении подразделяются на автомобильные перевозки пассажиров транспортом общего пользования и иные автомобильные перевозки пассажиров в регулярном сообщении. Автомобильные перевозки пассажиров в регулярном сообщении могут выполняться только автобусами.

Для выполнения междугородных внутриобластных и межобластных автомобильных перевозок пассажиров должны использоваться автобусы с сиденьями, удобными для поездок на дальние расстояния.

Автомобильные перевозки пассажиров в нерегулярном сообщении – перевозки, которые не могут быть отнесены к автомобильным перевозкам пассажиров в регулярном сообщении.

2.2. Выбор автобусного маршрута

Установление автобусных маршрутов – выбор и обоснование рациональной трассы, направлений движения, конечных пунктов и промежуточных остановок – должно производиться с особой тщательностью и необходимым технико-экономическим обоснованием, поскольку система автобусных маршрутов оказывает значительное влияние на безопасность и удобства перевозки пассажиров, скорость и безопасность движения, режим труда автобусных бригад и эффективность использования автобусов. Выбор направления движения автобусов, а также конечных и промежуточных пунктов маршрута осуществляется в соответствии с потребностями населения в перевозках; при этом пассажиропоток должен быть достаточно устойчив на всем протяжении маршрута. При выборе маршрута необходимо учитывать следующие общие требования:

- конечные пункты автобусных маршрутов устанавливаются в местах большого притока пассажиров (вокзалы, причалы, метро, рынки и т. д.). На конечных пунктах маршрута должны быть оборудованы площадки для разворота и отстоя автобусов;

- все главные городские пункты массового скопления пассажиров при наличии постоянного пассажиропотока должны иметь по возможности транспортную связь по кратчайшим направлениям как между собой, так и со всеми районами города, что обеспечит население минимальными затратами времени на поездки и увеличит приток пассажиров;

- система автобусных маршрутов должна соответствовать основным направлениям следования пассажиров и обеспечивать им поездку по возможности без пересадок;

- автобусные маршруты устанавливаются при наличии достаточно благоустроенного дорожного полотна, соответствующего правилам технической эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта, с учетом ширины и продольного профиля улиц, а также эксплуатационно-технической характеристики подвижного состава;

- автобусные маршруты городских сообщений должны быть согласованы между собой и с маршрутами других видов транспорта;

- протяженность автобусных маршрутов устанавливается в соответствии с размерами и планировкой города. При этом учитывают, что задержки в пути должны быть минимальные, а наполнение авто-

бусов равномерным по всей длине маршрута. В соответствии с избранным направлением выявляют пункты наибольшей сменяемости пассажиров в автобусах, рассчитывают ожидаемые пассажиропотоки и составляют объяснительную записку с технико-экономическим обоснованием трассы и целесообразности вновь открываемого автобусного маршрута.

Маршрут автобусов должен проходить через пассажирообразующие и пассажиропоглощающие пункты по кратчайшему расстоянию. Они должны обеспечивать минимальные затраты времени и возможность, и удобство пересадки на другие виды транспорта.

Выбор типа автобуса существенно влияет на уровень транспортного обслуживания населения, и эффективность использования автобусов может быть обеспечена в том случае, если подвижной состав по типу и вместимости максимально соответствует мощности и характеру пассажиропотока, а также условиям перевозки пассажиров.

Автобусы большой вместимости нецелесообразно использовать на маршрутах с малым пассажиропотоком и в течение всего дня на маршрутах с высокой неравномерностью пассажиропотока, так как это приведет либо к высоким интервалам движения и соответственно увеличению времени ожидания на остановках, либо к значительному подорожанию себестоимости перевозок.

Эксплуатация автобусов малой вместимости на маршрутах с мощным пассажиропотоком уменьшает интервалы движения, но увеличивает потребность в подвижном составе, повышает загрузку улиц и магистралей, снижает производительность работы.

При выборе автобусов малой вместимости, прежде всего, учитывают:

- мощность пассажиропотока в одном направлении на наиболее загруженном участке в часы пик;
- неравномерность распределения пассажиропотоков по часам суток и участкам маршрута;
- целесообразный интервал следования автобусов по часам суток;
- дорожные условия движения автобусов и пропускную способность улиц;
- провозную способность, т. е. максимальное количество пассажиров, которое может быть перевезено автобусами за один час в одном направлении;
- себестоимость автобусных перевозок.

Правильный выбор маршрутов следования автобусов оказывает решающее влияние на общую величину времени населения на передвижение и эффективность использования подвижного состава (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Соответствие типа автобуса и его рациональной вместимости

Выполнение на наиболее загруженных участках маршрутов в час пик, пасс.	Общая вместимость автобусов с учетом сидячих и стоячих мест, пасс.
До 350	30 – 35
350 – 700	50 – 60
701 – 1000	80 – 65
Более 1000	110 – 120

При выборе и обосновании маршрутов руководствуются следующими требованиями:

– основные пункты транспортного тяготения и массового скопления пассажиров связываются между собой по кратчайшим направлениям;

– маршруты должны обеспечивать беспересадочные поездки пассажиров по основным направлениям следования;

– маршруты городских сообщений должны обеспечивать удобство пересадки пассажиров пригородных и междугородных сообщений на транспортные средства других видов городского транспорта;

– протяженность автобусных маршрутов определяют в зависимости от размеров и планировки города с учетом равномерного наполнения транспортных средств по всей протяженности в различные периоды суток;

– автобусные маршруты устанавливаются при наличии достаточно благоустроенного дорожного полотна, с учетом ширины и продольного профиля улиц, а также эксплуатационно-технической характеристики автобуса;

– автобусные маршруты городских сообщений должны быть согласованы между собой и с маршрутами других видов пассажирского транспорта, а также железнодорожным, воздушным, водным транспортом.

Маршрут большой протяженностью имеет следующие преимущества:

- обеспечивает беспересадочное сообщение между периферийными пунктами города;
- не требует организации конечных пунктов в центральной части города;
- обеспечивает более высокую эксплуатационную скорость за счет уменьшения времени простоя на конечных пунктах.

Короткий маршрут имеет следующие преимущества:

- облегчает достижение более равномерной загрузки автобусов на всем протяжении маршрута;
- обеспечивает более высокую регулярность движения.

Оптимальный перегон городских маршрутов 300–500 метров, пригородных маршрутов 800–1200 метров.

Городские автобусные маршруты открываются (и закрываются) по согласованию с органами местной власти. По результатам работы их комиссии, в состав которой входят представители ГАИ, дорожных служб и пассажирского автопредприятия, составляется акт с мероприятиями необходимыми для обеспечения безопасности движения и нормальных условий движения автобусов на маршруте. Только после этого открывается маршрут.

Необоснованно принятое время рейса приводит либо к неоправданно низким скоростям движения, большим простоям автобусов на конечных и промежуточных остановках из-за имеющегося резерва времени, либо к нарушению установленных правил движения автобусов, несоблюдению безопасности движения, нарушению правил посадки-высадки пассажиров из-за недостатка времени.

Время рейса (t_p) включает в себя:

- время движения;
- время стоянки автобусов на промежуточных пунктах для посадки-высадки пассажиров;
- время простоя из-за задержки автобусов по причинам уличного движения.

Время движения ($t_{дв}$) зависит:

- от благоустройства улиц;
- планировки города;
- конструктивных и динамических особенностей автобусов;

– интенсивности уличного движения и характера его регулирования;

– от степени загрузки автобусов.

Величина его складывается из времени, необходимого на разгон автобуса при трогании с остановки, на движение с установившейся допустимой скоростью, на торможение при подъезде к остановкам, и времени, расходуемого на задержки по причинам уличного движения. Оно составляет примерно 80–85 % общего времени рейса. В практических условиях нормативное время движения, а также общую продолжительность рейса определяют хронометражными наблюдениями, которые проводятся систематически техниками отдела эксплуатации в случаях: открытия новых маршрутов, изменения условий движения, замены типа автобусов и т. д.

На скорость движения автобусов влияют следующие показатели:

– категория автомобильной дороги, ее параметры и состояние по участкам;

– интенсивность движения подвижного состава на отдельных участках дороги;

– вместимость автобуса и его эксплуатационно-техническая характеристика;

– время года и климатические условия.

Нормирование скоростей сводится к выполнению следующих операций:

– уточнение схемы маршрута, остановочных пунктов, изучение трассы, условий движения автобусов, посадки-высадки пассажиров на остановках:

– подготовка необходимой документации (хронокарта), часов;

– целодневные хронометражные наблюдения за движением автобуса, управляемого опытным водителем;

– расчет допустимого времени движения по каждому перегону в течение всего дня по результатам поездки;

– проведение хронометражных наблюдений на нескольких автобусах в каждый из периодов суток;

– обработка и анализ материалов наблюдения, расчет нормативов времени в целом за рейс и по контрольным участкам по периодам дня;

– проведение пробных рейсов;

– составление акта и утверждение нормативов времени.

3. ПАССАЖИРООБОРОТ И ПАССАЖИРОПОТОКИ

3.1. Транспортная подвижность населения

Подвижностью населения называют количество поездок, приходящихся на одного жителя в год:

$$b = Q / N,$$

где Q – количество перевезенных пассажиров за год;

N – численность населения города.

Существуют понятия потенциальной, реализуемой, абсолютной, пешеходной и транспортной подвижности.

При этом под подвижностью понимают число передвижений, которое приходится на одного человека за определенный промежуток времени (год, сутки, час пик). Передвижение людей представляет собой сложное социальное явление, формирующееся под влиянием множества разнообразных факторов.

Существенное влияние на передвижение людей оказывают:

- уровень развития общественного производства, социальная структура общества;
- уклад жизни;
- географическая среда и характер расселения;
- развитие техники, информации и связи;
- бюджет свободного времени;
- культурно-бытовые и общественные запросы людей.

Исследования показали, что подвижность населения как количественная мера передвижений зависит: от социально-культурного уровня перемещающихся жителей, от пространственно-временных характеристик, зон их проживания и работы. В каждом конкретно-исторических условиях существуют определенные факторы, влияющие на формирование показателя подвижности населения, приводящие к его росту или снижению. Это, прежде всего изменение территориальных размеров населенного пункта, колебания доступности сообщений, совершенствование конструкций транспортных средств, изменения стоимости проезда.

В городах поездки населения подразделяются на следующие виды:

- трудовые поездки, связанные с трудовой деятельностью населения;

– культурно-бытовые поездки, связанные с отдыхом, культурными развлечениями и бытовыми нуждами.

В пригородном сообщении добавляются поездки в загородную зону (на дачи, природу и т. д.).

Междугородние автобусные перевозки призваны обеспечить:

– потребность городского населения в бытовых поездках на дальние расстояния;

– поездки населения в курортные места;

– поездки служебного характера (командировки);

– поездки молодежи на соревнования и студентов к местам жительства и учебы в период каникул;

– прочие поездки.

3.2. Пассажирооборот

Пассажирооборотом называется объем, подлежащий выполнению или выполненной транспортной работы по перевозке пассажиров. Измеряется количеством пассажиро-километров. Размер пассажирооборота зависит от подвижности населения (количество поездок одного жителя в год) и средней дальности поездки пассажиров. На подвижность населения оказывает влияние размер и планировка города, характер размещения населения по отношению к основным пассажирообразующим пунктам и главным пассажирским магистралям города, степень развития транспортной сети, регулярность сообщений, величина проездной платы и прочее.

Пассажирооборот может быть установлен применительно к часам суток, дням недели и месяцам, отдельным пунктам, маршрутам, району, городу, автобусной линии.

Городской пассажирооборот складывается из пассажирооборота постоянного населения, пригорода и временного населения (приезжих). Он характеризуется большой неравномерностью по сезонам, дням недели, часам суток и направлениям. Неравномерность по сезонам особенно характерна для пассажирооборота курортных городов и культурных центров, где наибольшее количество пассажиров приходится на летние месяцы.

В крупных городах автобусами выполняется около 20–25 % общего числа поездок. Доля этих поездок повышается для городов, где другие виды транспорта развиты слабо. В небольших городах авто-

бусы являются почти единственным транспортным средством общего пользования.

Пассажирооборот имеет свои закономерности изменения и должен постоянно изучаться для правильной организации и полного удовлетворения потребностей населения в перевозках.

Городской пассажиροоборот изучается на основе пассажиропотоков, которые, как правило, имеют большую неравномерность по сезонам, дням недели, часам суток и направлениям. Наибольший пассажиροоборот приходится на летние месяцы. Неравномерность по дням недели характеризуется пиками поездок пассажиров в определенных направлениях в дни отдыха, праздничные и предпраздничные.

Неравномерность по часам суток характеризуется резким увеличением числа пассажиров в часы пик, предшествующие началу и окончанию работы, а также в часы начала и окончания работы зрелищных предприятий.

Пригородное население оказывает значительное влияние на пассажиροоборот крупных городов и делится на население, которое работает в городе и постоянно пользуется транспортом, и население, которое редко пользуется транспортом.

3.3. Пассажиροпоток

Пассажиροпоток – это количество пассажиров перевезенных за определенный период времени в одном направлении. Характеризуется количеством перевезенных пассажиров, изменяется по часам суток, направлениям, временам года, дням недели.

$$KH = Q_{\max} / Q_{\text{ср}},$$

где Q_{\max} – максимальный пассажиροпоток на маршруте;
 $Q_{\text{ср}}$ – средний пассажиροпоток на маршруте.

$$KH = Q_{\max \text{ ср}} / Q_{\min \text{ ср}},$$

где $Q_{\max \text{ ср}}$ – среднее значение пассажиροпотока в направлении с максимальным пассажиροпотоком, пасс.;

$Q_{\min \text{ ср}}$ – среднее значение пассажиροпотока в направлении с минимальным пассажиροпотоком, пасс.

Пассажиропоток может быть в прямом и обратном направлениях. Он характеризуется:

- мощностью, т. е. количеством пассажиров, проезжающих в определенное время через конкретное сечение маршрута или всей транспортной сети населенного пункта в одном направлении. Только имея данные о размере, направлении и распределении по территории пассажиропотоков можно выбрать: трассу маршрутов, вид транспорта и тип подвижного состава, а также определить число транспортных средств;

- напряженностью по отдельным участкам маршрута или в целом по его длине, а также количеством перевезенных пассажиров по каждому участку маршрута в единицу времени, в прямом и обратном направлениях движения автобусов;

- объемом перевозок Q , т. е. количеством перевезенных пассажиров в целом по маршруту или маршрутной сети в единицу времени в прямом и обратном направлениях.

Пассажиропотоки изображаются в виде графиков, картограмм, эпюр или фиксируются в таблицах. Как правило, они не одинаковые по величине в различные часы суток, дни недели, месяцы и сезоны года, а также по участкам маршрутов и направлениям движения автобусов. Эпюры пассажиропотоков на транспортной сети города позволяют подобрать и рассчитать необходимое число транспортных средств по направлению движения.

Колебания пассажиропотоков по времени специфичны для различных видов автобусных перевозок:

- на внутригородских перевозках пассажиропотоки резко колеблются по часам суток (возрастают в часы поездок населения на работу и с работы и уменьшаются в утренние, дневные и вечерние не пиковые часы);

- для пригородных перевозок характерны колебания пассажиропотока по дням недели, сезонам года (возрастание объема перевозок в субботние и вечерние дни, в летний период);

- для междугородных перевозок наиболее характерно увеличение пассажиропотока в весенне-летний период и спад в осенне-зимний.

Пассажиропотоки также неравномерны в различные часы и по направлениям на каждом маршруте. При концентрированном расположении учреждений и предприятий в центре города или в центре

района изменение пассажиропотока обычно значительно по направлениям к центру и от центра.

Показателями изменения пассажиропотока являются коэффициенты неравномерности:

$$\eta_{\Pi} = P_{\max} / P_{\text{ср}},$$

где P_{\max} и $P_{\text{ср}}$ – соответственно максимальный и средний пассажирообороты, пасс.-км.

В крупных городах коэффициент неравномерности пассажирооборота для автобусов примерно равен: по месяцам года 1,1–1,2; по дням недели 1,15–1,2; по часам суток 1,5–2,0; по направлению 1,2–1,5.

Коэффициент неравномерности пассажиропотока по времени:

$$\eta_{\text{в}} = Q_{\max} / Q_{\text{ср}},$$

где Q_{\max} – максимальный часовой пассажиропоток (суммарный по направлениям), пасс.;

$Q_{\text{ср}}$ – среднечасовой пассажиропоток (суммарный по направлениям), пасс., для средних городов $\eta_{\text{в}} = 1,5–2,0$.

Коэффициент неравномерности пассажиропотока по участкам маршрута:

$$\eta_{\text{уч}} = Q_{\max} / Q_{\text{ср}},$$

где Q_{\max} – максимальный пассажиропоток наиболее загруженного участка маршрута или группы участков, пасс.;

$Q_{\text{ср}}$ – средняя напряженность пассажиропотока, пасс.

Коэффициент неравномерности пассажиропотока по направлениям:

$$\eta_{\text{н}} = Q_{\text{ср.max}} / Q_{\text{ср.min}},$$

где $Q_{\text{ср.max}}$ – максимальный средний пассажиропоток за час в наиболее загруженном направлении, пасс.;

$Q_{\text{ср.min}}$ – минимальный средний пассажиропоток в обратном направлении, $\eta_{\text{н}} = 1,3–1,6$.

Соотношение длины маршрута $L_{\text{м}}$ и средней дальности поездки пассажира $l_{\text{ср}}$ определяет сменность пассажиров, характеризующую

коэффициентом их сменности, предназначенным для анализа эффективности использования автобусов на маршруте

$$K_{\text{см}} = L_{\text{м}} / l_{\text{ср}},$$

Средняя дальность поездки пассажиров изменяется и зависит от многих факторов:

- размера и планировки города;
- протяженности и конфигурации автобусной сети;
- распределение маршрутов по сети;
- системы тарифов и др.

4. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовое проектирование имеет цель закрепить и углубить теоретические знания, изучаемые в дисциплине «Грузовые и пассажирские автомобильные перевозки» по специальности «Транспортная логистика», а также выработать умение и навыки по вопросам технического проектирования перевозок пассажиров, повышения производительности труда водителей. Целью является развитие инженерных способностей и умение принимать самостоятельные решения при разработке конкретных транспортных задач, самостоятельной работы с литературой, государственными стандартами: нормативами, справочными и другими материалами.

Курсовая работа является инструментом проверки уровня полученных знаний студентов по дисциплине «Грузовые и пассажирские автомобильные перевозки» и кругозора в области современного состояния транспортного обслуживания населения городов и сельских населенных пунктов.

Вариант задания курсовой работы определяется по номеру зачетной книжки и номеру студента в списке группы.

В качестве исходных данных для выполнения курсовой работы заданы:

- пассажиропоток на маршруте в час пик;
- величина коэффициентов неравномерности часового пассажиропотока относительно пассажиропотока в час пик;
- показатели работы автобусов на маршруте.

По последней цифре номера студента в списке группы определяются пассажиропоток – табл. 4.1 исходных данных.

По предпоследней цифре зачетной книжки студента определяются коэффициенты неравномерности пассажиропотоков по часам суток в прямом и обратном направлениях – табл. 4.2 исходных данных.

По последней цифре зачетной книжки студента определяются показатели маршрута – табл. 4.3 исходных данных.

4.1. Исходные данные

Маршрут состоит из промежуточных и двух конечных пунктов. Схема маршрута представлена на рис. 4.1.

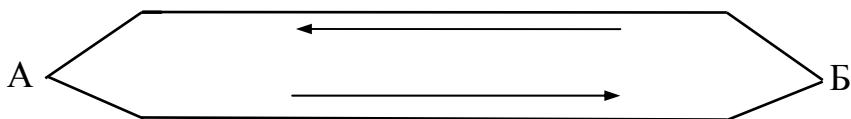


Рис. 4.1. Схема маршрута

Исходные данные представлены в табл. 4.1–4.3.

Таблица 4.1

Мощность пассажиропотока на маршруте в час пик

№ варианта	Q пик, пасс./час	№ варианта	Q пик, пасс./час
1	1900	6	2500
2	2600	7	1400
3	2100	8	1800
4	1700	9	2200
5	2400	0	2300

В таблице даны значения коэффициентов неравномерности пассажиропотоков по каждому часу суток, определяемые по формуле

$$\eta_{\text{пик}} = \frac{Q_{\text{ч}}}{Q_{\text{max}}}$$

Распределение пассажиропотоков на маршруте по часам суток представлено в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Значения коэффициента неравномерности пассажиропотока по часам суток

Часы суток	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
5–6	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3	0,2	0,4	0,4	0,4	0,45
6–7	1,0	0,9	1,0	0,75	0,8	0,95	1,0	0,9	0,8	0,8
7–8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
8–9	0,8	0,85	0,7	0,9	0,9	0,9	0,7	0,9	0,8	0,9
9–10	0,5	0,45	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5
10–11	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
11–12	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2
12–13	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
13–14	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,4	0,6	0,5	0,3
14–15	0,5	0,4	0,4	0,3	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,5
15–16	0,6	0,7	0,6	0,5	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
16–17	0,95	0,9	0,8	0,9	0,95	0,8	0,8	0,95	0,8	0,7
17–18	0,9	0,95	0,95	1,0	0,9	0,9	0,95	0,8	0,95	0,95
18–19	0,9	0,8	0,8	0,8	0,6	1,0	0,9	0,7	0,7	0,8
19–20	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5
20–21	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4
21–22	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,45	0,4	0,4
22–23	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
23–24	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
24–01	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Продолжительность обеденного перерыва водителя находится в пределах от 0,5 до 1 часа, однако рекомендуется принимать ее равной по продолжительности времени оборота автобуса на маршруте. Время предоставления обеденных перерывов водителю не ранее двух и не позднее шести часов после начала работы.

Показатели работы подвижного состава на маршруте представлены в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Показатели работы подвижного состава на маршруте

Показатели	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Количество промежуточных остановок, ед.	17	15	13	18	12	14	19	21	20	22
Протяженность маршрута, км	12	10	8	13	7	9	14	16	15	17
Техническая скорость, км/ч	21	18	19	22	23	24	25	26	23	25
Коэффициент дефицита автобусов	0,9	0,93	0,91	0,95	0,91	0,94	0,98	0,97	0,96	0,92
Нулевой пробег, км	5	8	7	4	6	5	4	11	12	13
Время остановки на промежуточном пункте, с	20	19	17	18	15	14	12	10	8	6
Время стоянки на конечных пунктах, мин	5	6	7	4	5	6	7	8	9	10

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Пассажи́рские потоки в сетях городского маршрутизированного транспорта меняются по часам суток, дням недели, сезонам года, маршрутам и направлениям движения на них. Для обеспечения оптимального наполнения подвижного состава, соответствующего колебаниям пассажирских потоков, должно меняться количество, вместимость и распределение подвижного состава по транспортной сети. Идеальным было бы непрерывное корректирование распределения подвижного состава на маршрутах во времени, в соответствии с непрерывно меняющимся спросом на пассажирские перевозки, чтобы на

любом перегоне любого маршрута постоянно выдерживать равенство между запросом на перевозки и их обеспечением. Но в настоящее время для всех систем маршрутизированного транспорта применяют опережающее дискретное планирование по результатам выявления спроса на перевозки и обследования маршрутов движения.

Потребность в автобусах устанавливают по всем часам периода движения. Он обычно начинается с 5–6 часов утра и продолжается до 0–1 часа ночи, то есть составляет порядка 18–20 часов в сутки. В период движения наблюдается резкая неравномерность перевозок по часам суток, позволяющая выделить часы пик и часы спада пассажиропотоков.

Содержание курсовой работы посвящено определению необходимого и достаточного числа автобусов, их типу, установлению режима работы автобусов и водителей, а также составлению расписаний движения и анализу показателей работы.

Целью курсовой работы является закрепление теоретических знаний, полученных студентами при изучении курса «Грузовые и пассажирские автомобильные перевозки» по организации работы автобусов на городских маршрутах, а также приобретение навыков в решении практических задач и самостоятельного решения вопросов по организации перевозок на маршрутах.

В процессе выполнения курсовой работы студенту необходимо:

- построить эпюру пассажиропотоков по часам суток, определить коэффициенты неравномерности пассажиропотоков по часам суток и направлению;
- графоаналитическим методом, либо расчетом на ЭВМ определить тип и число автобусов по часам периода движения;
- рассчитать время оборота, время рейса, эксплуатационную скорость автобуса на маршруте;
- определить необходимое количество водителей для обслуживания маршрута и формы работы автобусных бригад;
- составить сводное маршрутное расписание движения автобусов;
- составить ведомость технико-эксплуатационных показателей и обосновать меры по дальнейшему совершенствованию организации перевозок пассажиров на маршруте.

5.1. Расчетная часть

5.1.1. Выбор автобусов и определение их потребности для обслуживания маршрута

Для перевозки пассажиров могут быть использованы автобусы различных моделей и вместимости. Однако эффективность использования их далеко неодинакова, если номинальная вместимость не будет соответствовать фактической пассажиронапряженности на маршруте. Использование автобусов малой вместимости при большой мощности пассажиропотоков увеличивает необходимое количество транспортных средств, повышает загрузку улиц и потребность в водителях. Применение же автобусов большой вместимостью на направлениях с пассажиропотоками малой мощности приводит к значительным интервалам движения автобусов и к излишним затратам времени пассажиров на ожидание.

В процессе работы необходимо рассчитать потребность в автобусах на маршруте различной вместимости по часам суток. При этом задача может быть решена как на ЭВМ с использованием возможностей электронных таблиц Excel, так и с помощью графоаналитического метода, который заключается в следующем. В зависимости от мощности пассажиропотока в час пик выбирается ориентировочное значение вместимости автобуса по табл. 5.1.

Затем по табл. 5.2 выбираются два типа автобусов, условно названных автобусами большей (q_1) и меньшей (q_2) вместимости, по которым ведется сравнение.

Таблица 5.1

Рекомендации по выбору автобусов по вместимости

Пассажиропоток в час пик, пасс./час	Вместимость автобуса, пасс.
200–1000	43
1000–1800	70
1800–2600	80
2600–3800	100
3800–4600	160
4600 и выше	175

Таблица 5.2

Рекомендации по выбору марки автобуса с учетом вместимости

Марка и модель автобуса	Число мест для сидения $q_{\text{спасс}}$	Общая вместимость автобуса $q_{\text{н}}$, пасс. При $\gamma = 1$
МАЗ-205	39	175
МАЗ-105	35	160
МАЗ-103	28	100
Неман-520	44	80
Неман 520123-250	44	70
МАЗ-256	28	43

Номинальную вместимость можно установить и через заданный интервал движения в часы пик ($I_{\text{мин}} = 3-4$ мин) и максимальную величину пассажиропотока:

$$q_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{max}} I_{\text{мин}}}{60}.$$

Имея зависимости, строят номограмму (прил. А), по которой можно определить для любого часового пассажиропотока количество автобусов на маршруте и интервал движения

$$J_a = \frac{t_0}{A_{\text{м}}}, \text{ мин};$$

$$t_0 = \frac{\ell_{\text{м}} \cdot 60}{V_{\text{э}}}, \text{ мин},$$

где t_0 – время оборота автобуса на маршруте, мин;

$A_{\text{м}}$ – количество автобусов на маршруте;

J_a – интервал движения, мин;

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

$V_{\text{э}}$ – эксплуатационная скорость движения, км/ч.

Связь между пассажиропотоком и количеством автобусов на маршруте рассчитывается по формуле

$$A_{\text{м}} = \frac{Q_{\text{max}} \cdot t_0}{q_{\text{н}}}, \text{ ед.},$$

где Q_{\max} – максимальная мощность пассажиропотока, пасс./ч;
 q_n – номинальная вместимость автобуса, пасс.

Поскольку эксплуатационная скорость не задается, время оборота необходимо вычислять по формуле

$$t_0 = \frac{2L_M}{V_T} + 2nt_{oc} + t_k, \text{ мин,}$$

где L_M – длина маршрута;

V_T – техническая скорость;

n – число промежуточных остановок;

t_{oc} – время простоя на промежуточной остановке;

t_k – время простоя на конечных остановках.

Построение номограммы.

В верхней таблице номограммы (см. прил. А) принимается

$$A_1 = 1, J_1 = t_0; A_2 = 2, J_2 = t_0/2; \dots A_i = i, J_i = t_0/i,$$

где i – количество автобусов на маршруте.

Расчет ведется до величин:

$$i = A_M = \frac{Q_{\max} t_0}{q_2},$$

где q_2 – номинальная вместимость автобуса, условно названного малой вместимостью.

Для пользования номограммой необходимо построить две опорные точки q_1 и q_2 , как точки пересечения трех лучей.

Первый луч проводится от начала координат графика распределения пассажиропотока по часам суток (ось абсцисс соответствует величине пассажиропотока, а ось ординат часам суток) до клетки A_1 в конце верхней таблицы. Два других луча проводятся из точки на оси абсцисс, соответствующей максимальному пассажиропотоку до клеток A_{M1} и A_{M2} верхней таблицы (см. прил. А). При этом

$$A_{M1} = \frac{Q_{\max} t_0}{q_1}.$$

Работа с номограммой осуществляется следующим образом. Величина пассажиропотока в любой час суток сносится на ось и из этой точки проводятся два луча через опорные точки q_1 и q_2 до верхней таблицы. Концы лучей при этом упираются в клетки, которые показывают количество автобусов на маршруте (большей и меньшей вместимости) и интервал их движения при данном пассажиропотоке.

Второй этап сравнения показан в прил. Б. По оси ординат приводятся значения необходимого количества автобусов A_n при γ_n выбираемой студентом в зависимости от величины пассажиропотока в пределах от 1 до 0,4. Эти значения должны быть скорректированы с учетом качественного обслуживания пассажиров.

1. Корректировка «пиковых» зон проводится в соответствии с возможностью АТП по выпуску автобусов, т. е. с учетом коэффициента дефицита автобусов:

$$A_{д}^{\text{пик}} = A_{\text{расч.}}^{\text{пик}} \cdot K_{\text{деф}},$$

где $A_{д}^{\text{пик}}$ – действительное (откорректированное) значение числа автобусов на маршруте;

$A_{\text{расч.}}^{\text{пик}}$ – необходимое (расчетное) значение количества автобусов на маршруте;

$K_{\text{деф}}$ – коэффициент дефицита автобусов.

Максимальный выпуск автобусов должен проводиться в течение всей «пиковой» зоны, которая выбирается студентом самостоятельно на основании визуальных особенностей диаграммы распределения пассажиропотока по часам суток, и имеет продолжительность 2–4 часа.

2. Корректировка «допиковой», «межпиковой» и «послепиковой» зон проводится в соответствии с выбором оптимальных величин интервалов движения по времени суток.

Минимальное количество автобусов, которое необходимо иметь на маршруте (A_{min}) рассчитывается исходя из максимально допустимого интервала движения автобусов в часы спада пассажиропотоков по формуле

$$A_{\text{min}} = \frac{t_0}{J_{\text{max}}}.$$

Коэффициент наполнения по часам суток в «межпиковой» зоне устанавливается с учетом уровня качества обслуживания пассажиров:

$$\gamma_{hi} = \frac{A_{\text{расч.}i}}{A_{qi}}$$

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

5.1.2. Расчет необходимого числа автобусов и интервалов движения по часам периода движения

Расчет необходимого числа автобусов и интервалов движения по часам периода движения определяется согласно выражению

$$A_{\text{расч}} = \frac{Q_{\text{расч}} \cdot t_0 \cdot K_T}{q_n \cdot T \cdot \gamma_n \cdot \eta_n},$$

где $A_{\text{расч}}$ – необходимое число автобусов по конкретному часу, ед.;

$Q_{\text{расч}}$ – значение пассажиропотока по рассчитываемому часу периода движения, пасс./час;

K_T – коэффициент внутрисуточной неравномерности движения ($K_T = 1,1$);

η_n – коэффициент неравномерности по направлению движения ($\eta_n = 1,5$);

q_n – номинальная вместимость выбранного типа автобуса, пасс.;

T – период времени представления информации $T = 1$, час;

γ_n – расчетное значение коэффициента наполнения (принимается студентом);

t_0 – время оборота автобуса на маршруте, час, определяемое по формуле:

$$t_0 = \frac{2l_M}{V_T} + 2nt_{\text{ос}} + t_k,$$

где l_m – длина маршрута;

V_T – техническая скорость;

n – число промежуточных остановок на маршруте;

t_{oc} – время простоя на промежуточной остановке;

t_k – время простоя на конечных остановках.

Интервал движения, как и число автобусов на линии, изменяется по часам периода движения в зависимости от величины пассажиропотоков и определяется зависимостью

$$J_{\text{расч}} = \frac{t_0}{A_{\text{расч}}},$$

где $J_{\text{расч}}$ – интервал движения автобусов для определенного часа периода движения.

Полученные значения для $A_{\text{расч}}$ и $J_{\text{расч}}$ заносят в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Расчетные показатели работы автобусов на маршруте

Часы суток	Показатели работы автобусов на маршруте				
	$Q_{\text{расч}}$	$A_{\text{расч}}$	$J_{\text{расч}}$	$A_{\text{ф}}$	$J_{\text{ф}}$
06–07					
07–08					
08–09					
.....					
19–20					
20–21					
21–22					

5.1.3. Определение фактического числа автобусов и распределение их по сменности

В течение дня на городских автобусных маршрутах наблюдается резкая неравномерность перевозок по часам суток, позволяющая выделить часы пик и часы спада пассажиропотоков. Определение

фактического числа автобусов и распределение их по сменности производят графоаналитическим методом. В зависимости от продолжительности работы на линии и времени выхода автобусы подразделяются по сменности на:

– трехсменные, работающие от начала до конца движения без заходов в автотранспортное предприятие (АТП). Водители второй и третьей смен принимают автобус на линии;

– двухсменные утреннего выхода и двухсменные вечернего выхода, работающие без захода в АТП две смены;

– двухсменные с выемкой, работающие на линии в утренние и вечерние часы пик. В часы дневного спада пассажиропотока они снимаются с линии и находятся в отстое;

– односменные утреннего и односменные вечернего выпуска, работающие на линии только одну смену в утренние или вечерние часы движения.

Зная расчетные величины $A_{\text{расч}}$ автобусов по всем часам периода движения строят расчетную диаграмму потребностей автобусов (прил. В).

Площадь диаграммы представляет собой транспортную работу в автомобиле-часах на линии, требующихся для освоения данных перевозок. При равномерном распределении пассажиров по часам периода движения достаточно на линии иметь $A_3 = 260/20 = 13$ автобусов. В действительности же из-за неравномерности пассажиропотоков потребность в утренний час пик составляет 20 автобусов и является максимальной. При организации движения автобусов на городских маршрутах необходимо иметь резерв в количестве не менее 5 % от общей потребности, и не всегда предприятия и объединения могут направлять на маршрут то количество автобусов, которое соответствует максимальной расчетной потребности в час пик. В связи с этим в часы максимального спроса может появиться дефицит автобусов, а фактическое их число $A_{\text{ф}}^{\text{max}}$ определяется из условия

$$A_{\text{ф}}^{\text{max}} = A_{\text{расч}}^{\text{max}} \cdot K_{\text{деф}},$$

где $A_{\text{расч}}^{\text{max}}$ – максимальное расчетное число автобусов;

$K_{\text{деф}}$ – коэффициент дефицита.

В соответствии с этим числом автобусов проводится линия так, автомобиле-часы, лежащие выше этой линии, характеризуют дефицит подвижного состава.

В часы спада пассажиропотока (дежурного движения) потребность в автобусах на маршруте определяется не размерами пассажиропотока, а максимально допустимым интервалом движения J_{\max} :

$$A_{\phi}^{\min} = \frac{t_0}{J_{\max}}.$$

J_{\max} находится в пределах 15–20 мин для маршрутов, связывающих периферийные районы города между собой, и 8–10 мин для маршрутов центральной части города.

Количество автобусов, которое нужно иметь на маршруте для обеспечения максимальных интервалов движения в заданных пределах фиксируется линией минимума. К расчетным автомобиле-часам (260 АЧ) необходимо добавить еще 7 АЧ (в прил. Г обозначены знаком «х»). За вычетом двух автомобиле-часов, не обеспеченных автобусами в связи с дефицитом провозных средств, транспортная работа составит 265 автомобиле-часов.

Режим движения, соответствующий прил. В, осуществить нельзя, так как автобус 18 должен работать только 2 часа, а автобусы 16 и 17 работают на линии 5–6 часов, но с недопустимо большим перерывом – 7 часов. Для выбора рационального режима работы автобусов на линии применяется графический метод, сущность которого состоит в следующем. Пустые и занятые клетки на диаграмме (автобусо-часы) можно перемещать по вертикали, не изменяя временного интервала. Нужно подобрать такое их расположение по вертикали, не добавляя лишних автомобиле-часов, по которому число занятых клеток в каждой из строк соответствовало бы желаемой продолжительности рабочих смен водителей. Одновременно выбирают для них обеденные перерывы и смены водителей.

Работу ведут в такой последовательности (см. прил. Г):

- выравнивают диаграмму по верхнему максимальному пределу, приподнимая часть диаграммы за 10 часами на одну клетку;
- свободные клетки области А перемещают по вертикали вниз (прил. Д) в положение В, чтобы иметь желаемую продолжительность

рабочих смен водителей. В результате получают деление автобусов на односменные, двухсменные без выемки и с выемкой и трехсменные;

– решают вопросы перерывов так, чтобы в часы обеденных перерывов автобусы подменялись другими из расчета один автобус на два, стоящих на обеденном перерыве по 0,5 часа; один автобус на один, стоящий на перерыве один час. Автомобиле-часы работы автобусов, подменяющих находящихся на обеденном перерыве, отмечаются знаком «К» (компенсация), находящиеся на обеденном перерыве – буквой «П», пересменки автобусных бригад знаком «V».

Окончательное (фактическое) распределение автобусов по часам периода движения и по сменности представлено в прил. Д. Фактическое количество автобусов A_{Φ} заносят в таблицу. Фактический интервал движения определяется по формуле $J_{\Phi} = t_0 / A_{\Phi}$ и также заносится в таблицу показателей.

5.1.4. Расчет необходимого количества водителей

Для расчета необходимого количества водителей автобусы необходимо сгруппировать по продолжительности их работы на маршруте, анализируя диаграмму прил. Д. Исходя из нее, можно сделать вывод, что только один автобус работает в одну смену продолжительностью в $T_m = 6$ часов. Он и составит первую группу. Во вторую группу входят четыре автобуса, работающие три смены общей продолжительностью в 19 часов со сменой водительских бригад на линии в конечных пунктах маршрута. Затем два двухсменных с выемкой автобуса продолжительностью работы $T_m = 15$ часов, один автобус продолжительностью работы 14 часов, и еще один – 13 часов. Эти четыре автобуса заходят на отстой в АТП и смена автобусных бригад происходит в гараже. Остальные автобусы работают в две смены, причем семь автобусов общей продолжительностью $T_m = 14$ часов и два автобуса $T_m = 13$ часов. Смена водителей предусмотрена на линии.

Количество водителей в каждой группе устанавливается из выражения

$$N_{\text{вод}} = \frac{[T_m + 2t_n + 2(t_{\text{пз}} + t_{\text{м0}})] \cdot A_{\text{гр}} \cdot D_{\text{л}}}{\Phi_{\text{в}}}$$

где T_m – время работы на маршруте по группам автобусов;

t_n – время нулевого пробега по каждому выходу ($2t_n$ принимается, когда автобусы заходят в АТП на отстой), $t_n = 0,5$ ч;

$t_{пз}$ – время на проведение подготовительно-заключительных операций по каждому выходу;

$t_{мо}$ – время медицинского осмотра водителя перед выездом; суммарное время $t_{пз} + t_{мо}$ принимается равным 0,4 часа $2(t_{пз} + t_{мо})$ берется тогда, когда автобусы заходят в АТП на отстой;

$A_{гр}$ – количество автобусов в конкретной группе;

$D_{и}$ – число инвентарных (календарных) дней работы, так как расчет ведется на месяц, то $D_{и} = 30$;

Φ_v – месячный фонд рабочего времени одного водителя, $\Phi_v = 176$ ч.

Число водителей в каждой группе на один автобус $n_{вод}$ определяется выражением:

$$n_{вод} = \frac{N_{вод}}{A_{гр}},$$

где $n_{вод}$ – округляется до целого числа.

После этого выбирается форма организации труда водителей, и составляются графики работы водителей всех групп. При организации труда водителей необходимо строго придерживаться нормируемого режима труда и отдыха, чередования утренних, дневных и вечерних смен и сверхурочных работ. Специфические условия организации перевозок пассажиров приводят к тому, что, как правило, не удается установить рабочий день нормируемой продолжительности. Время работы за смену в зависимости от выхода может быть различным, поэтому применяется помесечный учет рабочего времени, при котором продолжительность смены может быть больше или меньше нормируемой, но общее время работы за месяц не должно превышать месячного фонда.

При таком учете рабочего времени продолжительность одной смены для водителей допускается не более 10 часов. При разрывной смене и двух выходах продолжительность перерыва должна быть не менее двух часов.

Для водителей автобусов каждой групп по графикам их работы подсчитывают число часов работы в месяц и сравнивают с месячным

фондом. Если у определенных водителей этот фонд перевыполнен, а у других невыполнен, то их нужно скомпенсировать. Если компенсацию провести не удастся и имеет место переработка или недо-работка в целом, то надо скорректировать число водителей, необходимых для маршрута на каждый день.

$$N_{\text{вод}} = \frac{AЧ_{\text{сут}} \cdot 30}{\Phi_{\text{в}}},$$

где $AЧ_{\text{сут}}$ – суточное количество автомобиле-часов.

Затем определяют среднее число водителей, приходящееся на один автобус:

$$n_{\text{вод}} = \frac{N_{\text{вод}}}{A_{\text{ф}}^{\text{max}}}.$$

Это необходимо для того, чтобы сравнить и уточнить округленные значения предыдущего расчета необходимого количества водителей для групп автобусов. Затем уточненные значения взять за основу и для них рассчитать месячные фонды рабочего времени. В целом они должны соответствовать нормативам. Для схемных групп водителей составляют графики их работы и представляют в виде табл. 5.4.

Таблица 5.4

График работы водителей на маршруте

Водители	Числа месяца															Итого часов	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	...	28	29		30
Первый	1	1	0	2	2	В	1	1	0	2	2	В	...	2	2	В	176
Второй	2	0	1	1	В	2	2	0	1	1	В	2	...	1	В	2	176
Третий	В	2	2	0	1	1	В	2	2	0	1	1	...	0	1	1	176

В табл. 5.4 приведены следующие обозначения:

1 – первая смена работы;

2 – вторая смена работы;

В – выходной день;

0 – дополнительный день для межсменного отдыха.

Такой график составляется для двухсменного автобуса с большой продолжительностью смены и трех водителей на один автобус. В других случаях будут свои графики.

5.1.5. Составление рабочего (автобусного) расписания

Рабочее (автобусное) расписание составляется по каждому выходу автобуса и выдается водителю при выезде из АТП или на линейном диспетчерском пункте. Необходимо составить расписание движения для первого выхода автобуса. В расписании указывают время выезда из АТП и прибытие на начальную (конечную) остановку маршрута, продолжительность смены, время обеда и отстоя, если он есть, время пересменки. В таблице расписания по вертикали записывают наименование конечных и контрольных промежуточных пунктов маршрута, а по горизонтали по каждому рейсу указывают время (ч, мин) прохождения автобусом контрольных пунктов. Кроме конечных пунктов в расписании необходимо указать произвольно 2–3 контрольных пункта на промежуточных остановках. Зная длину маршрута, расстояния по перегонам маршрута, число остановок, техническую скорость и время простоя на промежуточных и конечных остановках, нетрудно определить время рейса и прибытие в контрольные пункты по каждому из них. Пример составления рабочего расписания приведен в прил. Ж.

5.1.6. Определение основных технико-эксплуатационных и экономических показателей

1) Время автобусов в наряде T_H

$$T_H = T_M + T_0 + T_{пз}, \text{ ч,}$$

где T_M – время непосредственной работы на маршруте (линии). Оно зависит от группы автобусов и определяется по диаграмме прил. Д.

$$T_M^{\text{сут}} = \sum_1^{A_{\phi}^{\text{max}}} t_{mi}; \quad T_M^{\text{мес}} = T_M^{\text{сут}} \cdot 30;$$

T_0 – время, затраченное на нулевой пробег.

$$T_0^{\text{сут}} = t_n \cdot A_{\phi}^{\text{max}}, \quad T_0^{\text{мес}} = T_0^{\text{сут}} \cdot 30;$$

$T_{\text{пз}}$ – время, затраченное на подготовительно-заключительные операции и медицинский осмотр.

$$T_{\text{пз}}^{\text{сут}} = (t_{\text{пз}} + t_{\text{м0}}) \cdot A_{\phi}^{\text{max}}, \quad T_{\text{пз}}^{\text{мес}} = T_{\text{пз}}^{\text{сут}} \cdot 30;$$

$2(t_{\text{пз}} + t_{\text{м0}})$ – принимается, когда автобусы возвращаются на отстой в АТП или пересменка проходит в автопарке;

$$T_{\text{н}}^{\text{мес}} = T_{\text{м}}^{\text{мес}} + T_0^{\text{мес}} + T_{\text{пз}}^{\text{мес}}.$$

Определяется также месячное время отстоя за сутки $T_{\text{отст}}^{\text{сут}}$ и за месяц $T_{\text{отст}}^{\text{сут}} \cdot 30$.

2) Пробег автобусов.

Пробег на маршруте

$$L_{\text{м}} = V_{\text{э}} \cdot T_{\text{м}}, \quad L_{\text{м}}^{\text{мес}} = L_{\text{м}} \cdot 30, \text{ км},$$

где $V_{\text{э}}$ – эксплуатационная скорость, равная

$$V_{\text{э}} = \frac{2\ell_{\text{м}}}{t_0}.$$

Нулевой пробег

$$L_0 = T_0 \cdot V_{\text{т}}, \quad L_0^{\text{мес}} = L_0 \cdot 30.$$

Общий пробег

$$L_{\text{об}} = L_{\text{м}} + L_0, \quad L_{\text{об}}^{\text{мес}} = L_{\text{об}} \cdot 30.$$

3) Коэффициент использования пробега

$$\beta = \frac{L_{\text{м}}}{L_{\text{об}}}.$$

4) Число рейсов автобусов Z_p , ед.

$$Z_p^{\text{сут}} = \frac{T_M}{0,5 \cdot t_0}, \quad Z_p^{\text{мес}} = Z_p^{\text{сут}} \cdot 30.$$

5) Списочное число автобусов A_c , ед.

$$A_c = \frac{A_{\phi}^{\max}}{\alpha_B}.$$

6) Провозная возможность маршрута Q_M , пасс.

$$Q_M^{\text{сут}} = A_{\phi}^{\max} \cdot q_H, \quad Q_M^{\text{мес}} = Q_M^{\text{сут}} \cdot 30.$$

7) Количество перевезенных пассажиров $Q_{\text{пасс}}$, пасс.

$$Q_{\text{сут}} = \frac{q_H \cdot \gamma_H \cdot V_{\text{э}} \cdot T_M}{\ell_{\text{еп}}}, \quad Q_{\text{мес}} = Q_{\text{сут}} \cdot 30.$$

8) Пассажиروоборот P , пасс. км

$$P_{\text{сут}} = Q_{\text{сут}} \cdot \ell_{\text{еп}}, \quad P_{\text{мес}} = P_{\text{сут}} \cdot 30.$$

9) Выработка на один списочный автобус $Q_{\text{сп}}$, пасс./сут., пасс./мес.

$$Q_{\text{сп}}^{\text{сут}} = \frac{Q_{\text{сут}}}{A_c}, \quad Q_{\text{сп}}^{\text{мес}} = Q_{\text{сп}}^{\text{сут}} \cdot 30.$$

Выработка $P_{\text{сп}}$, пасс./сут., пасс./мес.

$$P_{\text{сп}}^{\text{сут}} = \frac{P_{\text{сут}}}{A_c}, \quad P_{\text{сп}}^{\text{мес}} = P_{\text{сп}}^{\text{сут}} \cdot 30.$$

Выработка на одно пассажирское место $Q_{\text{пм}}$, пасс./сут. на посадочное место, пасс./мес. на посадочное место

$$Q_{\text{пм}}^{\text{сут}} = \frac{Q_{\text{сп}}^{\text{сут}}}{q_H}, \quad Q_{\text{пм}}^{\text{мес}} = \frac{Q_{\text{сп}}^{\text{мес}}}{q_H}.$$

Выработка на $P_{\text{пм}}$, пасс./сут. на посадочное место, пасс./мес. на посадочное место

$$P_{\text{пм}}^{\text{сут}} = \frac{P_{\text{сп}}^{\text{сут}}}{q_{\text{н}}}, \quad P_{\text{пм}}^{\text{мес}} = \frac{P_{\text{сп}}^{\text{мес}}}{q_{\text{н}}}.$$

10) Доходы D , руб.
Суточные доходы

$$D_{\text{сут}} = T_{\text{с}} \cdot Q_{\text{сут}} (1 - Q_{\text{б}}), \quad D_{\text{мес}} = D_{\text{сут}} \cdot 30,$$

где $T_{\text{с}}$ – тарифная ставка;

$Q_{\text{сум}}$ – количество перевезенных пассажиров;

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

Суточные доходы, приходящиеся на один автобус $D_{\text{а}}$

$$D_{\text{а}}^{\text{сут}} = \frac{D_{\text{сут}}}{A_{\text{с}}}, \quad D_{\text{а}}^{\text{мес}} = D_{\text{а}}^{\text{сут}} \cdot 30, \text{ руб.}$$

Суточные доходы, приходящиеся на одно пассажирское место $D_{\text{пм}}$

$$D_{\text{пм}}^{\text{сут}} = \frac{D_{\text{а}}^{\text{сут}}}{q_{\text{н}}}, \quad D_{\text{пм}}^{\text{мес}} = D_{\text{пм}}^{\text{сут}} \cdot 30, \text{ руб.}$$

Суточные доходы, приходящиеся на один час работы $D_{\text{ч}}$

$$D_{\text{ч}} = \frac{D_{\text{сут}}}{T_{\text{м}}}, \text{ руб.}$$

5.2. Пути повышения эффективности автобусных перевозок

В этом разделе необходимо сравнить расчетные данные, технико-эксплуатационные и экономические показатели с теоретически возможными показателями пассажирских предприятий региона, дать анализ их сути и предложить пути улучшения работы автобусов и повышения показателей использования.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа должна содержать: титульный лист, содержание, введение, основные разделы, заключение, список используемых литературных источников, приложение.

В содержании приводится название всех разделов и подразделов, они должны иметь порядковую нумерацию. Введение и заключение не нумеруются. При этом не рекомендуется использовать более двух уровней разбиения подразделов.

Во введении указывается актуальность темы курсовой работы, цель и задачи, содержание отдельных разделов. Объем должен быть не более двух страниц машинописного текста.

7. ОФОРМЛЕНИЕ И ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа должна быть представлена в отпечатанном виде объемом не более 40 страниц. Текст работы помещается на одной стороне листа формата А4, шрифт – Times New Roman, размер шрифта – 14, интервал 18 пт. (абзац – интервал – междустрочный – точно 18 пт.).

Текст следует писать, соблюдая следующие размеры полей: левое – 30 мм; правое – 10 мм; верхнее, нижнее – 20 мм.

При оформлении заголовков учитываются следующие правила:

– номера и заголовки разделов оформляются полужирным шрифтом размером 16 пт., а подразделов – строчными буквами, начиная с первой прописной шрифтом 14 пт.

– заголовки разделов начинаются с нового листа, подразделов – на том же листе, где закончился предыдущий подраздел;

– расстояние между заголовками разделов и подразделов должно быть равно одному интервалу;

– текст после заголовка подраздела располагается через один интервал с выравниванием по ширине.

Изложение работы должно быть ясным, точным и четким. Нельзя использовать произвольное сокращение слов, непризнанную терминологию.

Все таблицы, схемы, чертежи, рисунки должны быть озаглавлены и пронумерованы. Нумерация страниц, таблиц, рисунков сквозная.

Номер на странице ставится внизу в центре арабскими цифрами. Титульный лист не нумеруется, но включается в общую нумерацию. Разделы и подразделы нумеруются арабскими цифрами. Каждый рисунок, схема, график должны иметь заголовок, отражающий в краткой форме их содержание, и должны помещаться под рисунком, например, «Рисунок 2 – График движения автомобилей». Сам рисунок располагается на той же странице, где делается первая ссылка на него, или на следующей. Материал должен быть удобно расположен с точки зрения обзора без разворота курсовой работы или с поворотом по часовой стрелке. Формат схем, рисунков, графиков не должен превышать стандартного листа (210 × 297).

Если таблица располагается на двух и более страницах, то слово «Таблица», ее номер и заголовок указываются только на первой странице, а на всех последующих с левой стороны пишут слово «Продолжение» и повторяют нумерацию таблицы.

Формулы нумеруются последовательно в пределах всей курсовой работы. Номер проставляется справа на одном уровне в круглых скобках.

На цитируемые или упоминаемые в работе литературные источники студент должен делать библиографические ссылки. При этом в квадратных скобках проставляется порядковый номер источника информации и номер страницы в нем, например, [14, с. 92]. Цитируемый текст оригинала заключается в кавычки. Для перечисления работ, в которых рассматриваются исследуемые вопросы, в скобках перечисляются номера литературных источников. Например, [37, 46, 53] означает, что исследуемый вопрос рассматривается в перечисленных литературных источниках. При приведении ссылки может указываться фамилия и инициалы автора литературного источника, например, «В своей работе Горев А. Э. [13, с. 98] рассматривает...».

Курсовая работа должна удовлетворять определенным требованиям по стилю изложения. Названия разделов, подразделов должны быть ясными, четкими, предельно сжатыми по форме, отражающими наиболее полно сущность и содержание рассматриваемых в них вопросов. Материал должен излагаться грамотно, понятным литературным языком, без повторений, общих рассуждений и перегрузок цитатами. Недопустимо цитирование литературных источников без кавычек и сносок, указывающих на их авторов. Табличные и графические материалы должны отражать важнейшие итоговые результаты

проведенного анализа, быть доступными для восприятия, наглядно иллюстрировать глубину и важность исследования. Схемы, графики, таблицы должны быть органически увязаны с текстом разделов и подразделов работы, иметь соответствующие пояснения и ссылки в основной части курсовой работы.

8. ПОЯСНЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Как было указано ранее, графическая часть выполняется карандашом на ватмане (разрешается компьютерное исполнение) форматом А3 и должна состоять из трех листов.

На первом листе должна быть представлена номограмма для определения требуемого количества автобусов на маршруте и график корректировки выпуска автобусов на маршрут (см. прил. А и Б).

На втором листе изображают начальную, переходную и окончательную диаграммы определения числа и сменности работы автобусов согласно рисункам прил. В, Г и Д. Приводят условные обозначения и на конечной диаграмме указывают группы автобусов по сменности.

На третьем листе представляют сводный график движения автобусов за 1–1,5 часа с начала движения и рабочее расписание.

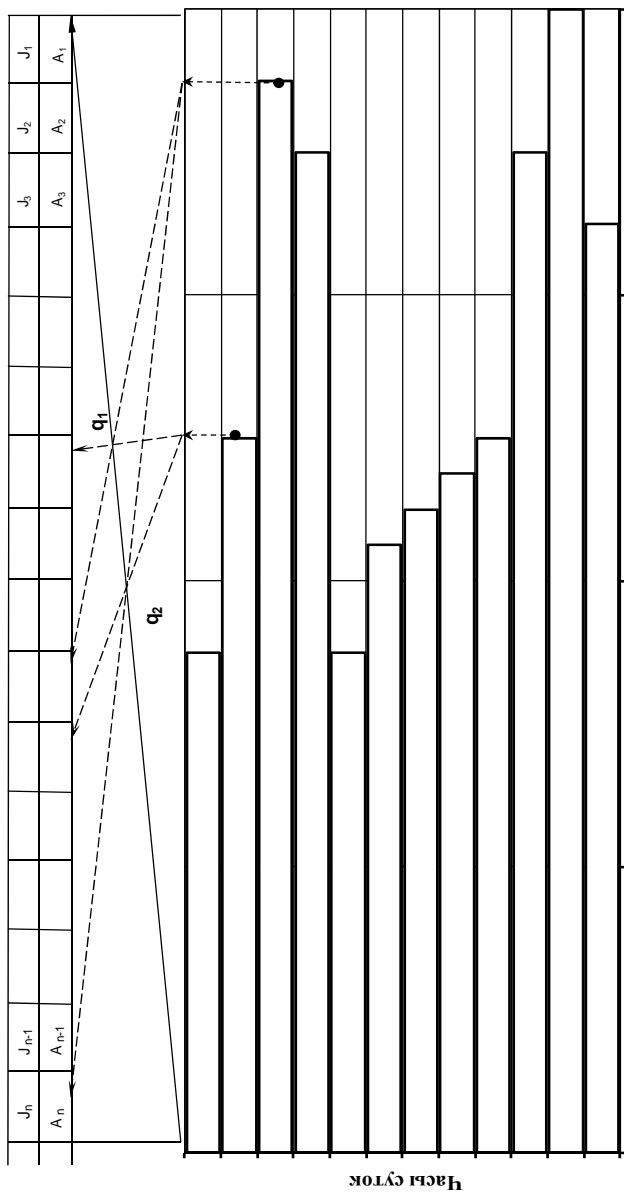
При построении сводного графика движения автобусов по оси ординат откладывают длину маршрута в километрах и проводят горизонтальные линии, соответствующие остановочным пунктам на маршруте. По оси абсцисс откладывают время (1–1,5 часа) в минутах и строят графики движения автобусов, организуя движение из двух конечных пунктов маршрута навстречу друг другу. Зная величину технической скорости и длину каждого перегона (принимается студентом исходя из числа остановок и рекомендуемых длин перегонов), а также время простоя на промежуточных и конечных остановках, нетрудно графически изобразить время оборота автобуса. Известно также фактическое число автобусов и интервал движения по каждому часу периода движения. Все это закладывается при построении сводного графика.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

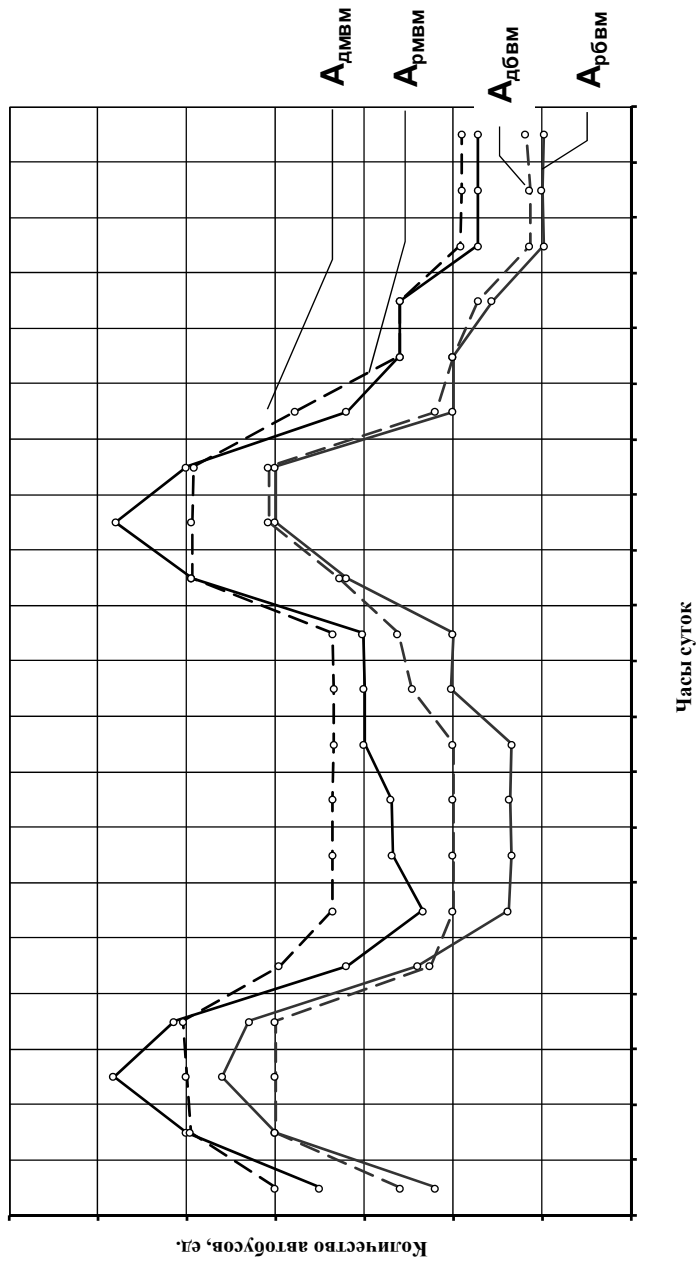
1. Закон Республики Беларусь об автомобильном транспорте и автомобильных перевозках, 2001 г.
2. Указ Президента Республики Беларусь от 26.08.2008 № 444 «О некоторых вопросах проведения конкурсов на право выполнения автомобильных перевозок пассажиров в регулярном сообщении».
3. Указ Президента Республики Беларусь от 01.09.2010 № 450 «О лицензировании отдельных видов деятельности».
4. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 июня 2008 года № 972 «О некоторых вопросах автомобильных перевозок пассажиров».
5. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 июня 2008 года № 972 «Правила автомобильных перевозок пассажиров».
6. Постановление Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 25 ноября 2010 года № 82 «Об утверждении положения о рабочем времени и времени отдыха для водителей автомобилей».
7. Антошвили, М. Е. Оптимизация городских автобусных перевозок / М. Е. Антошвили, С. Ю. Либерман, И. В. Спирин. – М.: Транспорт, 1985. – 258 с.
8. Гудков, В. А. Пассажиры автомобильных перевозок / В. А. Гудков, Л. Б. Миротин. – М.: Горячая линия-Телеком, 2006. – 448 с.
9. Пассажиры автомобильных перевозок: учебник / В. А. Гудков [и др.]. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 447 с.
10. Пассажиры автомобильных перевозок: учебник для вузов / под ред. Н. Б. Островского. – М.: Транспорт, 1986. – 258 с.
11. Логистика: общественный пассажирский транспорт: учебник. – М.: Экзамен, 2003. – 223 с.
12. Спирин, И. С. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: учебник / И. С. Спирин. – М.: Академия, 2003. – 400 с.
13. Спирин, И. В. Перевозки пассажиров городским транспортом: справочное пособие / И. В. Спирин. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Номограмма для определения потребного количества автобусов на маршруте по часам суток

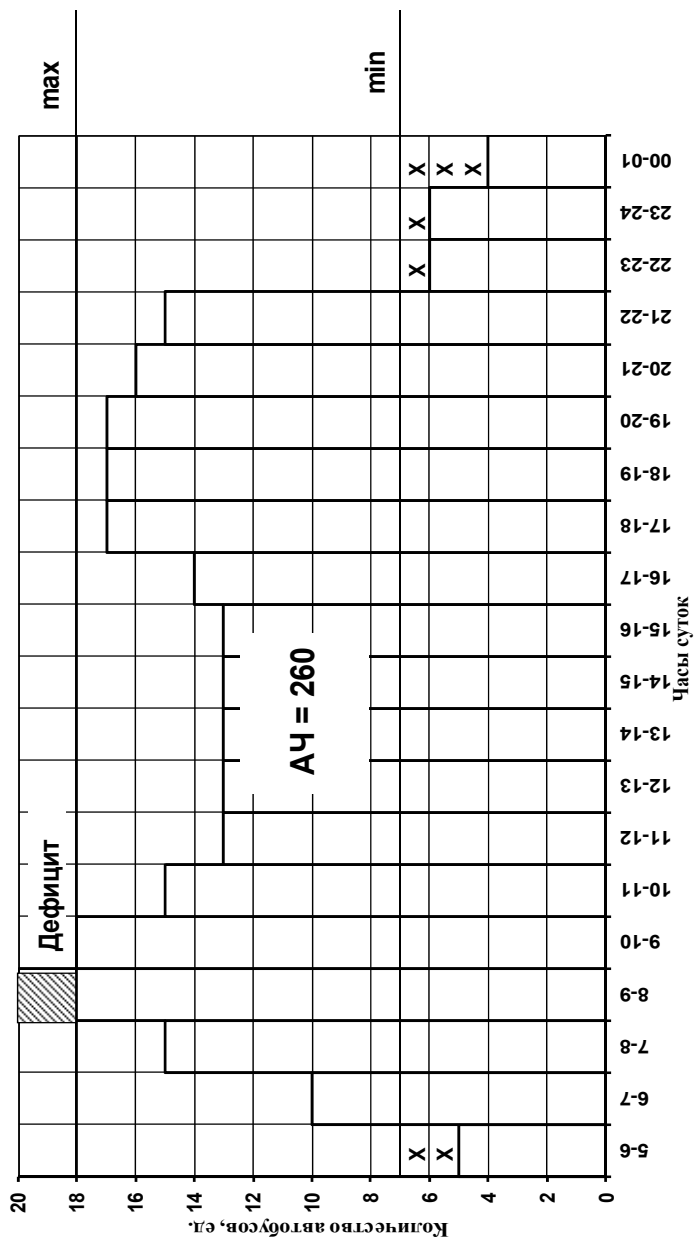


Корректировка выпуска автобусов на маршрут по часам суток

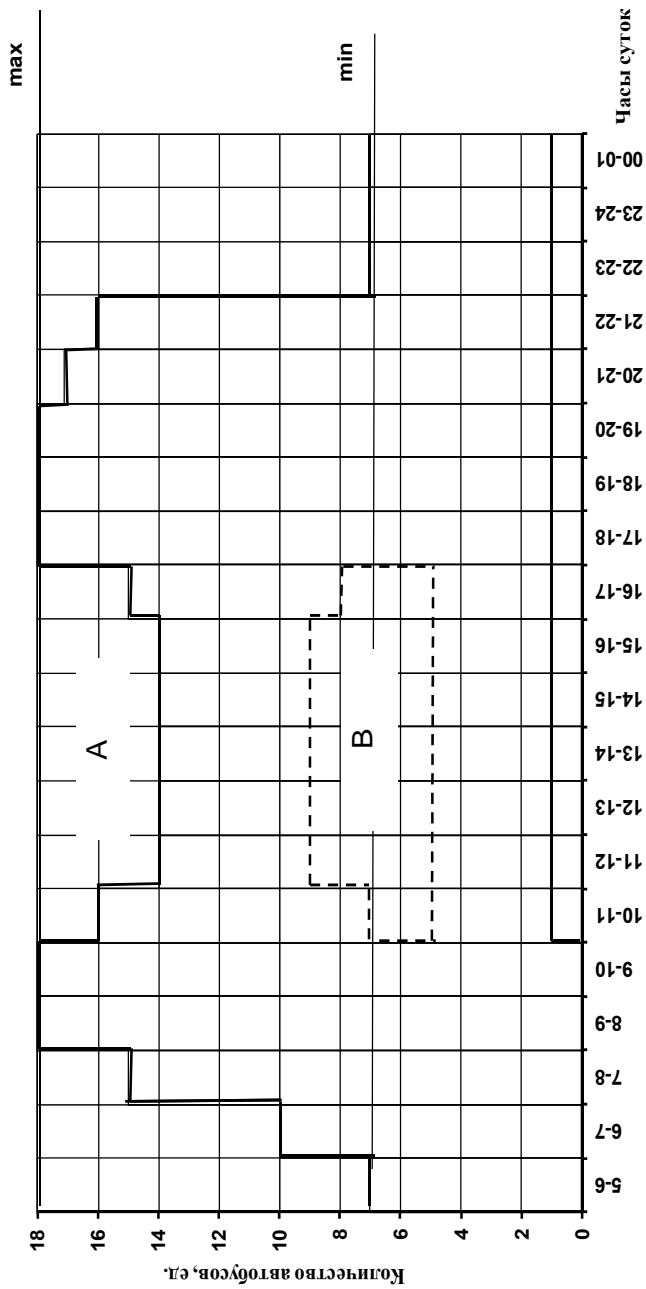


ПРИЛОЖЕНИЕ В

Расчетное распределение автобусов по часам суток

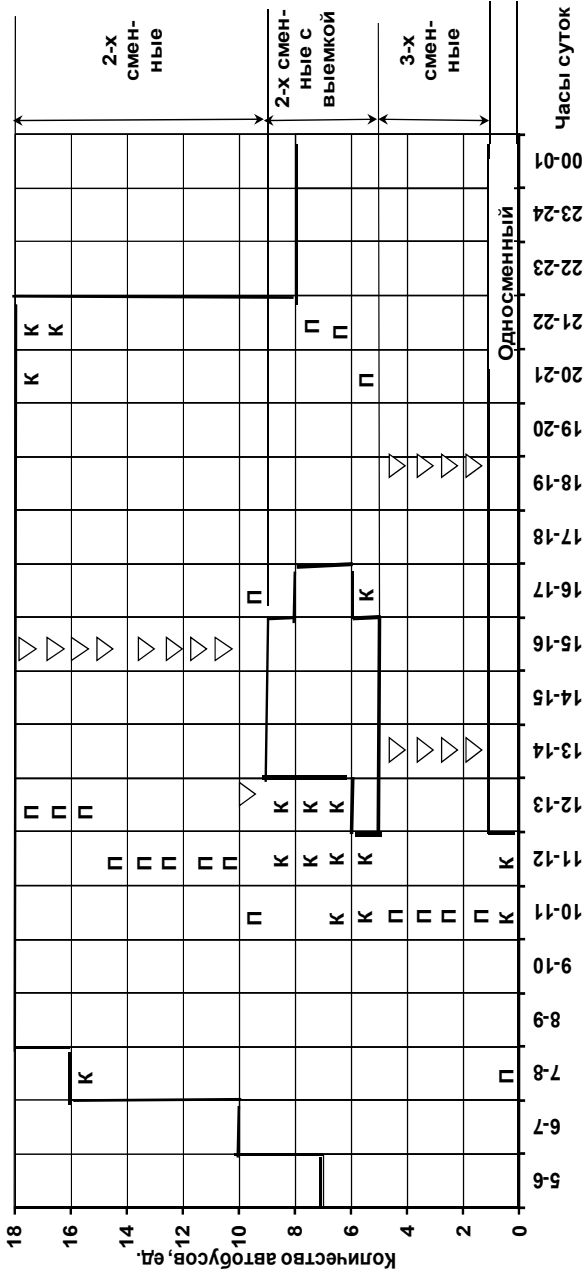


Промежуточный вариант распределения автобусов по часам суток



ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Окончательный вариант распределения автобусов по часам суток
и определению сменности их работы



ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Рабочее расписание

Время выезда из АТП первой смены: 4 ч 45 мин
 Время прибытия в начальный пункт маршрута: 5 ч
 Время возвращения в АТП: 10 ч 23 мин
 Время отстоя с 10 ч 30 мин до 18 ч 40 мин
 Время выезда из АТП во вторую смену: 18 ч 40 мин
 Время прибытия в начальный пункт: 19 ч 04 мин
 Время возвращения в гараж: 23 ч 39 мин

Контрольные пункты				
ЖДВ	Рынок	ДК	КПД	Рабочий поселок
5.00	5.14	5.26	5.36	5.48
6.41	6.27	6.15	6.05	5.53
6.46	7.00	7.12	7.22	7.34
8.27	8.13	8.01	7.51	7.38
8.32	8.06	8.58	9.08	9.20
10.13	9.59	9.47	9.37	9.25
19.04	19.18	19.30	19.40	19.52
20.45	20.31	20.19	20.09	19.57
20.50	21.04	21.16	21.26	21.38
22.31	22.17	22.05	21.55	21.43
22.36	22.50	23.02	23.12	23.24

Учебное издание

АНТЮШЕНЯ Дмитрий Михайлович

**ГРУЗОВЫЕ И ПАССАЖИРСКИЕ
АВТОМОБИЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ**

Учебно-методическое пособие
для студентов специальности
1-27 02 01 «Транспортная логистика»

В 2 частях

Часть 1

Редактор *В. И. Акулёнок*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 24.01.2020. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 3,66. Уч.-изд. л. 2,86. Тираж 100. Заказ 226.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.