

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
(СамГУПС)**

ОРГАНИЗАЦИЯ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК И ОБСЛУЖИВАНИЕ ПАССАЖИРОВ (ПО ВИДАМ ТРАНСПОРТА)

Методические указания по выполнению контрольных работ

Самара
2023

Выбор оптимального варианта перевозок рельсовым автобусом

Рельсовый автобус – мотор-вагонный подвижной состав малой составности (один – четыре вагона) с двигателем внутреннего сгорания (преимущественно дизельным) . Предназначен для обеспечения пригородных перевозок на малодеятельных не электрифицированных участках железных дорог.

Возможны два варианта организации движения:

- обычный рельсовый автобус со всеми графиковыми остановками;
- скорый рельсовый автобус, имеющий остановки только на достаточно крупных населенных пунктах.

Необходимо выбрать оптимальный вариант перевозок по критерию минимума эксплуатационных расходов.

1 Исходные данные

Показатель	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Длина пригородного участка, км	80	90	85	100	90	105	95	90	80	95
Средняя дальность поездки пассажира, км	20	27	25	30	27,5	40	32	35	28	32
Скорость движения пешехода , км/ч	4	4,25	4,5	4,75	5	4	4,25	4,5	4,75	5
Среднее расстояние между остановками скорого рельсового автобуса, км	10	13	16	20	23	20	16	13	10	15
Продолжительность стоянки обычного автобуса на остановочных пунктах для посадки-высадки пассажиров, мин	2мин.									
Продолжительность стоянки скоростного рельсового автобуса на остановочных пунктах посадки – высадки, мин	4	5	6	7	8	7	6	5	6	7
Ходовая скорость	35	30	32	35	45	60	45	32	30	47

движения рельсового автобуса, км/ч	45	35	37	45	55	70	55	37	35	57
	55	40	42	55	65	80	65	42	40	67
	65	45	47	65	75	90	75	47	45	77
	75	50	52	75	85	100	85	52	50	87
Число вагонов в составе рельсового автобуса	1	2	3	4	3	2	1	2	3	4
Время на разгон и замедление, мин	2									
Масса вагона с пассажирами, т	48,76									
Норма расхода топлива на остановку, т	2,7									
Норма расхода топлива в движении , т	0,43									

Стоимостные показатели

Показатель	Величина, руб.
Стоимость одной тонны дизельного топлива	57 000
Стоимость автобусо-км	8,023
Стоимость автобусо-ч	52,317
Стоимость тонно-км брутто	0,007
Стоимость бригадо-ч	231

2 Методика расчета

Эксплуатационные расходы на перевозку пассажиров пригородным поездом (без учета простоя на станциях оборота) определяются из выражения

$$\mathcal{E}_p^{\text{pa}} = \mathcal{E}_{\text{перем}}^{\text{pa}} + \mathcal{E}_{\text{ост}}^{\text{pa}}$$

где $\mathcal{E}_{\text{перем}}^{\text{pa}}$ – расходы, связанные с перемещением рельсового автобуса, руб;

$\mathcal{E}_{\text{ост}}^{\text{pa}}$ – расходы, связанные с остановками для посадки – высадки
пассажиров, руб.

Расходы на перемещение пригородного поезда от головной станции до станции оборота определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{перем}}^{\text{pa}} = \sum AL * e_{AL} + \sum AT_{\text{дв}} * e_{AT} + \sum BT_{\text{дв}}^{\text{pa}} * e_{BT} + \sum TL_{\text{бр}} * e_{TL_{\text{бр}}} + \sum \mathcal{E}_{\text{дт}}^{\text{pa}} * e_{\text{дт}}$$

где $\sum AL$ – суммарные пройденные автобусо -км ;

$\sum AT_{дв}$ – общие автобусо – часы в движении ;

$\sum BT_{дв}^{ра}$ - общие бригадо- часы локомотивной бригады в движении;

$\sum TL_{бр}$ - суммарная работа рельсовых автобусов в тонно-км брутто;

$\sum \mathcal{E}_{дв}^{ра}$ - общие расходы топлива , связанные с перемещением рельсового автобуса .

e_{AL} - стоимость одного автобусо-км рельсового автобуса, руб;

e_{AT} – стоимость одного автобусо-часа рельсового автобуса, руб;

e_{BT} - стоимость одного бригадо-часа рельсового автобуса, руб;

$e_{TL_{бр}}$ – расходная ставка на один тонно-километр брутто, руб;

$e_{дт}$ - стоимость одной тонны дизельного топлива, руб.

Выполненные автобусо – километры определяются из выражения

$$\sum AL = 2 * a * l$$

где a – число вагонов в составе рельсового автобуса;

l – расстояние проходимое рельсовым автобусом от головной до станции оборота, км.

Общие автобусо-часы в движении определяются по формуле

$$\sum AT_{дв} = 2 * (a * l / V_x)$$

где V_x – ходовая скорость движения пригородного поезда, км/ч.

Бригадо- часы в движении определяются из выражения

$$\sum BT_{дв}^{ра} = 2 * (l / V_x)$$

Выполненные тонно-км брутто определяются по формуле

$$\sum TL_{бр} = 2 * a * Q_{бр} * l$$

где $Q_{бр}$ – вес одного вагона рельсового автобуса с пассажирами, т.

Расход топлива , связанный с движением рельсового автобуса, определяется по формуле

$$\sum \mathcal{E}_{дв}^{ра} = 2 * (a * Q_{бр} * l * \Gamma_{дв} / 10^4)$$

где $\Gamma_{дв}$ - норма расхода топлива , установленная на 10000 т-км брутто при движении одного вагона рельсового автобуса, т.

Расходы рельсового автобуса на остановки для посадки и высадки пассажиров

определяется по формуле:

$$\Xi_{\text{ост}}^{\text{pa}} = \sum ST_{\text{ост}} * e_{\text{AT}} + \sum BT_{\text{ост}} * e_{\text{BT}} + \sum \Xi_o * e_{\text{дт}}$$

где $\sum ST_{\text{ост}}$ – автобусо -часы остановок, ч;

$\sum BT_{\text{ост}}$ – бригадо-часы остановок, ч;

$\sum \Xi_o$ – расход дизельного топлива на остановки, т.

Общее время , связанное с остановками рельсового автобуса определяется из выражения

$$\sum ST_{\text{ост}} = 2 * [(t_{\text{p-з}} + t_{\text{ост}}) * a * k / 60]$$

где $t_{\text{p-з}}$ – время на разгон и замедление, мин;

$t_{\text{ост}}$ - продолжительность стоянки рельсового автобуса, мин;

k – количество остановок по вариантам, ед.

Количество остановок обычного рельсового автобуса на участке определяется из выражения

$$k = \frac{l}{l_o}$$

где l_o – среднее расстояние между остановочными пунктами, км.

Среднее расстояние между остановочными пунктами посадки определяется из выражения

$$l_o = \sqrt{2 * V_{\text{п}} * l_{\text{ср}} * t_{\text{ост}}}$$

где $V_{\text{п}}$ - скорость движения пешехода , км/ч;

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

$t_{\text{ост}}$ - средняя положительность стоянки на остановочных пунктах, ч.

Количество остановок скорого рельсового автобуса определяется из выражения

$$k_{\text{сра}} = \frac{l}{l_{\text{сра}}}$$

где $l_{\text{сра}}$ – среднее расстояние между остановками скорого рельсового автобуса, км.

Число остановок округляется по правилам математики.

Общее время затрачиваемых бригадо-часов на остановки определяется по формуле

$$\sum BT_{\text{ост}} = 2 * [(t_{\text{p-з}} + t_{\text{ост}}) * k / 60],$$

Расходы дизельного топлива на остановки пригородных поездов , определяются по формуле

$$\sum \Theta_o = 2 * k * g_{ост} * a$$

где $g_{ост}$ – норма расхода дизельного топлива на одну остановку рельсового автобуса , т.

3 Расчет эксплуатационных расходов

Приводится расчет элементов эксплуатационных расходов для всех заданных значений ходовой скорости.

Результаты расчета сводятся в таблицу 1 и приводятся на рисунке 1 (с помощью программы Microsoft Excel в осях скорость - эксплуатационные расходы).

Таблица 1 Расчет эксплуатационных расходов для рельсового автобуса

Тип рельсового автобуса	Скорость, км/ч	$\Theta_{перем}^{ра}$, руб	$\Theta_{ост}^{ра}$, руб	$\Theta_p^{ра}$, руб
Обычный				
Скорый				

На основании анализа рисунка 1 делается вывод о оптимальной ходовой скорости рельсового автобуса.

Определения оптимальной ходовой скорости пригородного электропоезда

Пригородный электропоезд состоит из секций, состоящих из моторного и прицепного вагона. Прицепные вагоны подразделяются на головные (с кабинами управления) и обычные с сидячими местами.

1 Исходные данные

Показатель	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Длина пригородного участка, км	90	85	80	100	105	110	95	115	75	120
Средняя дальность поездки пассажира, км	30	27	25	35	37,5	40	32	34	28	30
Скорость движения пешехода, км/ч	4	4,25	4,5	4,75	5	4	4,25	4,5	4,75	5
Продолжительность стоянки на остановочных пунктах для посадки-высадки пассажиров, мин	1 мин.									
Ходовая скорость движения электропоезда, км/ч	45	50	60	70	40	60	45	50	40	47
	55	55	70	75	50	70	55	55	50	57
	65	60	80	80	60	80	65	60	60	67
	75	65	90	85	70	90	75	65	70	77
	85	70	100	90	80	100	85	70	80	87
Число электросекций в составе пригородного поезда	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
Время на разгон и замедление, мин	1									
Масса электросекции с пассажирами, т	131,6									
Норма расхода электроэнергии на остановку, кВт	13,3									
Норма расхода электроэнергии в движении, кВт/ч	297,2									

Стоимостные показатели

Показатель	Величина, руб.
Стоимость одного кВт электроэнергии	1,36
Стоимость секции-км	3,127
Стоимость секции-ч	31,7
Стоимость тонно-км брутто	0,005
Стоимость бригадо-ч	174

2 Методика расчета

Основным критерием при выборе оптимальной ходовой скорости пригородного электропоезда являются эксплуатационные расходы или себестоимость.

Эксплуатационные расходы перевозок пассажиров пригородным поездом определяется из выражения (без учета простоя на станциях оборота)

$$\mathcal{E}_p = \mathcal{E}_{\text{перем}} + \mathcal{E}_{\text{ост}}$$

где $\mathcal{E}_{\text{перем}}$ – расходы, связанные с перемещением электропоезда, руб;

$\mathcal{E}_{\text{ост}}$ - расходы, связанные с остановками для посадки – высадки пассажиров, руб.

Расходы на перемещение пригородного поезда от головной станции до станции оборота определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{перем}} = SL * e_{SL} + ST_{\text{дв}} * e_{ST} + BT_{\text{дв}} * e_{BT} + TL_{\text{бр}} * e_{TL_{\text{бр}}} + \mathcal{E}_{\text{дв}} * e_{\mathcal{E}}$$

где SL – пройденные секции-км,

$ST_{\text{дв}}$ – секции – часы движения электропоезда ;

$BT_{\text{дв}}$ - бригадо- часы локомотивной бригады в движении;

$TL_{\text{бр}}$ - работа в тонно-км брутто;

$\mathcal{E}_{\text{дв}}$ - расходы , связанные с перемещением электропоезда.

e_{SL} - стоимость одного секции-километра моторвагонного состава, руб:

e_{ST} – стоимость одного секции-часа моторвагонного состава, руб;

e_{BT} - стоимость одного бригадо-часа моторвагонного состава, руб;

$e_{TL_{\text{бр}}}$ – расходная ставка на один тонно-километр брутто, руб;

$e_{\mathcal{E}}$ - стоимость одного кВт электроэнергии, руб.

Выполненные секции – километры определяются из выражения

$$SL = 2 * m_c * l$$

где m_c – число электросекций в составе поезда, ед;

l – расстояние проходимое пригородным поездом от головной до станции оборота, км.

Секции-часы движения определяются по формуле

$$ST_{дв} = 2 * (m_c * l / V_x)$$

где V_x – ходовая скорость движения пригородного поезда, км/ч.

Бригадо- часы в движении определяются из выражения

$$BT_{дв} = 2 * (l / V_x)$$

Выполненные тонно-км брутто определяются по формуле

$$TL_{бр} = 2 * m_c * Q_{бр} * l$$

где $Q_{бр}$ – вес одной электросекции с пассажирами, т.

Расход электроэнергии, связанный с движением электропоезда определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{дв} = 2 * (m_c * Q_{бр} * l * r_{дв} / 10^4)$$

где $r_{дв}$ – норма расхода электроэнергии, установленная на 10000 т-км брутто при движении одной электросекции, кВт-ч.

Расходы на остановки электропоезда для посадки и высадки пассажиров определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{ост} = ST_{ост} * e_{ST} + BT_{ост} * e_{BT} + \mathcal{E}_o * e_{\mathcal{E}}$$

где $ST_{ост}$ – секции-часы остановок;

$BT_{ост}$ – бригадо-часы остановок;

$\mathcal{E}_o$ – расход электроэнергии на остановки, кВт.

Расходы, связанные с остановками определяются из выражения

$$ST_{ост} = 2 * (t_{p-з} * m_c * k / 60)$$

где $t_{p-з}$ – время на разгон и замедление, мин;

k – количество остановок, ед.

Количество остановок на участке определяется из выражения

$$k = \frac{l}{l_o}$$

где l_o – среднее расстояние между остановочными пунктами, км.

Расстояние между пунктами посадки определяется из выражения

$$l_o = \sqrt{2 * V_{\Pi} * l_{\text{ср}} * t_{\text{ост}}}$$

где V_{Π} - скорость движения пешехода , км/ч;

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

$t_{\text{ост}}$ - средняя положительность стоянки на остановочных пунктах, ч.

Расходы, связанные с затратами бригадо-часов на остановки определяется по формуле

$$BT_{\text{ост}} = 2 * (t_{\text{р-з}} * k / 60),$$

Расходы электроэнергии на остановки пригородных поездов , определяются по формуле

$$\Xi_o = 2 * k * r_{\text{ост}} * m_e$$

где $r_{\text{ост}}$ – норма расхода электроэнергии на одну остановку электросекции, кВт.

3 Расчет эксплуатационных расходов

Приводится расчет элементов эксплуатационных расходов для всех заданных значений ходовой скорости.

Результаты расчета сводятся в таблицу 1 и приводятся на рисунке 1 (с помощью программы Microsoft Excel в осях скорость - эксплуатационные расходы).

Таблица 1 Расчет эксплуатационных расходов

Скорость, км/ч	$\Xi_{\text{перем}}$, руб	$\Xi_{\text{ост}}$,руб	$\Xi_{\text{р}}$, руб

На основании анализа рисунка 1 делается вывод о оптимальной ходовой скорости пригородного электропоезда.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПОЗИЦИИ СОСТАВОВ

Построение композиции составов пассажирских поездов

Под композицией понимают порядок размещения в определенной последовательности пассажирских вагонов разных типов (мягких, купейных, плацкартных, вагона-ресторана, почтово-багажных и других) и их количество.

В соответствии с действующим расписанием обычно в пассажирские поезда включаются 16-20 вагонов.

В исходных данных приведены характеристики цельнометаллических пассажирских вагонов, которые могут быть использованы при определении композиции составов, а также ориентировочное число вагонов разной категории в составах разной категории.

Исходя из заданной массы поезда и длины пассажирской платформы, определяется расчетный вариант композиции составов, который оформляется в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Композиция состава пассажирских поездов

Категория поезда	категория вагонов	число вагонов	общая масса вагонов, т	вместим. вагонов	общая длина, м
1	2	3	4	5	6
Дальний	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
Итого		.	.	.	.
$Q_{бр} = \dots \text{т}, Q_c = \dots \text{т}$					
$L_p = \dots \text{м}, L_{пл} = \dots \text{м}$					

Выбранная композиция должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Соответствовать категории поезда по комфортабельности.
2. Не превышать установленную норму массы, т.е.

$$Q_c \leq Q_{бр}, \quad (1)$$

где Q_c – масса состава поезда по выбранной композиции, т;

$Q_{бр}$ – заданная норма массы состава на направлении, т.

3. Не превышать установленную длину пассажирских платформ, т.е.

$$L_p = l_l + 10 + L_c < L_{пл}, \quad (2)$$

где l_l – длина локомотива, м;

10 м – запас неточности установки состава в пределах платформы;

L_c – расчетная длина состава поезда, м .

Порядок расстановки вагонов в составе должен удовлетворять следующим требованиям:

1. Вагон-ресторан и купейный вагон с радиорубкой располагают рядом в центре состава.
2. Почтово-багажные и багажные вагоны располагают в головной (хвостовой) части состава.
3. Комфортабельность вагонов по мере удаления от центра состава ухудшается.
4. Вагоны одного типа располагаются группами.

Выбранную композицию поездов необходимо изобразить в виде схемы, пример которой приведен на рисунке 1. На схеме указывается нумерация вагонов при следовании поезда в прямом (числитель) и обратном (знаменатель) направлениях.

Исходные данные

Категория поезда	Последняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Скорый	X		X		X		X		X	
Пассажирский (дальний)		X		X		X		X		X

Масса составов поездов и длина пассажирских платформ.

Показатель	Последняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Масса состава поезда, т, $Q_{бр}$	800	850	1100	950	1000	900	1150	1200	1225	1250
Длина пассажирских платформ, м, $L_{пл}$	400	400	425	425	450	450	400	475	450	500
Длина локомотива, м	25	27	31	33	35	34	32	30	28	26

Характеристики основных типов пассажирских вагонов

Тип вагона	Число мест	Длина вагона по осям автосцепки, м	Масса вагона, т		Число вагонов в составе поезда		
			тара	брутто	Скорый	Дальний	Местный
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Мягкий с	30	24.54	56.5	59.5	1-3	1-2	1

четырёхместным купе							
2. Мягкий с двухместным купе	16	24.54	62.0	65.0	1-3	1-2	1-2
3. Купейный	36	24.54	52.0	56.0	4-9	4-8	4-6
4. Купейный с радиорубкой	32	24.54	52.0	56.0	1	1	1
4. Плацкартный	51	24.54	51.0	57.0	4-8	4-8	4-8
5. Общий	81	24.54	51.0	57.0	-	-	1-6
6. Межобластной с креслами для сидения	68	24.54	51.0	57.0	-	-	1-6
7. Вагон-ресторан	-	21.39	56.0	-	1	1	-
8. Почтово-багажный	-	24.54	48.0	68.0	-	1-2	1-2

№№ вагонов	-	-	1/18	2/17	3/16	4/15	5/14	6/13	7/12	8/11	-	9/10	10/9	11/8	12/7	13/6	14/5	15/4	16/3	17/2	18/1
Род вагонов	П	Б	ПЛ	ПЛ	ПЛ	К	К	К	К	СВ	ВР	КР	К	К	К	ПЛ	ПЛ	ПЛ	ПЛ	ПЛ	ПЛ

Условные обозначения:

К – купейный вагон

ПЛ- плацкартный вагон

СВ – мягкий вагон с двухместным купе

ВР – вагон-ресторан

КР – купейный вагон с радиорубкой

ОБЛ – областной вагон с местами для сидения

П – почтовый вагон

Б – багажный вагон

Рисунок 1 – Пример схемы состава