

УДК 656.022.1 DOI: 10.31799/2077-5687-2022-2-97-104

## ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТА № 530 МЕТОДОМ ЗАМЕНЫ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

### В. А. Комагорова

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В данной статье рассматриваются основные показатели работы на социальном общественном маршруте  $N_2$  530 в городе Москва и его оптимизация в часы-пик на их основе методом замены подвижного состава. Поскольку автобусный транспорт является одним из наиболее важных составляющих транспортной сети мегаполиса, то разумным будет усовершенствование данного вида перевозки пассажиров. Данные о пассажиропотоке на рассматриваемом маршруте свидетельствуют о высоком спросе на выбранном направлении.

Ключевые слова: подвижной состав, маршрут, автобус, пассажирские перевозки, расписание.

#### Для цитирования:

Комагорова В. А. Оптимизация маршрута № 530 методом замены подвижного состава // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №2(32), ISSN 2077-5687. — СПб.: ГУАП., 2022 — с. 97—104. РИНЦ. DOI: 10.31799/2077-5687-2022-2-97-104.

# OPTIMIZATION OF ROUTE NO. 530 BY THE METHOD OF ROLLING STOCK REPLACEMENT

### V. A. Komagorova

St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

This article discusses the main performance indicators on the social public route No. 530 in the city of Moscow and its optimization based on them by the method of replacing rolling stock. Since bus transport is one of the most important components of the transport network of the metropolis, it would be reasonable to improve this type of passenger transportation. Data on passenger traffic on the route under consideration indicate a high demand for the chosen direction.

Keywords: rolling stock, route, bus, passenger traffic, schedule.

### For citation:

Komagorova V. A. Optimization of route no. 530 by the method of rolling stock replacement // Systems analysis and logistics: N2 (32), ISSN 2077-5687. — Russia, SaintPetersburg.: SUAI., 2022 — p. 97 — 104. DOI: 10.31799/2077-5687-2022-2-97-104.

## Введение

Маршрут является круговым (кольцевым), с одним контрольным пунктом - «Метро Братиславская». Маршрут №530 потерпел изменения в рамках общегородского запуска маршрутной сети «Магистраль» с 21 ноября 2021 года, ранее на нем имелось два контрольных пункта «Метро Текстильщики» и «ТЦ Москва» (серым цветом на рисунке 1).



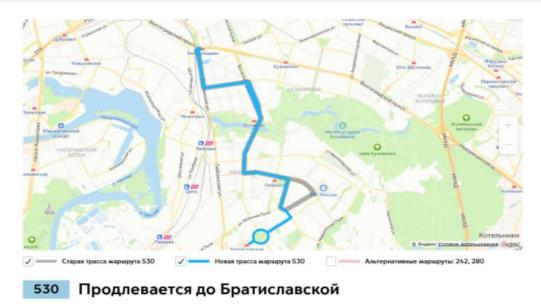


Рис. 1. Изменения трассы маршрута № 530

Данный маршрут проходит через такие районы как:

- Марьино;
- Люблино:
- Текстильщики;
- Кузьминки.

Численность населения за 2021 год в приведенных районах представлена в таблице 1. Таблица 1 – Численность населения в районах Москвы

Район	Население, человек
Марьино	251522
Люблино	170143
Текстильщики	103782
Кузьминки	144397
Всего:	669844

Статус самого большого района по численности населения имеет свои плюсы. Марьино значительно развито с точки зрения социальной и коммерческой инфраструктуры. Здесь находится 41 школа и 54 дошкольных учреждения. В шаговой доступности множество продуктовых и хозяйственных магазинов, несколько крупных торговых центров, рынков, парикмахерских, сервисов услуг, кафе, ресторанов. Транспорт в Марьино представлен двумя станциями метро «Марьино» и «Братиславская» и автобусной сетью [1].

Но не обходится и без минусов. Большая скученность, большое количество приезжих, много автотранспорта, конфликты, криминал — все это типично для Марьино. Кроме того, рядом располагаются крупнейшие рынки: Москва — в Люблино и Садовод — в Капотне, соседство с которыми не нравится жителям района [2].

На данном маршруте используется автобус модели ЛиАЗ 529265, вместимость которого 108 человек.



# Основные показатели работы на социальном общественном маршруте № 530 Время рейса определяется по формуле 1.

$$t_p = t_{\partial e} + n \times t_{op} + l_{ok} \tag{1}$$

tдв - время движения;

n - число промежуточных остановок на маршруте;

ton - время остановок для посадки и высадки пассажиров;

lok — время простоя автобуса в конечных пунктах маршрута.

Время движения автобуса можно представить отношением:

$$t_{\partial e} = \frac{l_M}{V_m \times \beta} \tag{2}$$

lм — длина маршрута;

Vm — техническая скорость автобуса;

β— коэффициент использования пробега (коэффициент использования пробега на городском автобусном транспорте обычно равен 0,95–0,98).

Время движения автобуса:

$$t_{\partial 6} = \frac{18,26}{31,6 \times 0.96} = 0,61 = 36 \text{мин}$$
(3)

Время одного рейса на маршруте №530 с учетом меж рейсового интервала:

$$t_p = 0.61 + 48 \times 0.014 + 0.33 = 1.61 = 1437$$
 muh (4)

Определение нулевого пробега для маршрута №530.

Траектория движения от парка до конечного пункта «Метро Братиславская» составляет 6км.



Рис. 2. Траектория движения от парка до конечного пункта «Метро Братиславская»

Время на нулевой пробег рассчитывается по формуле 5.

$$B_{_{HYN}} = \frac{\mathcal{I}_{_{HYN}}}{V_{_{m}}} \times 60 \tag{5}$$

 $\mathcal{A}_{HVI}$  — нулевой пробег, км;



$$B_{_{HYN}} = \frac{6}{31,6} \times 60 = 12(MUH) \tag{6}$$

Время работы маршруте определяется как разница окончания закрывающего рейса и время открывающего рейса ( $T_{M}$ )  $_{-}$  19 часов 15 минут.

Время работы в наряде учитывает время нулевых пробегов за вычетом времени, затрачиваемое водителем на обед и определяется по формуле 7.

$$T_H = T_M + B_{_{HVII}} + T_{_{ofee}} + T_{_{n3}} \tag{7}$$

 $T_{\text{обед}}$  - время, затрачиваемое на обед, ч;

 $T_{n3}$  - время, затрачиваемое на подготовительно-заключительные операции и медицинский осмотр, ч; принять 1 час.

$$T_H = 19,25 + 0,19 + 1,5 + 1 = 21,94 = 21$$
*yac* 57 *muh* (8)

Количество оборотных рейсов за день определяется по формуле 9.

$$N_{o\tilde{o}} = \frac{T_M}{t_{\tilde{o}}} \tag{9}$$

$$N_{o\delta} = \frac{19,25}{1,61} = 11,96 = 12 \tag{10}$$

Суточный пробег подвижного состава на маршруте:

$$L_{cvm} = l_M \times N_{o\delta} \times \beta_o \tag{11}$$

 $oldsymbol{eta_o}$  - коэффициент использования пробега за оборот, определяется по формуле 12.

$$\beta_o = \frac{l_M}{l_M + l_{MAN}} \tag{12}$$

$$\beta_o = \frac{18,26}{18,26+0,1} = 0,99 \tag{13}$$

 $l_{\text{ман}}$  - расстояние, которое проходит транспортное средство при маневрировании на конечных пунктах маршрута, принимают равным 100 м.

Суточный пробег подвижного состава на маршруте:

$$L_{cvm} = 18,26 \times 12 \times 0,99 = 217 \kappa M \tag{14}$$

Общий пробег транспортного средства определяется по формуле 15.

$$L_{o\delta u_{i}} = L_{cym} + \mathcal{A}_{Hyn} \times 2 \tag{15}$$

$$L_{oбщ} = 217 + 6 \times 2 = 229 \kappa M \tag{16}$$

Коэффициент использования пробега определяется по формуле 17.

$$\beta_{np} = \frac{L_{cym}}{L_{o\delta u}} \tag{17}$$

$$\beta_{np} = \frac{217}{229} = 0.95 \tag{18}$$

Списочное число автобусов ( $^{A_c}$ ) определяется по формуле 19.

$$A_{c} = \frac{A_{\phi}^{\text{\tiny MARC}}}{\alpha_{e}} \tag{19}$$

 $A_{\alpha B}^{\text{макс}}$  - фактическое число автобусов в часы пик, ед (взято из существующего расписания),

 $\alpha_{\rm B}$  - коэффициент выпуска, принять 0,8÷0,85.

$$A_c = \frac{4}{0,82} = 4,88 = 5e\partial \tag{20}$$

Провозная способность маршрута (суточная):

$$Q_M^{cym} = A_d^{\text{Marc}} \times q_{_H} \tag{21}$$

 $q_{\scriptscriptstyle 
m H}\,$  - номинальная вместимость выбранного типа (модели) автобуса, пасс.

$$Q_{M}^{cym} = 4 \times 108 = 432 nacc \tag{22}$$

Количество перевезенных пассажиров за сутки:

$$Q_{cym} = \frac{q_{_H} \times \gamma_{_H} \times V_{_T} \times T_{_M}}{l_{_{CD}}}$$
(23)

 $\gamma_{\rm H}$  - значение коэффициента наполнения (использования вместимости), принимается  $(0,2\div0,9);$ 

 $l_{
m cp}\,$  - средняя дальность поездки пассажира, км.

Средняя дальность поездки пассажира ( $^{l_{\rm cp}}$ ) определяется по формуле 24.

$$l_{cp} = 1, 2 + 0, 285 \times K_{n\pi} \times \sqrt{F}$$
 (24)

 ${\rm K_{\rm n.n.}}\,$  - коэффициент планировочной структуры города принимается 1,4;

F - площадь застроенной территории города, кв. км.

Площадь территории районов, представлена в таблице 3.



Таблица 3 – Площадь территории

Район	Площадь кв км
Марьино	11,98
Люблино	17,41
Текстильщики	5,91
Кузьминки	8,15
Всего	43,45

Средняя дальность поездки пассажира ( $^{l_{\rm cp}}$ ):

$$l_{cp} = 1, 2 + 0, 285 \times 1, 4 \times \sqrt{43, 45} = 10, 4 \kappa M$$
 (25)

Количество перевезенных пассажиров за сутки:

$$Q_{cym} = \frac{108 \times 0.9 \times 31.6 \times 19.25}{10.4} = 5686nacc$$
 (26)

За месяц:

$$Q_{MPC} = 30 \times Q_{CVM} \tag{27}$$

$$Q_{\text{Mec}} = 30 \times 5686 = 170580 nacc \tag{28}$$

Транспортная работа Р, пасс. \*км за рейс, сутки, месяц определяется по формуле 29.

$$P_{cvm} = Q_{cvm} \times l_{cp} \tag{29}$$

$$P_{cym} = 5685 \times 10, 4 = 57418, 5 nacckm$$
 (30)

$$P_{\text{Mec}} = Q_{\text{Mec}} \times l_{cp} \tag{31}$$

$$P_{\text{Mec}} = 170580 \times 10, 4 = 1722858 nacckm$$
 (32)

Пассажирооборот на один списочный автобус, пасс\*час:

$$Q = \gamma \times q \times \eta_{cM} \tag{33}$$

Коэффициент сменности пассажиров определяется по формуле 34.

$$\eta_{cM} = \frac{L_M}{l_{cp}} \tag{34}$$

$$\eta_{\rm CM} = \frac{18,26}{10,4} = 1,76 \tag{35}$$

Пассажирооборот на один списочный автобус, пасс\*час:

$$Q = 0.75 \times 108 \times 1.76 = 142.56 = 143$$
 naccy (36)

# Предложения для улучшения обслуживания социального общественного маршрута № 530

Рассмотрим предложения для оптимизации обслуживания социального общественного маршрута №530 методом замены подвижного состава.

Для улучшения обслуживания выбранного маршрута в часы-пик будут рассматриваться



два типа подвижного состава: ЛиАЗ 529265 и ЛиАЗ 6213.

Технические характеристики автобуса модели ЛиАЗ 529265 представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики ЛиАЗ 529265

Класс		Большой
Отечественный/импортн	ый	отечественный
Назначение		Город
Количество мест для сид	цения	28+1
Номинальная вместимос	ть, чел.	108
Двигатель		ЯМЗ 53633 SCR E5
Вид топлива		дизель
Тип транспортного сред	ства	BUS
Габаритные размеры, мм	Л	1199012410/2500/28802938
Модель		ЛиАЗ 529265
Мощность двигателя, л.с	Э.	276 кВт.
Количество пассажирски	их дверей	3
Тип кузова		низкопольный
Колесная база, мм		5960

Технические характеристики автобуса ЛиАЗ 621365 представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики автобуса ЛиАЗ 621365

<u> таолица 3 – технические характерис</u>	Таблица 5 — Технические характеристики автобуса ЛиАЗ 621365		
Тип кузова	Сочлененный, цельнометаллический,		
	низкопольный, вагонный, несущий		
Мин. радиус разворота, м	12,2		
Масса снаряженная/технически	15730/26700		
допустимая, кг			
Габаритные размеры (мм)	18040x2500x2880 / 18040x2500x3322		
Общее количество мест (в т. ч.	184 (37+1)		
посадочных)			
Емкость топливного бака/газовых	440 (2 бака по 220 л)		
баллонов, л			
Тормозная система	Пневматическая, двухконтурная, EBS с ABS		
Вентиляция	Естественная и принудительная		
Шины	275/70 R22,5		
База, мм	5960/60506330		
Тип	Дизельный двигатель		
Количество пассажирских дверей	4		
Нормы экологической безопасности	EURO-5		
Рабочий объем, л	6,65		
Мощность двигателя, кВт (л.с)/мин	228 (310) при 2300 мин-1		
Расположение двигателя	Заднее, продольное		
КПП	АКПП: ZF 6AP1400B (Ecolife)		
Максимальная скорость, км/ч	85-90		

Автобус низкопольного типа ЛиАЗ 6213 за свои характерные особенности получил в народе название «гармошка». В серию был запущен через три года после официальной презентации на автовыставке в Москве, в 2007 году [3].

В часы-пик для соответствия пассажиропотоку предлагается выбирать подвижное средство по пассажировместимости. Оптимальной моделью автобуса при повышенном спросе



является ЛиАЗ 6213.

Количество перевезенных пассажиров за один рейс с учетом измененного ТС, с вместимостью 184 пасс:

$$Q_p = 184 \times 1 \times 1,76 = 324 nacc \tag{37}$$

#### Заключение

Были проведены технико-эксплуатационные показатели социального маршрута № 530. Рассчитано время одного рейса с учетом меж рейсового интервала; определен нулевой пробег и его траектория, время работы наряда, количество оборотных рейсов наряда, провозная способность маршрута, средняя дальность поездки пассажира.

На основе рассчитанных данных были предложены варианты оптимизации выбранного маршрута методом замены подвижного состава.

Оптимальным транспортным средством для обслуживания маршрута в часы-пик является ЛиАЗ 6213, вместимость которого 184 пассажира.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Усовершенствование пассажирских перевозок на автобусе [Электронный ресурс]. URL: https://www.stud24.ru/transport/usovershenstvovanie-passazhirskih-perevozok-na-avtobuse/401108-1361619-page1.html (дата обращения: 18.05 2022г.)
- 2. Район Марьино [Электронный ресурс]. URL: https://regnum.ru/news/society/ 3392416.html (дата обращения: 18.05 2022г.)
- 3. ЛиАЗ 6213 автобус гармошка и его виды [Электронный ресурс]. URL: https://naperevoz.ru/transport/avtobusy/liaz-6213.html (дата обращения: 18.05 2022г.)

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

### Комагорова Виктория Алексеевна –

магистр кафедры системного анализа и логистики Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А E-mail: komagorova.victoriya@yandex.ru

## INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

## Komagorova Viktoriya Alekseevna -

Student of the department of system analysis and logistics Saint-Peterdburg State University of Aerospace Instrumentation 67, BolshayaMorskaia str. Saint-Petersburg,190000, Russia E-mail: komagorova.victoriya@yandex.ru