

# Логистика и управление транспортными системами

УДК 656.072

DOI: 10.14529/em210320

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВАРИАНТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОННЕЛЕЙ ЧЕЛЯБИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

*Н.К. Горяев, С.О. Бандурко, С.М. Резников*

*Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия*

В статье рассматривается проблема имеющихся тоннелей Челябинского метрополитена. Проведён анализ текущего состояния и рассмотрены различные варианты достройки метро и создания скоростного трамвая с использованием подземных тоннелей. Рассмотрены 7 вариантов завершения строительства тоннелей: консервация всех объектов строительства метрополитена для возможного использования в отдалённом будущем; строительство первой линии метрополитена полностью; строительство пускового участка из 4 станций; строительство изолированной системы из трех станций; соединение с трамвайной линией на Северо-Запад; соединение с трамвайной линией в Металлургический район; соединение с трамвайной линией в Металлургический район с добавлением связи с трамвайной линией на Северо-Запад. и с помощью разработанной мультимодальной транспортной макромоделли Челябинской агломерации, созданной с использованием программного обеспечения PTV VISUM, произведена оценка пассажиропотоков. Произведён расчёт технико-экономических показателей. Сделаны выводы о безальтернативности федерального финансирования завершения строительства объектов метрополитена и переход к эксплуатации в варианте подземного метрополитена или скоростного трамвая с подземными участками. Эффективность текущей эксплуатации любого из рассмотренных вариантов (операционная окупаемость) ввиду недостаточных пассажиропотоков, будет отрицательная.

**Ключевые слова:** муниципальные пассажирские перевозки, метрополитен, скоростной трамвай, эффективность.

### Введение

Строительство метрополитена в Челябинске начато в 1992 году. Согласно отчету Контрольно-счетной палаты Челябинской области в 2020 году Челябинский метрополитен является самым крупным объектом незавершенного строительства в Челябинской области. Сумма вложений в него по состоянию на 2020 год составила 9,46 млрд рублей [1].

Согласно перспективной схеме МУП «Челяб-метротранстрой» [2, 3] в Челябинске было запланировано строительство трех линий метрополитена (рис. 1).

По состоянию на 2020 год в Челябинске построены два изолированных и не связанных между собой подземных участка метрополитена. Первый участок: левый и правый перегонные тоннели от ствола № 251 до ствола № 253 и станция «Торговый центр», пройденные буровзрывным способом. Второй участок: объекты метродепо, правый перегонный тоннель от депо до ствола № 250, пройденный тоннелепроходческим комплексом Lovat RME 222 SE (приобретен в 2004 году) и станция «Комсомольская площадь», построенная открытым способом. В общей сложности построено 4000 м перегонных тоннелей (рис. 2).

### Теория

За последние 29 лет проект метрополитена, основа которого разработана в 1980-х годах, утратил свою актуальность и целесообразность по следующим причинам: наблюдается тенденция роста территории города, произошло смещение направлений пассажиропотоков в результате активной застройки окраин города (микрорайоны Чурилово, Академ-Риверсайд, Парковый, Парковый-2, Ньютон, Тополиная Аллея), а также строительства загородных микрорайонов в Сосновском районе (Белый Хутор, Вишневая Горка, Привилегия и др. в Кременкульском направлении); значительного сокращения рабочих мест на предприятиях Тракторозаводского района, таких как ООО «ЧТЗ-Уралтрак»; увеличение количества жителей Копейска, работающих и обучающихся в Челябинске и т. д. В результате строящийся метрополитен (особенно в виде только пускового участка) не представляет собой вид общественного транспорта, способного существенно разгрузить улично-дорожную сеть, увеличить скорость сообщения за счет внеуличного расположения, принять на себя основной пассажиропоток на самых загруженных направлениях движения общественного транспорта, и тем самым не удовлетворяет потребность в перевозке пассажиров [4–6].



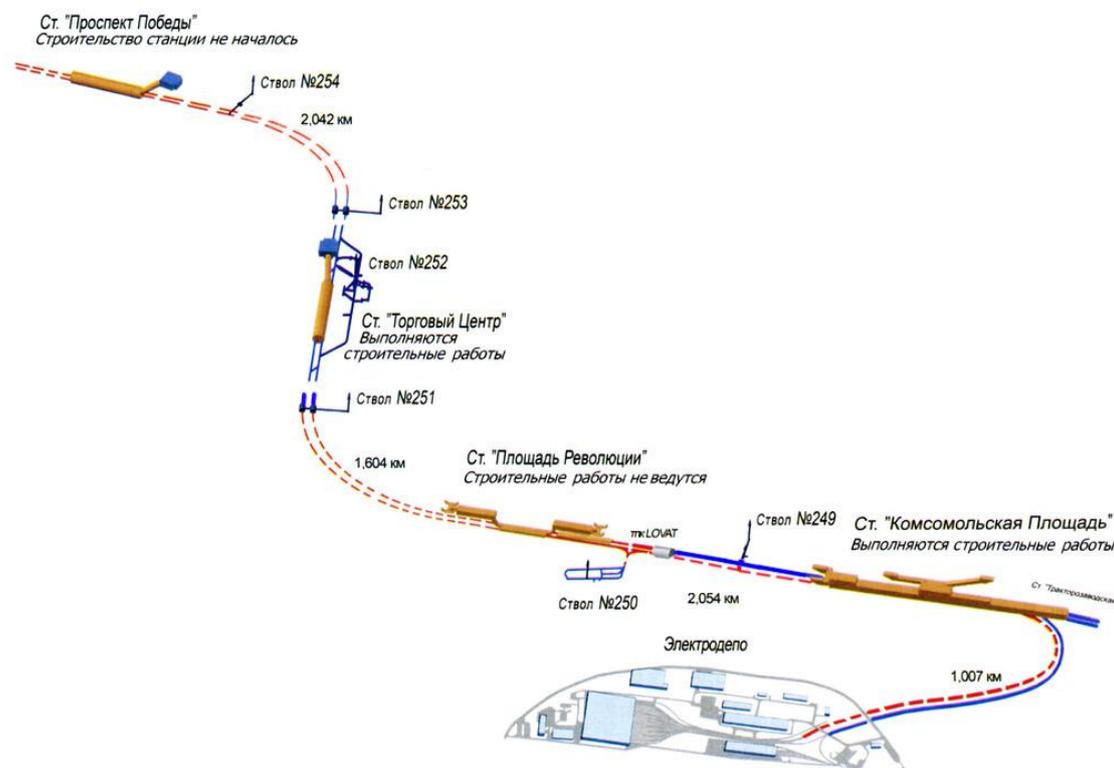


Рис. 2. Актуальное состояние объектов строительства

7. Соединение с трамвайной линией в Металлургический район с добавлением связи с трамвайной линией на Северо-Запад.

Сравнение вариантов проводилось с использованием мультимодальной транспортной макро-модели Челябинской агломерации, разработанной с использованием программного обеспечения PTV Visum [7]. Модель агломерации включала 525 транспортных районов и более двухсот тысяч отрезков и узлов сети.

### Исследование

Для каждого рассматриваемого варианта разрабатывалась версия модели с включением в неё трасс линий и остановочных пунктов. По результатам моделирования определялся пассажиропоток и его распределение (эпюры).

Пример эпюры пассажиропотока в утренний час пик по результатам моделирования с использованием PTV VISUM для первой линии метрополитена представлен на рис. 3.

Сравнение вариантов использования инфраструктуры строящегося метрополитена представлено на рис. 4.

### Обсуждение

Письмом № М-517 от 22.10.2020 г. МУП Управление строительства метрополитена и транспортных сооружений «ЧелябМетроТрансСтрой» Администрации города Челябинска сообщило, что выполненные оценки затрат на возможные

варианты использования инфраструктуры на основании объектов-аналогов взяты по самой минимальной стоимости и, в соответствии с утвержденными проектами и сметами строительства метрополитена в городе Челябинска, затраты будут выше. Соединение объектов строящегося метрополитена с линиями трамвая по любому из вариантов оценивается МУП «ЧелябМетроТрансСтрой» негативно.

В то же время варианты с использованием трамвая позволяют с минимальными затратами получить рабочий вариант системы скоростного пассажирского транспорта в г. Челябинске.

### Выводы

При отсутствии федерального финансирования завершения строительства объектов метрополитена и переход к эксплуатации в варианте подземного метрополитена или скоростного трамвая с подземными участками не представляется возможным. Эффективность текущей эксплуатации любого из рассмотренных вариантов (метро по проекту первого пускового этапа первой очереди; продление линии метро к объектам формирования более крупных пассажиропотоков; достройка первой линии метро полностью; соединение с линиями трамвая для перевода части пассажиропотоков в тоннельный участок) ввиду недостаточных пассажиропотоков, будет отрицательная.

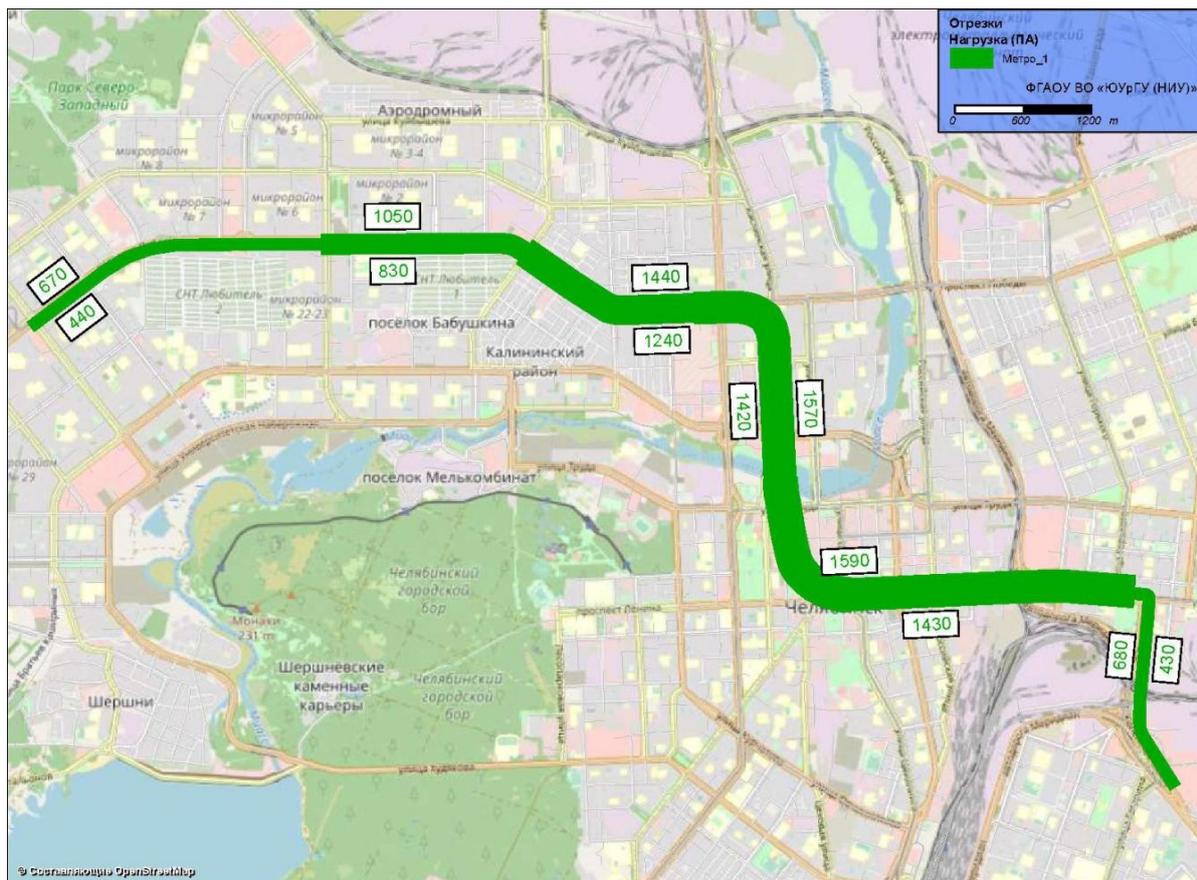


Рис. 3. Эпюра пассажиропотока линии метрополитена

|                                       | Консервация | Метрополитен одна линия | Метрополитен пусковой | 3 станции изолированно | Трамвай Северо-Запад | Трамвай ЧМЗ | Трамвай ЧМЗ + Северо-Запад |
|---------------------------------------|-------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-------------|----------------------------|
| Стоимость реализации, млрд. руб.      | 5,000       | 89,640                  | 55,094                | 34,078                 | 51,529               | 34,307      | 34,556                     |
| Затраты времени на строительство, лет | 2           | 5                       | 4                     | 3                      | 4                    | 4           | 4                          |
| Год начала эксплуатации               | 2023        | 2026                    | 2025                  | 2024                   | 2025                 | 2025        | 2025                       |
| Количество подземных станций          | 0           | 8                       | 4                     | 3                      | 4                    | 3           | 3                          |
| Тип применяемых вагонов               | -           | метропоезд              | метропоезд            | метро/трамвай          | трамвайные           | трамвайные  | трамвайные                 |
| Пассажиропоток, млн. пасс. в год      | 0           | 13                      | 2,5                   | 1                      | 3,2                  | 1,3         | 4,1                        |
| Выручка, млн. руб. в год              | 0           | 325                     | 63                    | 25                     | 80                   | 33          | 103                        |
| Затраты, млн. руб. в год              | 50          | 834                     | 458                   | 375                    | 549                  | 378         | 451                        |
| Субсидии бюджета, млн. руб. в год     | 50          | 509                     | 396                   | 350                    | 469                  | 346         | 349                        |
| *Субсидия в руб./1 поездку            | -           | 39                      | 158                   | 350                    | 147                  | 266         | 85                         |

При включении объектов инфраструктуры строящегося метрополитена элементом концессии на электротранспорт на 25 лет (2021-2046), без учета инфляции

|  |       |        |        |        |        |       |       |
|--|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| Затраты концессионера на этапе строительства, млн. руб. в год            | 2 500 | 17 928 | 13 774 | 11 359 | 12 882 | 8 577 | 8 639 |
| Затраты концессионера на этапе эксплуатации, млн. руб. в год             | 50    | 834    | 458    | 375    | 549    | 378   | 451   |
| * Средние затраты концессионера в пересчете на один год, млн. руб. в год | 246   | 4 253  | 2 588  | 1 693  | 2 522  | 1 690 | 1 761 |
| * Плановая убыточность линии (выручка – затраты), млн. руб. в год        | 246   | 3 928  | 2 526  | 1 668  | 2 442  | 1 657 | 1 659 |

Рис. 4. Сравнительный обзор вариантов использования инфраструктуры строящегося метрополитена в г. Челябинске

### Литература

1. Контрольно-счётная палата Челябинской области – [ksp74.ru/list.php?cat=audrep2020](http://ksp74.ru/list.php?cat=audrep2020) – дата обращения 21.08.2021.

2. МУП Управление строительства метрополитена и транспортных сооружений – <https://www.>

[rusprofile.ru/id/3267338](http://rusprofile.ru/id/3267338) – дата обращения 21.08.2021.

3. Усманов, И.А. МУП «Челябметротрансстрой» – 20 лет / И.А. Усманов // Метро и тоннели. – 2012. – № 5. – С. 8–10.

4. Цариков, А.А. Стратегия развития скорост-

ного транспорта в крупных и крупнейших городах России / А.А. Цариков, С.А. Ваксман // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния: материалы XXIV Международной (XXVII Екатеринбургской, II Минской) научно-практической конференции, Минск, 16–17 июня 2018 года. – Минск: Белорусский нац. техн. ун-т, 2018. – С. 97–104.

5. Меркушев, С.А. Трамвайные сети уральских региональных центров в меняющейся городской среде / С.А. Меркушев, А.В. Попов // Географический вестник. – 2017. – № 3(42). – С. 31–42. DOI: 10.17072/2079-7877-2017-3-31-42

6. Оценка перспективного пассажиропотока для первой очереди Челябинского метрополитена /

Н.К. Горяев, О.В. Гераскина, Д.С. Чикранова, В.Н. Смолин // Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации: сборник материалов Международной научной конференции, посвященной 60-летию Оренбургского государственного университета, Оренбург, 15–17 сентября 2015 года. – Оренбург: ООО ИПК Университет, 2015. – С. 86–89.

7. Моделирование транспортной ситуации с помощью пакета программ PTV Visum / А.А. Ставцева, М.Ю. Милина, М.С. Тарусова, В.В. Васильева // Современные материалы, техника и технология: сборник научных статей 9-й Международной научно-практической конференции. В 2-х т., Курск, 28 декабря 2019 года / отв. ред. А.А. Горохов. – Курск: Юго-Западный гос. ун-т, 2019. – С. 271–275.

**Горяев Николай Константинович**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автомобильного транспорта, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), goriaevnk@susu.ru.

**Бандурко Сергей Олегович**, аспирант кафедры автомобильного транспорта, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), sergey.bandurko@mygambler.ru.

**Резников Сергей Михайлович**, аспирант кафедры автомобильного транспорта, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), reznik74@mail.ru.

*Поступила в редакцию 15 августа 2021 г.*

DOI: 10.14529/em210320

## ESTIMATION OF THE EFFICIENCY FOR USING THE TUNNELS OF THE CHELYABINSK UNDERGROUND

**N.K. Goryaev, S.O. Bandurko, S.M. Reznikov**

*South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation*

The article deals with the problem of the existing tunnels of the Chelyabinsk underground. The analysis of its current state is carried out, various options for completing the metro and creating a light rail transit (LRT) using underground tunnels are considered. Seven options for completing the construction of tunnels are considered in the article: conservation of all underground construction objects for possible use in the distant future; complete construction of the first underground line; construction of a start-up line from 4 stations; construction of an isolated system of three stations; connection with the underground line to the Severo-Zapadny District; connection with the underground line to the Metallurgicheskyy District; connection with the underground line to the Metallurgicheskyy District with the addition of the connection with the underground line to the Severo-Zapadny District. With the help of the developed multimodal transport macromodel of the Chelyabinsk agglomeration, created using the PTV VISUM software, the passenger traffic is estimated. The calculation of technical and economic indicators is made. Conclusions have been drawn that there is no alternative to federal financing for the completion of the construction of underground railways and the transition to operation in the version of an underground metro or a high-speed tram with underground sections. The efficiency of the current operation of any of the considered options (operational payback) due to insufficient passenger traffic is considered to be negative.

**Keywords:** public transport, underground, light rail transit (LRT), efficiency.

### References

1. *Kontrol'no-schetnaya palata Chelyabinskoy oblasti* [The Chamber of Control and Accounts of the Chelyabinsk Region]. Available at: [ksp74.ru/list.php?cat=audrep2020](http://ksp74.ru/list.php?cat=audrep2020) (accessed: 21.08.2021).
2. *MUP Upravlenie stroitel'stva metropolitena i transportnykh sooruzheniy* [Municipal Unitary Enterprise "Administration for the Construction of Underground System and Transport Facilities"]. Available at: <https://www.rusprofile.ru/id/3267338> (accessed: 21.08.2021).
3. Usmanov I.A. [Municipal Unitary Enterprise "Chelyabmetrotransstroy" – 20 years]. *Metro i tonneli* [Metro and Tunnels], 2012, no. 5, pp. 8–10. (in Russ.)
4. Tsarikov A.A., Vaksman S.A. [Strategy for the Development of High-speed Transport in Major Cities and Metropolises of Russia]. *Sotsial'no-ekonomicheskie problemy razvitiya i funktsionirovaniya transportnykh sistem gorodov i zon ikh vliyaniya* [Socio-economic Problems of the Development and Functioning of Transport Systems of Cities and Zones of Their Influence]. Minsk, 2018, pp. 97–104. (in Russ.)
5. Merkushev S.A., Popov A.V. [Tram Networks of the Ural Regional Centers in a Changing Urban Environment]. *Geograficheskiy vestnik* [Geographical Bulletin], 2017, no. 3(42), pp. 31–42. (in Russ.) DOI 10.17072/2079-7877-2017-3-31-42
6. Goryaev N.K., Geraskina O.V., Chikranova D.S., Smolin V.N. [Assessment of Promising Passenger Traffic for the First Stage of the Chelyabinsk Metro]. *Nauka i obrazovanie: fundamental'nye osnovy, tekhnologii, innovatsii* [Science and Education: Fundamental Principles, Technologies, and Innovations]. Orenburg, 2015, pp. 86–89. (in Russ.)
7. Stavtseva A.A., Milina M.Yu., Tarusova M.S., Vasil'eva V.V. [Modelling the Transport Situation Using the PTV Visum Software Package]. *Sovremennyye materialy, tekhnika i tekhnologiya* [Modern Materials, Equipment and Technology]. Kursk, 2019, pp. 271–275. (in Russ.)

**Nikolay K. Goryaev**, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Department of Road Transport, South Ural State University, Chelyabinsk, [goriaevnk@susu.ru](mailto:goriaevnk@susu.ru)

**Sergey O. Bandurko**, postgraduate student, Department of Road Transport, South Ural State University, Chelyabinsk, [sergey.bandurko@myrambler.ru](mailto:sergey.bandurko@myrambler.ru)

**Sergey M. Reznikov**, postgraduate student, Department of Road Transport, South Ural State University, Chelyabinsk, [reznik74@mail.ru](mailto:reznik74@mail.ru)

Received August 15, 2021

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Горяев, Н.К. Оценка эффективности вариантов использования тоннелей Челябинского метрополитена / Н.К. Горяев, С.О. Бандурко, С.М. Резников // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2021. – Т. 15, № 3. – С. 190–195. DOI: 10.14529/em210320

### FOR CITATION

Goryaev N.K., Bandurko S.O., Reznikov S.M. Estimation of the Efficiency for Using the Tunnels of the Chelyabinsk Underground. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2021, vol. 15, no. 3, pp. 190–195. (in Russ.). DOI: 10.14529/em210320