

Картографическое обеспечение работы железнодорожных станций на примере наземного метрополитена

Т. А. Базарова¹, В. М. Ананьева¹, А. В. Яковлева¹, И. П. Кокорина^{1}*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация

* e-mail: irina@kokorina21.ru

Аннотация. В статье подчеркивается важность проблемы переноса инфраструктуры скоростного рельсового транспорта из зоны контакта с автодорогами ввиду роста автомобилизации в городах России. Приведено описание недостатков существующей транспортной сети, в целях обозначения необходимости введения нового для городов России вида транспорта – наземного метрополитена. Представлен анализ наиболее эффективных технических решений по созданию наземного метрополитена в крупных городах. Показана роль методов крупномасштабного картографирования в подробном геодезическом обосновании территории, которое необходимо при строительстве подземного метро. Описана сложность процесса строительства подземного метрополитена, с геодезической точки зрения. Проведена оценка рисков данного строительства. Сделан вывод о преимуществах создания наземного метрополитена. Предложена схема строительства участка будущего наземного метрополитена, созданная при помощи геоинформационных систем.

Ключевые слова: крупномасштабное картографирование, наземный метрополитен, подземный метрополитен, геоинформационные системы, геодезия

Large-Scale Mapping for the Purpose of Supporting the Functioning of the Surface Subway

T. A. Bazarova¹, V. M. Ananyeva¹, A. V. Yakovleva¹, I. P. Kokorina^{1}*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

* e-mail: irina@kokorina21.ru

Abstract. The article emphasizes the importance of the problem of transferring the infrastructure of high-speed rail transport from the zone of contact with highways due to the growth of motorization in Russian cities. A description of the shortcomings of the existing transport network is given in order to indicate the need to introduce a new type of transport for Russian cities – the ground metro. The analysis of the most effective technical solutions for the creation of a ground subway in large cities is presented. The role of large-scale mapping methods in the detailed geodetic justification of the territory, which is necessary for the construction of an underground subway, is shown. The complexity of the underground subway construction process is described from a geodesic point of view. An assessment of the risks of this construction was carried out. The conclusion is made about the advantages of creating a ground subway. A scheme for the construction of a section of the future ground metro, created with the help of geoinformation systems, is proposed.

Keywords: large-scale mapping, ground metro, underground metro, geoinformation systems, geodesy

Необходимость строительства альтернативных видов транспорта появилась в России относительно недавно. Главные причины – недостаточная пропускная способность автомобильных дорог и загруженность подземного метрополитена,

особенно в часы пик. Существующий наземный рельсовый транспорт в данном случае только усугубляет ситуацию.

С транспортной точки зрения такой проект неизбежно должен был появиться 15–20 лет назад, во время роста плотности населения в ближайших к МКАД (Московская кольцевая автомобильная дорога) пригородах: Балашихе, Щербинке, Подольске, Одинцово и других. К такому решению проблемы подводит опыт европейских столиц.

Во многих крупнейших городах Европы существуют три взаимосвязанных системы рельсового транспорта:

- метрополитен, обслуживающий внутригородские нужды;
- поезда, связывающие населенные пункты региона между собой;
- пригородное метро, связывающее центр города с пригородами на расстоянии 20–30 км.

Метрополитен – городская внеуличная железная дорога, используемая для массовых скоростных перевозок пассажиров. Линии метрополитена могут быть подземными (в тоннелях под землей) и наземными (на эстакадах).

В настоящее время из-за сложной застройки некоторых районов, в крупных городах России используется только один вид линий метрополитена – подземные линии. Лишь в некоторых случаях подземные линии метро выходят на поверхность (на эстакады).

Стоимость строительства линии подземного метрополитена зависит от условий окружающей среды и применяемых технологий строительства. Средняя стоимость строительства линии метро в Москве составляет 900 млрд. рублей, а срок строительства от 5 до 6 лет [2].

Наземное (легкое) метро – это вид регулярного скоростного внеуличного рельсового городского транспорта. По своим характеристикам занимает промежуточное положение между классическим метрополитеном и легкорельсовым транспортом.

Линии легкого метро располагаются на поверхности или на эстакадах, иногда имеют небольшие тоннельные участки. Линии наземного метрополитена часто являются вспомогательным путем сообщения. Пути сообщения такого метрополитена обычно направлены к месту остановок других, более крупных видов транспорта (вокзалам, аэропортам, станциям обычного метрополитена) и лишь в небольших городах составляют основу городской транспортной системы. Объем пассажиропотока линии легкого метро составляет от 6–20 до 20–30 тыс. человек в час в одном направлении.

Геоинформационные системы (ГИС) являются основным инструментом для работ по созданию, управлению или анализу геопространственных данных в различных сферах. Инструменты ГИС используются в сферах охраны природы, архитектуры и градостроительства, лесного, сельского и водного хозяйства, земельного кадастра, а также транспорта и логистики.

Основным объектом картографирования является транспортно-географическая система. Она включает в себя транспортные узлы, потоки и транспортно-географические отношения.

Аспектами картографирования транспорта любой территории являются:

1) транспортная инфраструктура (сеть и узлы, средства сообщения и предприятия, обслуживающие их);

2) выполняемая транспортом работа по перевозке грузов и пассажиров.

Причем эти аспекты могут быть отображены как в общетранспортном плане (сразу для всех видов транспорта), так и в отраслевом (для каждого отдельного вида транспорта).

При составлении карт транспорта используются: общетранспортные, отраслевые и узкоотраслевые карты.

Основные картографируемые показатели работы транспорта:

- объем перевезенных грузов;
- объем пассажироперевозок;
- грузо- и пассажиропотоки;
- средняя дальность перевозок;
- себестоимость и скорость транспортировки [1].

При проектировании дорог геоинформационные системы применяются для выбора наилучшего из возможных коридоров варьирования проектируемой трассы с учетом существующей цифровой модели местности (ЦММ).

Карты пассажиропотоков отображают количество пассажиров, перевозимых за определенный промежуток времени (по статистике, московский метрополитен за год перевозит 2560,4 млн. пассажиров) и характеризуют нагрузку различных участков транспортных линий.

Геодезия является основой расчета точности плановой инженерной геодезической сети. Государственные сети геодезического планового обоснования дополняются сетями сгущения, представленными полигонометрией и триангуляцией 1 и 2 разрядов [2].

В дальнейшем, для геодезического обоснования городской территории, сети триангуляции 2 и 3 классов дополняются пунктами триангуляции 3, 4 классов и триангуляции 1 и 2 разряда, входящими в системы треугольников. Оценка точности уравниваемых значений в этом способе затруднена. Веса уравниваемых высот узловых точек можно найти способом эквивалентной замены, или способом приближений. Станции метрополитена располагаются, как правило, на прямых участках пути и строятся открытым и закрытым способами [3].

При строительстве станций открытым способом вблизи будущего котлована, за границами возможных деформаций прокладывают основную полигонометрию и передают высоты на установленные реперы. С пунктов полигонометрии производят разбивку основных осей станции, которые закрепляют в котловане. В нескольких местах в котлован передают высоты с поверхности. Иногда оси и высоты в котловане закрепляют на свайном или шпунтовом ограждении. От осей и высот производят монтаж сборных железобетонных конструкций станционных тоннелей.

Следует иметь в виду, что в процессе строительства оси и высоты в котлован приходится передавать неоднократно в целях корректировки их положения, на

случай возможных деформаций дна котлована и его крепления. При установке конструкций (стеновых блоков, колонн, фундаментов) используют методы створных измерений и боковое нивелирование.

В ходе исследования была построена схемы строительства участка наземного метрополитена на территории г. Новосибирск (рисунок). Программное обеспечение, используемое для создания схемы – ГИС MapInfo.



Схема строительства участка наземного метрополитена

Выполним сравнение двух видов метрополитена – наземного и подземного.

Не каждый район города подходит для строительства подземного метрополитена. Во многих районах под землей располагаются каналы, трубы водопровода, канализации, подземные озера и т. д. Все эти факторы ограничивают возможность строительства подземных тоннелей метро.

Строительство наземных станций и перегонов железных дорог обходится дешевле и занимает меньше времени по сравнению с подземными станциями.

Такое строительство также является экономически выгодным. В 2019 году представитель департамента транспорта Московской области заявил, что для строительства первых двух линий (Одинцово – Лобня и Нахабино – Подольск) потребуется всего порядка 40 млрд. руб., что значительно меньше, чем для строительства таких же линий под землей [4].

Наземный метрополитен имеет такие преимущества, как:

- 1) быстрота передвижения, ввиду отсутствия пробок;
- 2) экономическая выгода при строительстве (в сравнении с подземным метрополитеном);
- 3) относительная простота проектирования (проектирование подземных линий метрополитена требует гораздо большего количества маркшейдерских и геодезических работ, а вследствие имеет большой риск ошибок при проектировке).

В данное время, подземный метрополитен уже существует во многих городах, а наземный метрополитен пока лишь в планах строительства.

Еще одно преимущество наземного метрополитена, с туристической точки зрения, заключается в том, что подземное метро не позволяет туристу ознакомиться с городом, его историей, насладиться видами.

На данный момент в столице Российской Федерации уже планируется строительство наземного метрополитена по станциям МЦК «Крымская» через станцию «Академическая» Калужско-Рижской линии. Эта линия пересечется с Большой кольцевой линией (БКЛ) на «Улице Новаторов» и дойдет до Новой Москвы.

Таким образом, в ходе исследования–рассмотрены наиболее эффективные технические решения по созданию наземного метрополитена в крупнейших городах Российской Федерации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прохорова Е. А. Социально-экономические карты [Текст]: Учебное пособие / Е.А. Прохорова. – М. : КДУ, 2010. – 424 с.
2. Левчук Г. П. Прикладная геодезия. Геодезические работы при изысканиях и строительстве инженерных сооружений. [Текст]: Учебник для вузов / Г. П. Левчук, В. Е. Новак, Н. Н. Лебедев. – М. Недра, 1983. – 400 с.
3. Левчук Г.П., Новак В.Е., Лебедев Н.Н., Прикладная геодезия. Геодезические работы при изысканиях и строительстве инженерных сооружений. [Текст]: Учебник для вузов / Г.П. Левчук. – М. Недра, 1983, 400 с.
4. Министерство транспорта и дорожной инфраструктуры Московской области [Электронный ресурс] / Пресс-служба. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://mtdi.mosreg.ru/>

© Т. А. Базарова, В. М. Ананьева, А. В. Яковлева, И. П. Кокорина, 2022