

Мадимарова Г.С.,
Сулейменова Д.Н.,
Жантуева Ш.А.

**Современные методы
геодезического обеспечения
строительства
железнодорожных путей**

В данной статье освещены вопросы производства геодезических работ при расширении станции «Кайратколь». По полученному топографическому плану была запроектирована строительная сеть, составлена схема вертикальной планировки строительного участка, составлен план разбивочных работ, определена точность геодезических разбивочных работ. Геодезический контроль при строительстве железнодорожных путей является одним из основных и наиболее массовых видов инженерно-геодезической деятельности в процессе строительства. Геодезическая работа должна обеспечить полную сборность сооружения, т.е. строгое сопряжение всех его частей в соответствии с проектом. Путем повышения точности геодезических измерений и их эффективности является использование спутниковых методов измерений наряду с традиционными геодезическими приборами и методиками. Выполнено исследование комплекса инженерно-геодезических работ при строительстве железнодорожной станции «Кайратколь». Усовершенствована методика геодезического контроля и метода GPS-измерений. Обработка материалов полевых съемок выполнена с применением современных компьютерных программ CREDO, Топоплан и AutoCAD. В результате проделанной работы был получен цифровой план местности масштаба 1:500.

Ключевые слова: репер, тахеометр, геодезическая съемка, разбивка, производство геодезических работ, топографический план, строительная сетка.

Madimarova G.S.,
Suleimenova D.N.,
Zhantyeva Sh.A.

**Modern methods of
the geodetic support at
expansion of railways**

This article is devoted to issues of geodetic works' performance at expansion of the "Kairatkol" station. Based on the obtained topographical plan, the construction network, the scheme of the vertical layout of the construction site, the plan location survey was designed, and the accuracy of geodetic location surveys to this site were examined. The geodetic control at the construction of railway tracks is one of the main and most massive types of engineering and geodetic activities in the course of a construction. The geodetic work shall provide a complete build-up of the construction site, i.e. strict connection of all its parts according to the project. The accuracy of geodetic measurements and their efficiency is increased by the use of satellite methods of measurements along with traditional geodetic devices and methods. The research of the site of engineering geodetic works at construction of a railway station of Kairatkol. The technique of geodetic control and the GPS method – measurements is enhanced. Processing of results of field surveys, it was processed using modern computer programs of CREDO Topoplan and AutoCAD. As a result of performed work, the digital site plan of scale 1:500 was obtained.

Key words: reference point, tacheometer, geodetic survey, breakdown, performance of geodetic works, topographical plan, construction grid.

Мадимарова Г.С.,
Сулейменова Д.Н.,
Жантуева Ш.А.

**Теміржол салуда заманауи
әдістермен геодезиялық
қамтамасыздандыру**

Мақалада «Қайратколь» бекетін кеңейтуде жүргізілетін геодезиялық жұмыстардың түрлері мен жолдары қарастырылған. Алынған топографиялық жоспар бойынша құрылыс торлары жобаланып, құрылыс алаңының тік жобалануының сұлбасы құрастырылды және бөлу жұмыстарының жоспары құрылып, геодезиялық бөлу жұмыстарының дәлдігі зерделенді. Темір жол құрылысындағы геодезиялық бақылаулар құрылыс үрдеcінде инженерлік-геодезиялық қызметтің негізгі және кеңінен тараған түрі болып саналады. Геодезиялық жұмыстар имараттардың толық жиналуын, яғни жобаға сәйкес оның барлық бөліктерін қатаң түрде жұптастыруды қамтамасыз ету керек. Геодезиялық өлшемдер дәлдігінің жоғарылау жолдары және олардың тиімділігі болып өлшеудің жерсеріктік тәсілдерін пайдаланумен қатар дәстүрлі геодезиялық аспаптар мен тәсілдер болып табылады. «Қайраткөл» теміржол бекетін салудағы инженерлік-геодезиялық жұмыстар кешені зерттеулері орындалды. Геодезиялық бақылаулар әдістерін жаңарту және GPS өлшеу тәсілдер. Далалық түсірістердің мәліметтерін өңдеу, Топографиялық жоспар заманауи компьютерлік CREDO және AutoCAD бағдарламаларды қолдануымен өңделді. Жасалынған жұмыс нәтижесінде жергілікті жердің 1:500 масштабтағы сандық жоспары алынды.

Түйін сөздер: репер, тахеометр, геодезиялық түсіріс, бөлу, геодезиялық жұмыстарды жүргізу, топографиялық жоспар, құрылыс торлары.

**СОВРЕМЕННЫЕ
МЕТОДЫ
ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ
ПУТЕЙ**

Введение

Отечественная железнодорожная отрасль имеет вековую историю. На протяжении этого периода она обеспечивала и продолжает выполнять важные государственные задачи по осуществлению пассажирских и грузовых перевозок не только на территории страны, но и за ее пределами. Развитие железных дорог – прорывной проект государственного масштаба. Так, общий объем погрузки грузов вырос на 9 процентов (119,3 млн тонн), а объем перевозки грузов – на 8 процентов (134,9 млн тонн) [1].

В последние годы железнодорожный транспорт обеспечивает потребность растущей экономики страны в основном за счет избыточности провозной способности участков и резервов подвижного состава, которые в настоящее время практически исчерпаны. В результате проведенного анализа рынка грузовых перевозок с учетом реализуемых в рамках Стратегии индустриально-инновационного развития проектов, создания новых и расширения существующих производств, определено, что в следующие 10 лет спрос на услуги по перевозке грузов практически удвоится по отношению к уровню 2007 года.

Исходные данные и методы исследования

Разработан проект «Расширение железнодорожной станции Кайратколь». [2] Проектом предусматривается укладка дополнительных двух путей, удлинение существующих путей с переустройством сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) и электрификацией, реконструкция существующего поста электрической централизацией (ЭЦ), строительство пункта контрольно-технического осмотра вагонов с водоснабжением, канализацией, отоплением от встроенных котельных на угле, телефонизацией, охранно-пожарной сигнализацией. В рамках данного проекта [2] выполнен топоплан, на котором запроектированы опорные сети с целью производства разбивочных работ.

Для определения координат и высотных отметок реперов использовались современные GPS-приемники. Два приемника,

выступающих в качестве базовых станций, были установлены на пунктах с известными координатами. В это время при помощи подвижного приемника–ровера были произведены измерения в статическом режиме на каждом из заложенных реперов [3].

Впоследствии в камеральных условиях было произведено уравнивание измерений, в результате чего были получены искомые координаты и высоты. Реперы закладывались с учетом максимального удобства при выполнении разбивочных и других топографо-геодезических работ, в местах, удобных для угловых измерений с видимостью на смежные пункты и обеспечивающих их сохранность и устойчивость [4].

Результаты и обсуждение

Все работы были выполнены с необходимым качеством и в оговоренные сроки, с учетом всех действующих нормативных документов и правил. В результате заказчику был предоставлен технический отчет, включающий в себя пояснительную записку, общие сведения об объекте, ситуационный план подстанции, перечень объектов подстанции, экспликацию к плану подстанции. Также к отчету прилагались топографический план в масштабе 1:500, ведомость координат и схема расположения грунтовых реперов. [6]

Опорная сеть на стадии изысканий проектировалась с учетом ее последующего использования при геодезическом обеспечении строительства и эксплуатации подстанции. Высотная отметка и координаты каждого из реперов были получены не менее чем от двух грунтовых реперов.

Существует ряд системных проблем, которые оказывают негативное влияние на способность соответствовать темпам роста экономики страны. Имеется в виду физическое и моральное старение технических средств, большую протя-

женность участков с пропущенным тоннажем, убыточность пассажирских перевозок и их перекрестное субсидирование, отсутствие отечественной базы транспортного машиностроения и ориентированность на устаревшую технику сервисной инфраструктуры обслуживания и ремонта.

Имеются недостатки в работе железнодорожного транспорта, следует отметить: они не касаются основных качественных показателей работы, однако косвенно влияют на производительность в отрасли. К примеру, за полгода не удалось снизить среднюю продолжительность простоя вагона под одной грузовой операцией, что, в первую очередь, зависит от грузоотправителей и негативно сказывается на обороте вагонов и, как следствие, приводит к необходимости изыскания дополнительного рабочего парка в условиях дефицита вагонов. Для сохранения технологической устойчивости железнодорожного транспорта в ситуации продолжающегося роста спроса на перевозки отрасли нужны инвестиции.

Геодезический контроль при строительстве железнодорожных путей являются одним из основных и наиболее массовых видов инженерно-геодезической деятельности в процессе строительства. Геодезические работы должны обеспечить полную сборность сооружения, т.е. строгое сопряжение всех его частей в соответствии с проектом.

Путем повышения точности геодезических измерений и их эффективности является использование спутниковых методов измерений наряду с традиционными геодезическими приборами и методами.

Геодезическая съемка, разбивка и вынос объектов в натуру выполнялись при помощи современных электронных тахеометров в режиме измерения углов и расстояний от заложенных пунктов опорной геодезической сети.

Основные технические параметры подъездного ж.д. пути приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические параметры [2].

Наименование параметров	Ед.из.	Проектные данные параметров
Категория по СНиП 2.05.07-91*	категория.	II
Полезная длина приемо-отправочных путей	М	1050
Наибольший уклон	‰	2,0
Ширина земляного полотна	М	7,6
Тип рельса	тип	Р-65

Продолжение таблицы 1

Наименование параметров	Ед.из.	Проектные данные параметров
Тип шпал	тип	ж.б.
Количество шпал/км: на прямой на кривой	шт/км шт/км	1840 2000
Род балласта	род	щебеночный / песчаный
Толщина балластного слоя под шпалой	см	30 / 20
Ширина балластной призмы по верху	М	3,45
Стрелочный перевод	марка, тип	1/11; 1/9, Р-65

Существующее положение. В восьмидесятих годах прошлого века по титулу «Южно-Казахстанская ГРЭС» была построена ст. Кайратколь.

На станции было 2 главных и 5 приемо-отправочных путей с полезной длиной 850м. Все пути были электрифицированы. Однако, в связи с тем, что ГРЭС не построена, в девяностых годах по планам оптимизации на этой станции разобраны 3 приемо-отправочных пути. Кроме того, на станции имеются здания поста ЭЦ и в каждой горловине по будке чистильщиков стрелок, пришедшие в негодность.

Проектные решения. В связи с поставками угля на Балхашскую ТЭС на станции Кайратколь необходимо уложить дополнительно два приемо-отправочных пути (№3 и №7) и удлинить существующие пути до полезной длины 1050 м [6].

Удлинение путей производится с четной стороны т.к. в четной горловине расположен железнодорожный путепровод. При проектировании съездов учтено размещение существующих опор контактной сети, поэтому расстояние между стрелками №7 и 9 нестандартное.

Так как полезная длина путей на участке Шу-Астана 1050м на станции Кайратколь предусмотрено увеличение емкости путей до 70 полувагонов.

Отсыпка земельного полотна производится только на участках удлинения путей.

Для укладки пути применяются новые рельсы Р-65 на железобетонных шпалах, стрелочные переводы новые Р-65 М 1/11, 1/9.

Все стрелочные переводы включаются в электрическую централизацию.

Для обслуживания стрелок в обеих горловинах предусмотрено строительство будок чистильщиков стрелок и пункта обогрева в районе стрелки примыкания объездного пути к существующему подъездному пути.

Существующие пути №4, 6 уложены рельсами Р-50 на деревянных шпалах. Проектом предусматривается замена рельс Р-50 на рельсы Р-65 с укладкой на железобетонных шпалах.

Основные планировочные решения. Генеральный план станции «Кайратколь» разработан на основании плана путевого развития. Характерной особенностью строительной площадки является наличие существующей застройки и инженерных коммуникаций.

На отведенном земельном участке предусматривается строительство:

- пункта контрольно-технического обслуживания вагонов;
- пассажирской платформы;
- пунктов обогрева;
- компрессорной станции контейнерного типа;
- водопроводной насосной станции;
- резервуара питьевой воды;
- противопожарных резервуаров;
- пруда-накопителя.

Вертикальная планировка проектируемой площадки решена в увязке с рельефом местности, архитектурно-планировочными решениями, отметками головки рельса и организацией водоотвода.

Отвод поверхностных вод с проезжей части дорог запроектирован открытым способом. В таблице 2 приведены «Основные показатели» озеленение территории предусмотрено рядовой посадкой деревьев лиственных пород, рядового кустарника и устройством газонов обыкновенных с посевом многолетних трав.

На основе комплекса изысканий материалы графических, технических и экономических документов, обосновывающие возможность и целесообразность строительства в заданном районе. На основе методов возведения и стоимостных показателей, выполняется проектирование сооружения.

Таблица 2 – Основные показатели по генплану [6].

Наименование показателя	Ед.изм.	Величина показателя
1. Площадь территории в пределах ограждения	га	0,48
2. Площадь застройки	га	0,11
3. Площадь покрытия	га	0,55
4. Площадь озеленения	м ²	1550

Исследовалось состав, состояние и свойства грунтов, геологические и инженерно-геологические процессы.

Для выполнения топографических съемок и разбивочных работ на стадии строительства, необходимо на данном участке иметь геодезическую разбивочную сеть. Опорная разбивочная сеть – это система закрепленных точек земной поверхности, положение которых определено в общей для них системе геодезических координат.

Как правило, пункты опорных разбивочных сетей закрепляют подземными центрами, такими же, как и пункты государственных сетей. Так как расстояния между этими пунктами сравнительно небольшие, оформление их наружными знаками не требуется. Для создания разбивочной сети на данном объекте использовались два приемника,

выступающих в качестве базовых станций, были установлены на пунктах с известными координатами (рисунок 1). В это время при помощи подвижного приемника – ровера были произведены измерения в статическом режиме на каждом из заложенных реперов.

Статикой наблюдения выполнялось 30 мин на точке.

Точность данного метода составляет:

- 1) в плане: $\pm 3 \text{ мм} + 1 \text{ мм/км}$;
- 2) по высоте: $\pm 5 \text{ мм} + 1 \text{ мм/км}$.

При измерениях статикой выбирается база, относительно которой работает приемник – ровер. В районе местности ранее никаких GPS измерений не производилось, поэтому было необходимо запланировать измерения на пунктах местных геодезических сетей.

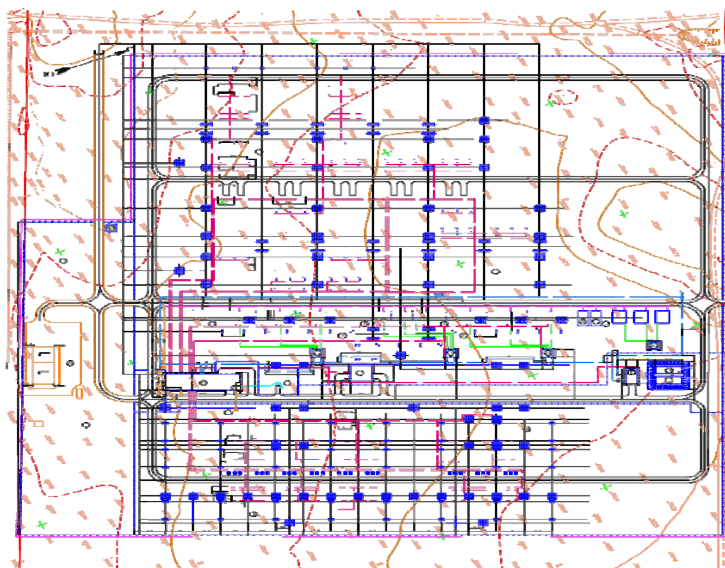


Рисунок 1 – Разбивочный план станции Кайратколь

База устанавливалась на пункте триангуляции I, координаты которого нам известно. Ровер

устанавливался на подготовленных заранее грунтовых реперов. Все измерения проводилось

«лучевым» методом. Координаты любого пункта в этом случае будут вычисляться по отношению к неподвижной базовой станции.

Оценка полученных результатов выполнялось не только по совокупности ряда критериев – времени наблюдения, значения GDOP, качеству приема радиосигналов, по разрешению или не разрешению однозначности. С целью

выявления грубых ошибок были выполнены контрольные измерения. При этом необходимо, чтобы они работали одновременно. В конечном результате, получена сеть, измеренная с необходимой избыточностью. Данные записывались, а затем обрабатывались.

Грунтовые репера закладывались в тех местах, где была минимальная угроза их утраты.

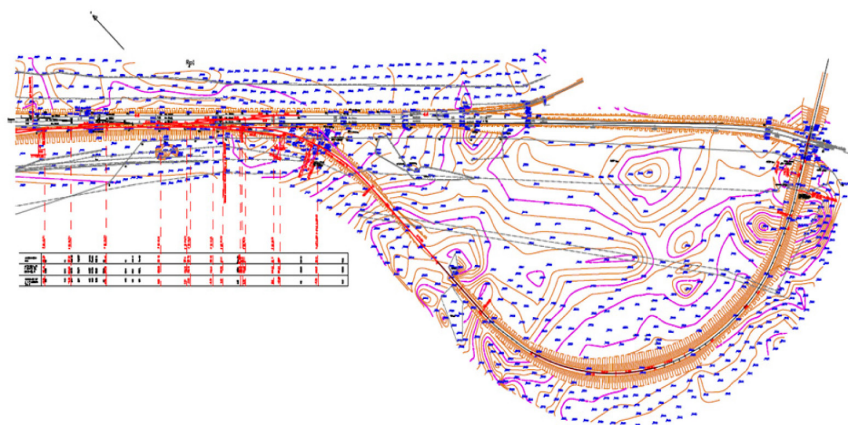


Рисунок 2 – Полученный топографический план местности

Выводы

После всех видов работ по съемке, улучшению участков трассы, камеральной обработке полученные данные, в том числе и топографический план М 1:500 в соответствии с рисунком 2 были переданы в проектную организацию для составления генерального плана

Методики геодезического контроля, при строительстве расширения станции с использованием GPS технологий позволяет увеличить точность геодезических работ и производительность труда.

Геодезические и разбивочные работы, современные методы топографических съемок железных дорог, методики геодезического контроля при строительстве железнодорожных путей, обеспечивающие проектное положение и размеры, как всего сооружения, так и отдельных его частей, ведутся в течение всего периода строительства железнодорожных станций. Реперная система контроля железнодорожного пути в профиле и плане и разбивочные работы должна обеспечивать собираемость конструкций.

Литература

- 1 Развитие железных дорог – прорывной проект государственного масштаба. [Электронный ресурс] www.railways.kz/
- 2 Рабочий проект «Расширение железнодорожной станции Кайратколь». Проектный институт транспорта и коммуникации «INTRANSCOM».
- 3 Инженерная геодезия (с основами геоинформатики): Учебник для студ. вузов ж.-д. трансп. / под общ. ред. С. И. Матвеева. – М.: ГОУ «УМЦ ЖД», 2007. – 554 с.
- 4 Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS. ГКИНП (ОНТА)-02-262-02, ЦНИИГАиК, 2002 г
- 5 Инженерная геодезия: учеб. для студ. негеодез. вузов / под ред. проф. Д. Ш. Михелева. – М.: АКАДЕМА, 2004. – 456 с.
- 6 РАБОЧИЙ ПРОЕКТ. Паспорт проекта. 10764-П. – Алматы – Т. 4. -2007. – 30 с.
- 7 Земцова А.В. Высшая геодезия: Учебное пособие. – Алматы: КазНТУ, 2008. – 96 с.
- 8 Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Картгеоцентр, 2004. — 355 с.
- 9 Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS. / ГКИНП (ОНТА)-02-262-02, ЦНИИГАиК, 2002. – 70 с.

- 10 Дементьев В.Е. Современная геодезическая техника и ее применение. – М.: Академический Проект, 2008. – 591 с.
- 11 Руководство по расчёту точности геодезических работ в промышленном строительстве. – М.: Недра, – 55 с.
- 12 Практикум по прикладной геодезии. Геодезическое обеспечение строительства и эксплуатации инженерных сооружений. Учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1983. – 368 с.
- 13 Жуков А.М., Пеньков А.А., Чешева В.И. Проектирование железных дорог в Geonics жездор на базовой платформе AutoCAD CIVIL 3D // Гео Профи – №4. – 2009 – С. 26-30.
- 14 Геодезические работы в строительстве. СНиП 3.01.03-84. – М.: Издательство: Гос. предпр. – Центр проектной продукции массового применения, 2007. – 27 с.
- 15 Авакян В. В. Геодезическое обеспечение гражданского строительства. Учебное пособие. – М.: Репрография, 2008 – 90 с.
- 16 Общий курс и правила технической эксплуатации железных дорог. Учебник для учащихся техникумов ж-д.транспорт / под редакцией Хацкелевич М.Н.. – М.:Транспорт, 1983– 368 с.

References

- 1 Razvitie zheleznyh dorogo – proryvnoj proekt gosudarstvennogo masshtaba. [Elektronnyj resurs] shhshhshh//railshhays.kz/
- 2 Rabochij proekt «Rasshirenie zheleznodorozhnoj stancii Kajratkol'». Proektnyj institut transporta i kommunikacii «IN-TRANSCOM».
- 3 Inzhenernaja geodezija (s osnovami geoinformatiki): Uchebnik dlja stud. vuzov zh.-d. transp. / pod obshh. red. S. I. Matveeva. – М.: GOU «UMC ZhD», 2007. – 554 s.
- 4 Instrukcija po razvitiju s#emchnogo obosnovanija i s#emke situacii i rel'efa s primeneniem global'nyh navigacionnyh sputnikovyh sistem GLONASS i GPS. GKNP (ONTA)-02-262-02, CNIIGAiK, 2002 g
- 5 Inzhenernaja geodezija: ucheb. dlja stud. negeodez. vuzov / pod red. prof. D. Sh. Miheleva. – М. : ASADEMA, 2004. – 456 s.
- 6 RABOCHIJ PROEKT. Pasport proekta. 10764-P. – Almaty. – Т. 4. – 2007. – 30 S.
- 7 Zemcova A.V. Vysshaja geodezija: Uchebnoe posobie. – Almaty: KazNTU, 2008. – 96 s.
- 8 Genike A.A., Pobedinskij G.G. Global'nye sputnikovye sistemy opredelenija mestopolozhenija i ih primenenie v geodezii. – 2-e izd., pererab. i dop. – М. : Kartgeocentr, 2004. – 355 s.
- 9 Instrukcija po razvitiju s#emchnogo obosnovanija i s#emke situacii i rel'efa s primeneniem global'nyh navigacionnyh sputnikovyh sistem GLONASS i GPS. / GKNP (ONTA)-02-262-02, CNIIGAiK, 2002. – 70 s.
- 10 Dement'ev V.E. Sovremennaja geodezicheskaja tehnika i ee primenenie. – М.Ю: Akademicheskij Proekt, 2008. – 591 s.
- 11 Rukovodstvo po raschjotu tochnosti geodezicheskijh rabot v promyshlennom stroitel'stve. – М.: Nedra, – 55 s.
- 12 Praktikum po prikladnoj geodezii. Geodezicheskoe obespechenie stroitel'stva i jekspluatcii inzhenernyh sooruzhenij. Uchebnoe posobie dlja vuzov. – М.: Nedra, 1983. – 368 s.
- 13 Zhukov A.M., Pen'kov A.A., Chesheva V.I. Proektirovanie zheleznyh dorog v Geonics zheldor na bazovoj platforme AutoCAD CIVIL 3D // Geo Profi – №4. – 2009 – S. 26-30.
- 14 Geodezicheskie raboty v stroitel'stve. SNiP 3.01.03-84. – М.: Izdatel'stvo: Gos. predpr. – Centr proektnoj produkcii massovogo primenenija, 2007. – 27 s.
- 15 Avakjan V. V. Geodezicheskoe obespechenie grazhdanskogo stroitel'stva. Uchebnoe posobie. – М.: Reprografija, 2008 – 90 s.
- 16 Obshhij kurs i pravila tehnicheckoj jekspluatcii zheleznyh dorog. Uchebnik dlja uchashhihsja tehnikumov zh-d.transpor / pod redakciej Hackelevich M.N.. – М.:Transport, 1983– 368 s.