

Инновации современной геодезии в дорожном и аэродромном строительстве

Д.В. Ивасик, А.А. Васильченко, К.В. Кокарев

Волгоградский государственный технический университет.

Аннотация: Статья посвящена геодезическим изысканиям, как наиболее важным при проектировании автомобильных дорог и аэродромов. Рассмотрены комплексы работ, производимые при изысканиях и проектировании. Отмечена важность топографической съемки местности геодезистами для создания новых карт, при отсутствии карт, планов в архивных данных. Особое внимание в статье уделено современному геодезическому оборудованию, такому как: электронный тахеометр, GPS – антенна, и 3D – сканер. Подробно рассмотрены эти приборы, их разновидности, области применения. В заключении авторы подчеркивают особую важность и ответственность возлагаемые на геодезическую службу, отмечается, что внедрение инновационного оборудования во все структуры дорожного строительства несомненно задаст хороший темп в развитии сети автомобильных дорог и аэродромов.

Ключевые слова: геодезические изыскания, автомобильная дорога, аэродром, электронный тахеометр, GPS- антенна, лазерный 3D- сканер, топографическая съемка, аэрофотосъемка.

Геодезия одна из наиболее востребованных высокотехнологичных отраслей в современном производстве. Наука геодезия появилась достаточно давно и её название дословно с греческого обозначает - «землю делить на части». Проведение качественных измерений необходимо для любого строительства, как дорожного, так и аэродромного. Для измерений используется электронное или лазерное оборудование, а полученные результаты подлежат обработке в специальных программах.

С помощью геодезических измерений выполняется сопровождение строительства автомобильных дорог, такие как - вынос осей трассы, вынос проектных отметок в натуру, расчет объемов земляных работ, составление исполнительных схем и другое.

При геодезическом обеспечении строительства основных элементов летного поля геодезистом выполняются следующие виды работ: уточнение местоположения существующих (заложенных ранее) коммуникаций, вынос в натуру и контроль геодезических параметров закладываемых подземных сооружений и коммуникаций, уточнение характеристик проектных (закладываемых) коммуникаций, планировка поверхности, а также укладка арматуры, разметка и нарезка деформационных швов, вынос в натуру системы дренажа, укладка кабельных переходов, проверка толщин слоев и уклонов поверхностей, укладка кабелей и установка светосигнального оборудования и т.д.[1].

При строительстве дорог и аэродромов важную роль играет геодезические изыскания:

Геодезические экспертиза и изыскания позволяют контролировать уровень просадки и деформацию дорог и иных транспортных сооружений [2].

Топографические съемки используются для создания топопланов, карт, проведения необходимых расчетов.

Изыскание и проектирование

Изыскание и проектирование автомобильных дорог и аэродромов включает в себя комплекс работ:

- Инженерно-геодезические изыскания, они необходимы для правильной оценки территории с точки зрения рельефа местности и привязки объекта в существующую инфраструктуру.
- Инженерно-геологические изыскания, которые ставят перед собой задачу по рассмотрению инженерно-геологических условий площадки, изучению физико-механических свойств грунтов и составлению инженерно-

геологических разрезов для возможности проектирования оснований и линейных либо сосредоточенных объектов.

- Инженерно-гидрометеорологические изыскания, с помощью которых производится оценка гидрогеологических условий площадки, наличие подземных и поверхностных источников воды, а также метеорологические и климатические составляющие района проектирования.

- Инженерно-экологические изыскания, которые направлены на снижение техногенного воздействия на окружающую среду и прогнозирование влияния строительства на безопасность окружающей среды с целью минимизации на нее вредного воздействия.

- Изыскания строительных и грунтовых материалов, а также источников водоснабжения посредством подземных вод. Здесь имеет место комплексный лабораторный анализ материалов и выявление их состава и физико-механических свойств.

Анализируя опыт зарубежных стран, можно прийти к выводу, что качество изысканий на прямую влияет на срок службы, на качество выполняемых работ, расход материалов и т.д. [3,4,5]. Вся изыскательская деятельность начинается с принятия наиболее выгодных инженерных решений для строительства или реконструкции объекта, как с технической, экономической и экологической точки зрения. Вмешательство в хозяйственную деятельность сельских поселений, снос жилых массивов, занятие ценных земель, курортных зон, а также вырубка придорожных насаждений и лесов. Начнем с того, что такое изыскание – это сбор всех данных для создания проекта и оценка вложенных инвестиций в строительство, учтенных в сводно-сметном расчете. Все работы ведутся согласно установленным правилам изысканий.

Современное геодезическое оборудование

В помощь присоединяются геодезические группы и картографы, которые выполняют инженерно-изыскательские работы с новейшим геодезическим оборудованием, обеспечивая качественную и оперативную работу, взамен устаревшему оборудованию. В данное время стремительно развивается изобретение нового геодезического оборудования, благодаря которому удастся выполнять полевые измерения гораздо быстрее и эффективнее с наименьшей средней квадратичной погрешностью. Ошибка СКП сводится к минимуму [6]. К этим новинкам следует отнести следующие геодезические приборы: электронный тахеометр, GPS – антенна, и 3D – сканер. Это оборудование вызвавшее настоящий прорыв в геодезии, пользуется успехом и продолжает развиваться, ускоряя работу на строительной площадке.

Геодезисты проводят топографическую съемку местности для создания новых карт, если такая необходимость возникает в отсутствии карт планов и архивных данных [7]. Далее, как правило, вся собранные сведения передаются в проектную группу для создания проектных данных. Одновременно с ними проходят геологические и лабораторные исследования грунтов с изучением физико-механических свойств, а также рассматривается вопрос на стадии проекта об охране окружающей среды при производстве строительно-монтажных работ с наименьшим воздействием вредных веществ.

Из чего можно делать вывод, что все изыскательские мероприятия неразрывно связанные с геодезическими измерениями. В геодезию активно поступает новейшее инновационное оборудование, позволяющее выполнять измерения с точностью в миллиметр и до долей миллиметра. При решении многих задач инженерной геодезии используют электронные, оптические приборы вертикального проектирования ПВП, как правило применяемые на объектах связанных с увеличением строительства этажности массовой

застройки, высокоточные нивелиры для создания уникальных объектов ядерной энергетики и других ведомственных и секретных сооружений, специальных технологических линий и т. п. а также на стройплощадках широко применяют электронный тахеометр, роботизированный тахеометр, лазерные дальномеры пришедшие взамен светодальномерам, Глонасс и GPS – системы.

На рисунках (Рис. №1) видим изменения методов разбивочных работ в течении времени.



Рис.1. Изменение методов разбивочных работ.

Более подробно рассмотрим электронный тахеометр использование спутниковых технологии и 3D - сканирование в инженерной геодезии и аэрогеодезии.

Электронный тахеометр- это высокоточный и высококачественный современный геодезический прибор, который значительно упростил проведение геодезических измерений. По сути, электронный тахеометр состоит из угломерной части, светодальномера, и встроенного компьютера. Таким образом с помощью угломерной части определяются горизонтальные

и вертикальные углы, светодальномера - расстояния, а встроенный компьютер решает различные геодезические задачи, обеспечивает управление прибором, контроль и хранение результатов измерений. Результаты измерений можно перекачать на ПК и обработать в специальных программах. Электронные тахеометры могут работать как в отражательном режиме (наблюдатель ведет измерения на специальные устройства - отражатели, призмы, отражающие марки) так и в безотражательном режиме (наблюдения ведутся непосредственно на наблюдаемый объект). Существуют также роботизированные тахеометры, с помощью которых наблюдения может проводить один человек, эти приборы по заданной программе сами находят положение отражателя и производят измерения.

Требования для полевых измерений остались такими жесткими, как и предъявлялись ранее к более устаревшим приборам за исключением тех приборов, которые имеют компенсаторы. Закрепительные устройства не должны вызывать упругих деформаций в осевых системах и смещений закрепляемых частей инструмента в момент закрепления. Наводящие устройства должны осуществлять весьма тонкие перемещения частей инструмента, например, повороты с точностью до долей секунды. Зрительные трубы угломерных инструментов и др. имеют увеличения в 15-65 раз.

Использование спутниковых технологий в инженерной геодезии:

Кроме электронных роботизированных и обычных тахеометров, принятых в использование на смену теодолитами др. оптическим приборам, ученым удалось разработать инновационную, более совершенную систему измерений, такую как GPS-антенну и лазерный 3D-сканер [8].

Более подробнее о GPS – антенне:

Приемники, работающие в системе GPS (или системе ГЛОНАС) – высокоточное оборудование, используемое для получения точных данных

при выполнении кадастровых и геодезических работах представлено на рисунке (Рис.2). GPS геодезия позволяет сократить временные и трудовые затраты и облегчает выполнение инженерно-геодезических изысканий.



Рис. 2. Современные приборы, используемые при геодезических изысканиях.

Цель и задачи GPS измерений

Основной целью изобретения системы стала: простота в обращении в полевых условиях, уменьшение габаритных размеров, масса прибора скорость передачи разбивочных данных и полевых исполнительных измерений на флеш-накопители или на прямую в компьютер. Использование программного обеспечения для чтения всех форматов точек, линий и различных файлов AutoCAD, позволяющее выполнять разбивочные работы оперативнее, по сравнению с предыдущим поколением приборов.

При помощи GPS решаются задачи по созданию съемочных и опорных сетей, проводится исполнительная топографическая съемка, вынос проектов в натуру, привязка результатов измерений к государственной геодезической сети.

Методы GPS измерений:

Существует несколько методов работы с GPS-приемниками. Которые различаются по времени отстаивания приемника на измеряемой точке, определением ее координат и абсолютной отметки.

- Статический – наблюдения проводятся не менее часа, точность измерений $5\text{мм} + 1\text{мм/км}$;
- Быстро статический 15-20 минут, точность менее достоверна по сравнению со статическим;
- Кинематический – длительность 30 сек, точность $1\text{-}2\text{ см} + 2\text{ мм/км}$;
- Непрерывный кинематический – с непрерывным движением приемника по линейным объектам, точность $10\text{-}15\text{ см}$;
- RTK- метод наиболее современный, скорость измерений несколько секунд, а точность сопоставима с быстро статическим способом.

Инновационный лазерный сканер- представляет собой измерительный прибор, который работает посредством измерения углов и расстояний до точек лазерного отражения путем лазерного излучения. С помощью лазерного сканера выполняются высокочастотные измерения пространственных координат точек лазерного отражения. Частота измерения доходит до сотен тысяч в секунду. Результатом лазерного сканирования становятся координатные данные большого объема, с помощью которых воссоздается пространственная цифровая модель объекта измерения.

Лазерные сканеры делятся на наземные и воздушные. С помощью лазерных сканеров воздушного базирования производится съемка с борта воздушного транспорта. По соответствующему виду сканера воздушные и наземные технологии различаются по области применения и точности информации. Как правило, воздушное сканирование производится вместе с цифровой аэрофотосъемкой [9].

Можно смело утверждать, что за цифровой технологией — будущее геодезии, ведь она имеет несомненные преимущества перед традиционными средствами и приемами геодезии. Лазерное сканирование и цифровая аэрофотосъемка выдают более детальные данные об объекте, чем это делают традиционные методы геодезии. Также к их несомненным преимуществам относятся большая эффективность в выделении земного рельефа при густой растительности, нахождении расположения и определения формы сложных объектов, создании топографических карт и планов без ориентировочной местности, точности и детальности снимков рельефа дна.

В результате лазерного сканирования и цифровой аэрофотосъемки получают цифровые продукты: пространственные модели рельефа, топографические планы и карты.

Невозможно переоценить эффективность таких инновационных технологий. Лазерное сканирование площади в несколько тысяч кв. километров при помощи сканеров воздушного базирования производится всего за две недели, а получается цифровая трехмерная модель территории. При классическом подходе потребовалось бы несколько месяцев или даже лет для выполнения такой работы, не обошлось бы и без изнурительных и дорогостоящих экспедиций. Не возникает сомнений и в эффективности наземного сканирования, которое просто необходимо при работе со сложными объектами и с мелкими деталями, обеспечивающее детальность компонентов объекта.

Становится бесспорным, что такие инновационные технологии в геодезическом производстве имеют широкие перспективы. Они позволяют эффективнее и в более короткие сроки оценить техническое состояние исследуемых объектов вне зависимости от их сложности [10]. Воздушное сканирование лазером и цифровая аэрофотосъемка ускоряют создание цифровых карт.

Заключение: в целях повышения качества изыскательской деятельности следует помнить о установленных правилах проведения изысканий. Инженерами проводится ряд мероприятий для сбора всех необходимых данных являющихся основой создания проекта и расчета смет инженерно-геодезические, инженерно-геологические, инженерно-гидрометеорологические изыскания, а также лабораторные исследования строительных и грунтовых материалов (ДСМ). Большая ответственность возлагается на службу геодезии, которые обязаны предоставлять достоверные данные топографических измерений, с приборами нового поколения ошибки сводятся к минимуму практически исключаются в пользу геодезистов. Внедрение инновационного оборудования во все структуры дорожного строительства будет работать как единый механизм, и несомненно задаст хороший темп в развитии сети автомобильных дорог и аэродромов. Так и с экономической точки зрения экономия средств на инженерно-геодезические изыскания.

Литература

1. Вострецов В. И. Геодезическое обслуживание строительства. //Интернет-вестник ВолгГАСУ 2006 1(1) URL: //readera.ru/internet-vestnik-vgasu/2006-1-1.
2. Фортуна Ю. А. Особенности инженерно-геодезических изысканий для разработки проектов ремонта, капитального ремонта и реконструкции



- автомобильных дорог. САПР и ГИС автомобильных дорог — № 2(5) 2015 г. с. 54-57.
3. Powell W. D., Potter J. F., Mayhew H. C., Nunn M.E. The Structural Design of Bituminous Roads // Transport and Road Research Laboratory, TRRL Laboratory Report 1132, Department of Transport, Berkshire, United Kingdom.62p.
 4. Sawangsuriya A., Edil T. B. Evaluating Stiffness and Strength of Pavement Materials // Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Geotechnical Engineering 158, Issue GE4 2005. Pp. 217-230.
 5. Sukumaran B., Kyatham V., Shah A., Sheth D. Suitability of Using California Bearing Ratio Test to Predict Resilient Modulus // Proceedings: Federal Aviation Administration Airport Technology Transfer Conference, 2002. 9p.
 6. Маркина, Ю.И. Антенна GPS круговой поляризации в диапазоне 1,2-1,6 ГГц // Инженерный вестник Дона, 2012, №3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/917
 7. Куштин, В.И. Преобразование координат, используемых в геодезии //Инженерный вестник Дона, 2012, №4-2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1240
 8. Столбов Ю.В., Столбова С.Ю., Пронина Л.А., Уваров А.И. Исследование точности высотного положения поверхности покрытия автомобильной дороги с применением разных геодезических приборов. Научный рецензируемый журнал "Вестник СибАДИ". 2018;15(1): с.97-105.
 9. Лимонов, А.Н., Гаврилова Л.А., Обиралов А.И. Совершенствование технологических процессов создания цифровых моделей местности по материалам аэрофотосъемки: Монография. – М.: ГУЗ, 2006. 80 с.
 10. Камнев И.С., Середович В.А. Современные направления развития инженерно-геодезических изысканий для линейных сооружений. Инженерные изыскания. 2017 (2):20-27 с.
-



References

1. Vostrecov V. I. Internet- vestnik VolgGASU 2006 1(1)
2. Fortuna YU. A. SAPR i GIS avtomobilnyh dorog - № 2(5) 2015 g. pp. 54-57.
3. Powell W. D., Potter J. F., Mayhew H. C., Nunn M.E. Transport and Road Research Laboratory, TRRL Laboratory Report 1132, Department of Transport, Berkshire, United Kingdom.62p.
4. Sawangsuriya A., Edil T. B. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Geotechnical Engineering 158, Issue GE4 2005. pp. 217-230.
5. Sukumaran B., Kyatham V., Shah A., Sheth D. Proceedings: Federal Aviation Administration Airport Technology Transfer Conference, 2002. 9p.
6. Markina, YU.I. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/917
7. Kushtin V.I. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4-2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1240
8. Stolbov YU.V., Stolbova S.YU., Pronina L.A., Uvarov A.I. Nauchnyj recenziruemyj zhurnal "Vestnik SibADI". 2018; 15(1): pp.97-105.
9. Limonov A.N., Gavrilova L.A., Obiralov A.I. Sovershenstvovanie tehnologicheskikh processov sozdaniya cifrovyyh modelej mestnosti po materialam aerofotosemki [Perfection of technological processes of creation of digital models of district on air photography materials]: Monografiya. M.: GUZ, 2006. 80 p.
10. Kamnev I.S., Seredovich V.A. Inzhenernye izyskaniya. 2017(2). pp 20-27.