

УДК 528.48

**РОЛЬ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**



**THE ROLE OF GEODETIC SUPPORT
DURING THE CONSTRUCTION OF HIGHWAYS**

Гученко Владимир Романович

студент,
Кубанский государственный технологический университет
vdctst@gmail.com

Шалая Алина Алексеевна

студентка,
лаборант-исследователь,
Кубанский государственный технологический университет
alinashalaya310303@mail.ru

Сукманюк Александр Славьянович

старший преподаватель
кафедры кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный технологический университет
a.sukmanyuk@mail.ru

Сафонова Ульяна Николаевна

студентка,
Кубанский государственный технологический университет
safonova.ulyana20@mail.ru

Захарова Екатерина Сергеевна

студентка,
Кубанский государственный технологический университет
zaharovak130@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается важность геодезического обеспечения при строительстве автомобильных дорог. Уделяется особое внимание на то, что правильное выполнение геодезических работ является ключевым элементом успешной реализации проектов по строительству дорожной инфраструктуры. Рассматривая характерные этапы возведения полотна, подчеркивается, что грамотное ведение геодезических работ способствует повышению эффективности строительства дорог и снижению рисков возникновения дефектов и аварий на дорожной сети.

Ключевые слова: геодезия, геодезическое обеспечение, дорожное строительство, автомобильные дороги, проектирование, строительство в сложных условиях.

Guchenko Vladimir Romanovich

Student,
Kuban State Technological University
vdctst@gmail.com

Shalaya Alina Alekseevna

Student,
Research Assistant,
Kuban State Technological University
alinashalaya310303@mail.ru

Sukmanyuk Alexander Slavyanovich

Senior Lecturer of the Department
of Cadastre and Geoengineering,
Kuban State Technological University
a.sukmanyuk@mail.ru

Safonova Ulyana Nikolaevna

Student,
Kuban State Technological University
safonova.ulyana20@mail.ru

Zakharova Ekaterina Sergeevna

Student,
Kuban State Technological University
zaharovak130@gmail.com

Annotation. The article discusses the importance of geodetic support in the construction of highways. Special attention is paid to the fact that the correct execution of geodetic works is a key element of the successful implementation of projects for the construction of road infrastructure. Considering the characteristic aspects of the construction of the canvas, it is emphasized that the competent conduct of geodetic works contributes to improving the efficiency of road construction and reducing the risks of defects and accidents on the road network.

Keywords: geodesy, geodetic support, road construction, highways, design, construction in difficult conditions.

Современная автодорожная отрасль представляет собой комплекс мероприятий по проектированию и сооружению дорожного полотна, а также находящихся на ней транспортных сооружений. На сегодняшний день, ключевые задачи, которые ставит данная сфера осуществляются благодаря соблюдению технических и законодательных норм повышения уровня безопасного пользования и увеличение эксплуатационного срока, применения новой высокопроизводительной дорожной техники, использования высокоточных современных геодезических приборов и оборудования [1].

Дорожное проектирование— одна из строительной отрасли, связанная с исследованием, устройством, проектированием и сооружением полотна в, рассматриваемая определенные трудности и требующие учёта определенных особенностей местности.

К таковым относятся:

1. Многолетнемерзлые грунты и строительство в районах вечной мерзлоты;
2. Слабые, засоленные, техногенные, набухающие, просадочные, подвижные грунты;
3. Наличие склоновых процессов, например, оползней, обвалов, осыпей, селей;
4. Наличие оврагов и карстов;
5. Наличие подтопляемых участков дорог;
6. Сейсмоопасные территории;
7. Территории, подверженные наледообразованию [2].

Геодезические работы – это базис качественного строительства автомобильных дорог любого уровня, от проселочных дорог до магистральных автотрасс федерального значения. Важность изысканий заключается в определении точного местоположения, высот и формы участков дороги. Без них и данных, строительство дороги может привести к неправильным расчетам геометрических параметров, а также к некорректному планированию и реализации проекта [3].

Существует множество способов геодезического обеспечения дорожного строительства. Например, к таковым относится использование дронов.

Использование беспилотных летательных аппаратов позволяет проводить съемку большой местности, что впоследствии используется в создании математических и информационных моделей, которые позволяют рассмотреть дорожное полотно и выявить его положительные и негативные характеристики. Например, рассмотреть крутизну склона горы, наличие болотистых местностей перед прокладкой магистрали. Такой метод позволяет проводить периодический мониторинг, суть которого – отслеживать динамику работ и контролировать каждый их этап без физического присутствия [4].

Геодезические изыскания необходимы и обязательны на всех этапах подготовки к строительству дорожных работ и составляют основу строительного плана. Перечень геодезических работ в данном случае сводится:

- к созданию разметки профилей трассы, её маршрута, закрепления оси поворотных точек;
- разбивке при необходимости отгонов виражей на поворотах трассы-сбору данных по измерениям поперечных и продольных параметров окружающей местности;
- разбивке и закреплению размеров проектируемых инфраструктурных объектов по ходу трассы;
- проведению геодезической съемки для визуализации характеристик трассы.

Комплекс геодезических изысканий проводится на всех этапах строительства автомобильных дорог.

На первом этапе проводят вынос в натуру базовых отметок трассы, закрепляют вынос в натуру базовых отметок трассы, закрепляют оси, оценивают объем строительных работ. На основании фактических отметок точек оси анализируют расхождения реальных ландшафтных условий с проектными данными. Разрабатывают проектные схемы на основе собранных данных [5].

На втором этапе осуществляется профессиональная экспертиза дороги. Она включает геодезические данные по оценке возможных рисков по осадке дорожного полотна, сбор и оценку данных о степени прочности грунта земляного полотна и расчеты о вероятности его просадки. Строится прогноз о возможности деформации дорожного полотна под влиянием различных неблагоприятных факторов.

Третий этап включает топосъемку необходимую для расчетов объемов строительных работ, видов применяемых дорожных материалов. Топосъемка должна быть разработана с максимальной детализацией всех основных элементов дороги, включая необходимые схемы, карты, топографические планы.

Подробная привязка реальной местности к проектным данным лежит в основе топографического планирования дорожно-строительных работ и позволяет осуществить весь комплекс проводимых работ с соблюдением всех строительных правил, норм и других регламентов. Одним из главных геодезических документов является построение продольного фактического профиля трассы. Профиль продольного нивелирования служит основой для проектирования трасс автомобильных и железнодорожных дорог и других линейных объектов [6].

После составления профиля продольного нивелирования, готовят проект трассы автомобильной дороги. Наиболее распространенными инструментами для выполнения геодезических работ в строительстве являются тахеометр и нивелир (оптический или цифровой). Для измерения углов поворотов трассы при строительстве дорог используют электронный тахеометр. Он может одновременно измерять углы и расстояния. С помощью программного обеспечения можно выполнять ряд стандартных действий-вынос в натуру границ земельного участка, осей зданий и сооружений, радиус поворота трассы, позволяет выполнять подсчет площадей полученного замкнутого полигона. Различные виды нивелиров служат для измерения высотных отметок всех важных точек трассы автодороги [7].

Ось автомобильной дороги, представляющую собой пространственную кривую, называют трассой. Проекцию оси автомобильной дороги на горизонтальную плоскость называют планом трассы. В плане трасса состоит из прямых участков разных направлений, сопрягающихся между собой горизонтальными кривыми постоянного или переменного радиуса кривизны (рис. 1).

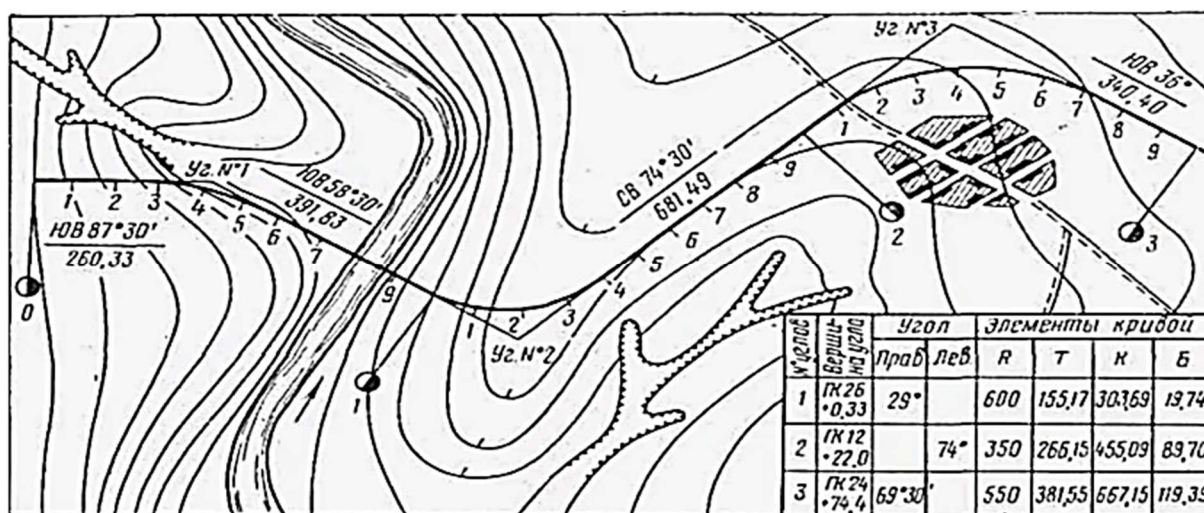


Рисунок 1 – план трассы автомобильной дороги [8]

Автомобильная дорога изображается в трех проекциях: в виде плана трассы, продольного и поперечного профилей. Все эти три вида проекций невозможно построить без геодезических измерений. План трассы составляют по данным ведомости углов поворота, прямых и кривых, а также по пикетажному журналу. В простейшем случае трассу дороги представляют ломаным (тангенциальным) ходом. Трасса на плане состоит из прямолинейных отрезков и круговых кривых, вписанных в углы поворота. Степень кривизны трассы определяется значениями углов поворота. Углом поворота трассы считают угол между продолжением и новым направлением трассы дороги, может быть левым и правым (рис. 2).

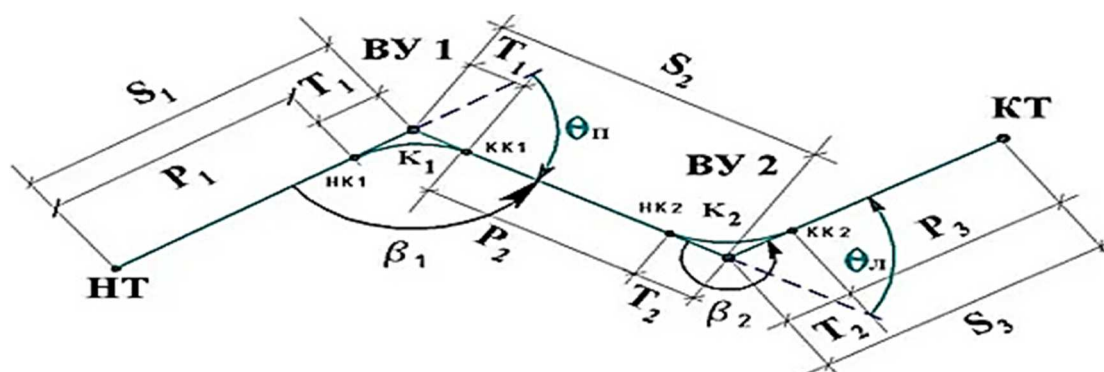


Рисунок 2 – углы поворота трассы автомобильной дороги [9]

На автомобильных дорогах, закругления на поворотах разбивают по круговым или переходным кривым. Круговыми называют кривые, радиус которых на всем протяжении один и тот же. Переходные кривые, радиус которых меняется от бесконечности до заданного. Переходные кривые на автомобильных дорогах, как правило разбивают формулам клотоидной кривой. Точки сопряжения отдельных элементов трассы между собой называют главными точками трассы. К ним относятся: начало трассы НТ, конец трассы КТ, вершины угла поворота ВУ, начало кривой НК, середина кривой СК и конец кривой КК (рис. 3). Эти точки с помощью геодезических работ (приборов) вносят на ось трассы и закрепляют на местности. В дальнейшем от точек НК и КК по направлению и направлению к середине кривой СК выполняют детальную разбивку круговой кривой.

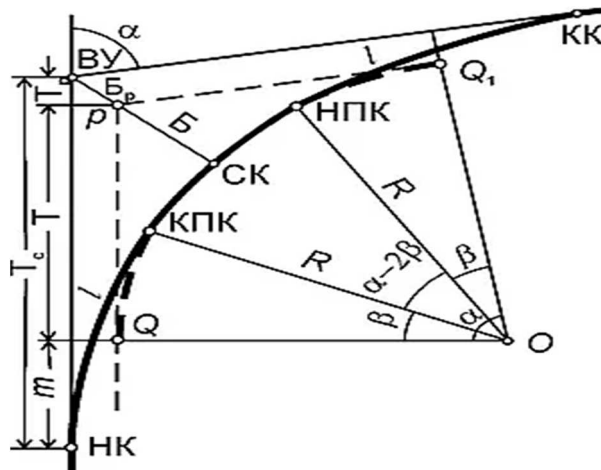


Рисунок 3 – Разбивка круговой кривой автомобильной дороги [10]

На оси трассы разбивают пикетаж. Пикетаж-точка оси трассы, закрепляет стандартные интервалы в 100 м. Продольный профиль трассы является изображением разреза дороги вертикальной плоскостью, проходящей через ось трассы. Продольный профиль характеризует величину проектных уклонов отдельных участков дороги и расположение её проезжей части относительно естественной поверхности земли. В продольном профиле трасса состоит из линий разного уклона, соединяющихся между собой вертикальными кривыми (рис. 4.).

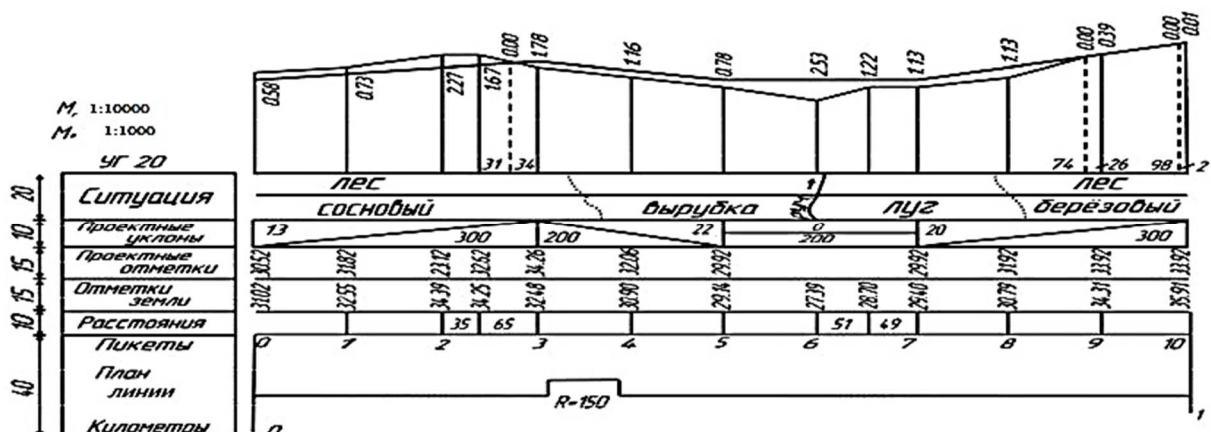


Рисунок 4 – Продольный профиль автомобильной дороги [11]

Для характеристики местности в направлениях перпендикулярных к трассе составляют поперечные профили в одинаковом горизонтальном и вертикальном масштабе (рис. 5). Поперечным профилем дороги называется изображение, полученное сечением дороги вертикальной плоскостью, перпендикулярной оси дороги.

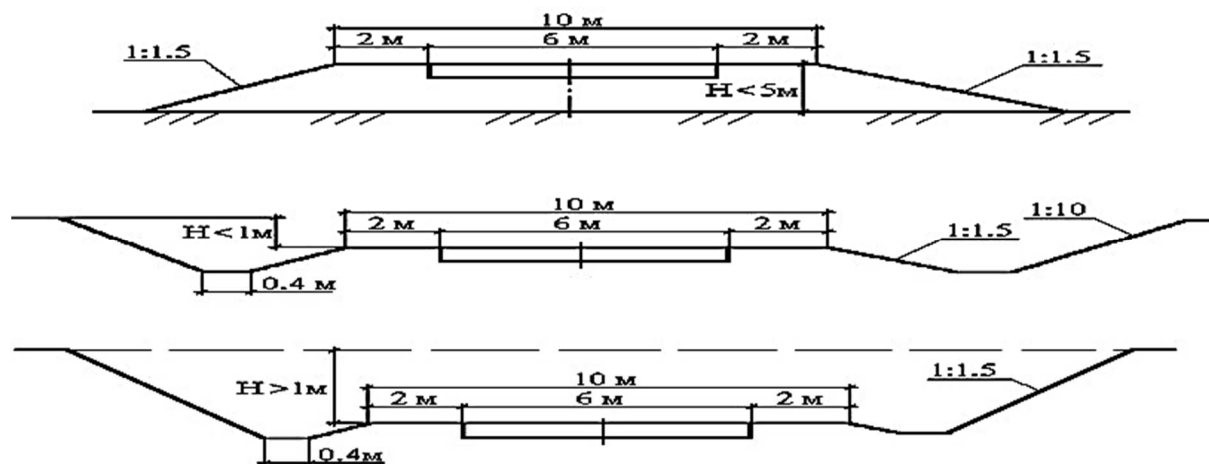


Рисунок 5 – Поперечный профиль автомобильной дороги [12]

С появлением современного геодезического оборудования и программного обеспечения, специалисты получили возможность проводить быстрые и точные измерения, анализировать данные в реальном времени и создавать детальные цифровые модели местности. Это позволяет оптимизировать процесс строительства дорог и сократить затраты времени и ресурсов [13].

Геодезическое обеспечение при строительстве автомобильных дорог играет решающую роль в создании безопасных и удобных дорожных развязок. С помощью современных технологий и квалифицированных специалистов можно успешно преодолевать все трудности, которые встречаются на пути строительства дорог. Основа успеха – это точность измерений, быстрая навигация и учет всех особенностей местности.

Литература

1. Кошелев В.А. Инженерно-геодезическое сопровождение строительства канатных дорог / В.А. Кошелев, К.С. Карлин, А.П. Чахлова // Журнал Интерэкспо Гео – Сибирь
2. Дистанционные методы проведения мониторинга земель / И.В. Будагов, Э.В. Кравченко, Д.И. Борисова, П.П. Москвина // В сборнике: Актуальные проблемы природопользования и природообустройства. Сборник статей II Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 65–68.
3. Олейникова Л.А. Обеспеченность нормативной документацией проведения воздушно-лазерного сканирования для кадастровых работ / Л.А. Олейникова, А.Ю. Глушкова // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2017. – № 4. – С. 260–265.
4. Грибкова И.С. Возможности использования беспилотных летательных аппаратов для создания картографической основы / И.С. Грибкова, А.С. Сукманюк, В.А. Проскура // В сборнике: Современные проблемы инженерной геодезии. Труды Международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 81–85.
5. Сукманюк А.С. Перспективы внедрения новых систем управления строительной техникой на примере современных приборов ведущих производителей геодезического оборудования / А.С. Сукманюк, М.А. Пастухов // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2016. – № 3. – С. 286–302.
6. Сдвиги и осадки зданий и сооружений: причины и последствия / А.С. Сукманюк, А.П. Пинчук, И.Л. Суббота, А.А. Вороной // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2016. – № 6. – С. 170–186.
7. Кайшева А.И. Геодезические разбивочные работы в строительстве / А.И. Кайшева, Л.А. Грибкова, Г.Т. Акопян // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2022. – № 2. – С. 32–34.
8. Перспективные направления развития и внедрения высокоточного ГНСС-оборудования в строительстве / Т.А. Романова, И.С. Грибкова, К.В. Воронова, Г.Т. Акопян, В.В. Каранова // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2019. – № 7. – С. 41–50.

9. План трассы автомобильной дороги. – URL : <https://darminaopel.ru/library/esli-trassu-opre deljajut-po-topograficheskim-planom-ili-aerofotomaterialam-to-trassirovanie-nazyvajut.html>
10. Углы поворота трассы автомобильной дороги. – URL : <https://studfile.net/preview/1743504/page:29>
11. Продольный профиль автомобильной дороги. – URL : <https://darminaopel.ru/library/trassa-plan-i-prodolnyj-profilzhelezodorozhnoj-linii.html>
12. Поперечный профиль автомобильной дороги. – URL : <https://topref.ru/referat/147576/2.html>
13. Ландшафт в дорожном строительстве / А.С. Сукманюк, Л.А. Олейникова, Д.А. Беспятчук, С.В. Самарин // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2021. – № 5. – С. 60–65.

References

1. Koshelev V.A. Engineering and geodetic support for the construction of cableways / V.A. Koshelev, K.S. Karlin, A.P. Chakhlova // Interexpo Geo Magazine – Siberia
2. Remote methods of land monitoring / I.V. Budagov, E.V. Kravchenko, D.I. Borisova, P.P. Moskvina // In the collection: Current problems of environmental management and environmental management. Collection of articles of the II International Scientific and Practical Conference. – 2019. – P. 65–68.
3. Oleynikova L.A. Provision of regulatory documentation for airborne laser scanning for cadastral works / L.A. Oleynikova, A.Yu. Glushkova // Electronic network polythematic journal «Scientific works of KubSTU». – 2017. – № 4. – P. 260–265.
4. Gribkova I.S. Possibilities of using unmanned aerial vehicles to create a cartographic basis / I.S. Gribkova, A.S. Sukmanyuk, V.A. Proskura // In the collection: Modern problems of engineering geodesy. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. – 2020. – P. 81–85.
5. Sukmanyuk A.S. Prospects for the implementation of new control systems for construction equipment using the example of modern devices from leading manufacturers of geodetic equipment / A.S. Sukmanyuk, M.A. Pastukhov // Electronic network polythematic journal «Scientific works of KubSTU». – 2016. – № 3. – P. 286–302.
6. Shifts and settlements of buildings and structures: causes and consequences / A.S. Sukmanyuk, A.P. Pinchuk, I.L. Saturday, A.A. Voronoi // Electronic network polythematic journal «Scientific works of KubSTU». – 2016. – № 6. – P. 170–186.
7. Kaisheva A.I. Geodetic alignment work in construction / A.I. Kaisheva, L.A. Gribkova, G.T. Hakobyan // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2022. – № 2. – P. 32–34.
8. Prospective directions for the development and implementation of high-precision GNSS equipment in construction / T.A. Romanova, I.S. Gribkova, K.V. Voronova, G.T. Akopyan, V.V. Karanova // Electronic network polythematic journal «Scientific works of KubSTU». – 2019. – № 7. – P. 41–50.
9. Plan of the highway route. – URL : <https://darminaopel.ru/library/esli-trassu-opre deljajut-po-topograficheskim-planom-ili-aerofotomaterialam-to-trassirovanie-nazyvajut.html>
10. Turning angles of the highway route. – URL : <https://studfile.net/preview/1743504/page:29>
11. Longitudinal profile of the highway. – URL : <https://darminaopel.ru/library/trassa-plan-i-prodolnyj-profilzhelezodorozhnoj-linii.html>
12. Cross profile of the highway. – URL : <https://topref.ru/referat/147576/2.html>
13. Landscape in road construction / A.S. Sukmanyuk, L.A. Oleynikova, D.A. Bespyatchuk, S.V. Samarina // Electronic network polythematic journal «Scientific works of KubSTU». – 2021. – № 5. – P. 60–65.