

ПРИМЕНЕНИЕ GPS ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДОРОГ И ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Бондарев Константин Дмитриевич, студент 2-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный преподаватель – Козловская Л.В., старший преподаватель)*

GPS — спутниковая система навигации, обеспечивающая измерение расстояния, времени и определяющая местоположение во всемирной системе координат WGS 84. Позволяет почти при любой погоде определять местоположение в любом месте Земли (исключая приполярные области) и околоземного космического пространства. Система разработана, реализована и эксплуатируется Министерством обороны США, при этом в настоящее время доступна для использования в гражданских целях — нужен только навигатор или другой аппарат (например, смартфон) с GPS-приёмником.

Основной принцип использования системы — определение местоположения путём измерения моментов времени приёма синхронизированного сигнала от навигационных спутников антенной потребителя.

Практически любое современное мобильное устройство оснащено GPS-навигатором, не говоря уже о профессиональном оборудовании моряков, спасателей, лётчиков, врачей, учёных, военных и конечно же инженеры в строительстве конструкций, зданий, дорог и транспортных сооружений.

Сегодня использование систем автоматизированного управления на базе GPS навигаторов завоевывает все большую популярность среди строителей. Эти системы позволяют сократить финансовые затраты и время выполняемых работ

На околоземных орбитах находятся спутники, которые постоянно передают сигналы привязки, таких аппаратов не менее 24, но обычно больше, причем некоторые находятся в резерве. По мере необходимости они заменяются новыми, срок службы оборудования не менее 10 лет. Каждый спутник весит около тонны и имеет размах солнечных батарей порядка 5 метров. Спутники вращаются по 6 орбитам на высоте 18 тыс. км, период обращения вокруг земли - 12 часов. Управление происходит через наземные станции слежения.

Применение GPS при строительстве дорог. Особое место, при выполнении строительных работ, занимают земляные работы. Точность выполнения земляных работ имеет большое значение. Особенно это актуально во время

строительства путепроводов, дорог и аэродромов. Именно они определяют качественный уровень выполнения строительных работ.

Строительство автомобильной дороги подразумевает выполнение целого комплекса мероприятий, включающих, в том числе геодезические разбивочные работы и вынос проекта на местность, земляные работы, укладку нескольких слоёв дорожной одежды, устройство водоотводных и дренажных систем и пр. По завершении каждого этапа производятся мероприятия по контролю соответствия выполненных работ проекту с подписанием соответствующих актов, а по окончании строительства — приёмка автомобильной дороги в эксплуатацию. Многие этапы дорожного строительства являются весьма длительными и трудоёмкими и требуют участия большого количества квалифицированных специалистов. При этом требования к качеству дорог растут с каждым годом, а сроки, наоборот, сжимаются, поэтому без применения современных технологий дорожно-строительным компаниям трудно оставаться конкурентоспособными и удерживать свои позиции на рынке. Технологии, между тем, не стоят на месте: появляются новые разработки в области геодезического оборудования, строительной техники, дорожных одежд, наблюдается тенденция к постепенному отходу от традиционных методов в сторону всё большей автоматизации строительных процессов. В том числе широкое распространение начинают получать системы автоматизированного управления строительной техникой: бульдозерами, автогрейдерами, асфальтоукладчиками и т.д.

К новым технологиям можно отнести: 1) применение различных модификаторов добавляемых в битум, в следствии чего увеличивается стойкость асфальтобетона к растрескиванию в широком интервале температур, уменьшается колееобразование. 2) В целях повышения устойчивости дорожного покрытия к воздействию воды, попеременного замораживания и оттаивания в настоящее время широкое применение получили гранитные наполнители, модифицированные битумы и широкий комплекс добавок. • применение усовершенствованных технологий инженерных изысканий и автоматизированного проектирования автомобильных дорог общего пользования и мостов, в т.ч. развитие применения GPS-систем. 3) В целях повышения устойчивости дорожного покрытия к воздействию воды, попеременного замораживания и оттаивания в настоящее время широкое применение получили гранитные наполнители, модифицированные битумы и широкий комплекс добавок. Применение модифицированных битумов позволяют увеличить сроки их окисления в процессе эксплуатации асфальтобетонного покрытия с 5 до 9 лет. Применение гранитных наполнителей обеспечивают увеличение сроков истираемости дорожной одежды и образования колеености, а также повышение показателя морозостойкости с 50

до 300 циклов попеременного замораживания и оттаивания. 4) Применение геосинтетических материалов для армирования земляного полотна и асфальтобетонного покрытия. 5) Использование метода стабилизации грунта с помощью специальных добавок, так называемых «полифилизаторов». По данной технологии разрыхленный грунт смешивается со специальными добавками, которые при добавлении реагента превращают грунт в плотное водонепроницаемое основание дороги с высокой степенью прочности и износостойкости. Так основание дорожного полотна с помощью профилизаторов не уступает по прочности щебеночному основанию толщиной в 20 см, но сроки устройства подобного основания в несколько раз меньше. Кроме того, продлеваются сроки службы дороги без капитального ремонта, появляется возможность использовать местный грунт вместо дорогих и дефицитных привозных материалов (песок, гравий и щебень).

GPS (глобальная система позиционирования) значительно улучшила процессы в строительстве дорог. Вот несколько ключевых аспектов её применения: 1. Точное определение местоположения GPS позволяет определять местоположение с высокой точностью, что важно при планировании и проектировании дорожных сооружений. 2. Мониторинг строительных работ. С помощью GPS можно отслеживать прогресс выполнения строительных работ в реальном времени, что помогает избежать задержек и отклонений от плана. 3. Картография и планирование GPS технологии применяются для создания карт и моделей местности, что упрощает процесс проектирования и выявления потенциальных проблем. 4. Управление машинами Современные строительные машины оснащаются GPS-навигаторами, которые помогают оптимизировать их работу и увеличивают точность операций, таких как выемка и планировка. 5. Безопасность Использование GPS также способствует повышению безопасности на строительных площадках, позволяя отслеживать сотрудников и технику в случае возникновения экстренных ситуаций. Внедрение GPS-технологий в строительстве дорог способствует повышению эффективности, уменьшению затрат и улучшению качества конечного продукта.

В последнее время, выпуская GPS приемники для строительной отрасли и для проведения геодезических измерений, компании-производители добавляют в них большое количество дополнительных приборов, чем превращают обыкновенный приемник в целый мобильный комплекс, который может решать огромное количество поставленных перед ним задач. Так, интеграция в приемник тахеометра позволяет этим же прибором определить размер вертикального или горизонтального угла, построить горизонт или отвес и так далее.

Применение системы автоматического управления на базе GPS навигаторов позволяет добиться большой экономии асфальта. Это связано с сокращением расхода асфальта на засыпание неровностей земляного полотна. Так как дешевле правильно сформировать основание, чем потом исправлять недостатки за счет асфальта. Помимо экономии асфальта можно значительно сократить затраты на проведение геодезических работ.

Система GPS позволяет выполнять проекты, созданные в электронном виде. В панели управления происходят вычисления для точного позиционирования режущей кромки машины на основании данных положения бульдозера, которые поступают от системы позиционирования. Это позволяет производить работы с высокой точностью: 10 мм в плане, 30 мм по высоте.

Система позволяет делать работы в разные погодные условия и время суток, даже в тёмные время суток, что позволяет делать работы быстрее.

GPS методы являются передовыми технологиями по сравнению с традиционными. С использованием RTK GPS-технологии можно осуществлять вынос на расстояниях до 20 км и более от пункта с известными координатами, в качестве которых можно использовать пункты созданных ранее опорных геодезических сетей для строительства автомобильных дорог. Определенные в камеральных условиях проектные координаты точек, подлежащих выносу и закреплению на местности, вводятся в полевой контроллер. В поле исполнитель, ориентируясь по отображаемым на дисплее контроллера координатам, корректирует положение вехи с GPS-приемником и осуществляет вынос в натуру необходимых точек.

Спутниковые технологии используются далеко не каждый раз при решении основных геодезических задач, так как существует ограничение использования GPS-методов в точной инженерной геодезии, недостаток относительной точности определений на небольших расстояниях, усложняется процесс привязки ориентирных пунктов и т.д. Также существует сложность использования навигационной системы в полузакрытом или закрытом пространстве из-за экранирования сигналов спутника.

Польза которую несёт система спутникового слежения: 1.отслеживая передвижение каждой спецтехники, маячок делает маршрут передвижения. Строительной бригады получает информацию о том, на каких участках работает техника такая как катки, грейдеры, фрезы и асфальтоукладчики. Позволяет контролировать работу, сроки поставленных задач, не позволяет нецелесообразно использовать спецтехнику.2. Если правильно настроить систему в настройках, то она будет показывать, что техника покинула ремонтируемый участок дороги и работает не по назначению. После этого руководство примет комплекс мероприятий по оптимизации труда, выявит нарушителей порядка и назначит

соответствующие дисциплинарные меры, что улучшит качество работы. 3. Система спутникового мониторинга (Рис.1) позволит установить контроль над всеми этапами строительства дорог. GPS-трекеры фиксируют на задействованной дорожно-строительной технике с целью защиты от угона, пресечения попыток несанкционированного использования, минимизации времени простоя и оптимизации графика работ.

Мониторинг технического состояния автомобильных дорог и транспортных сооружений является неотъемлемой частью эффективного управления транспортной инфраструктурой. Регулярный мониторинг позволяет своевременно выявлять деформации, повреждения и отклонения от нормативных значений, что способствует принятию обоснованных решений при ремонте и реконструкции объектов. Современные методы мониторинга, основанные на геодезических, геофизических и дистанционно управляемых методах, обеспечивают высокую точность и быстрый сбор данных. Внедрение интеллектуальных систем мониторинга и анализа данных позволяет оптимизировать процессы управления и повысить безопасность дорожного движения. Таким образом, мониторинг технического состояния является ключевым фактором долговечности и надежности транспортных средств.

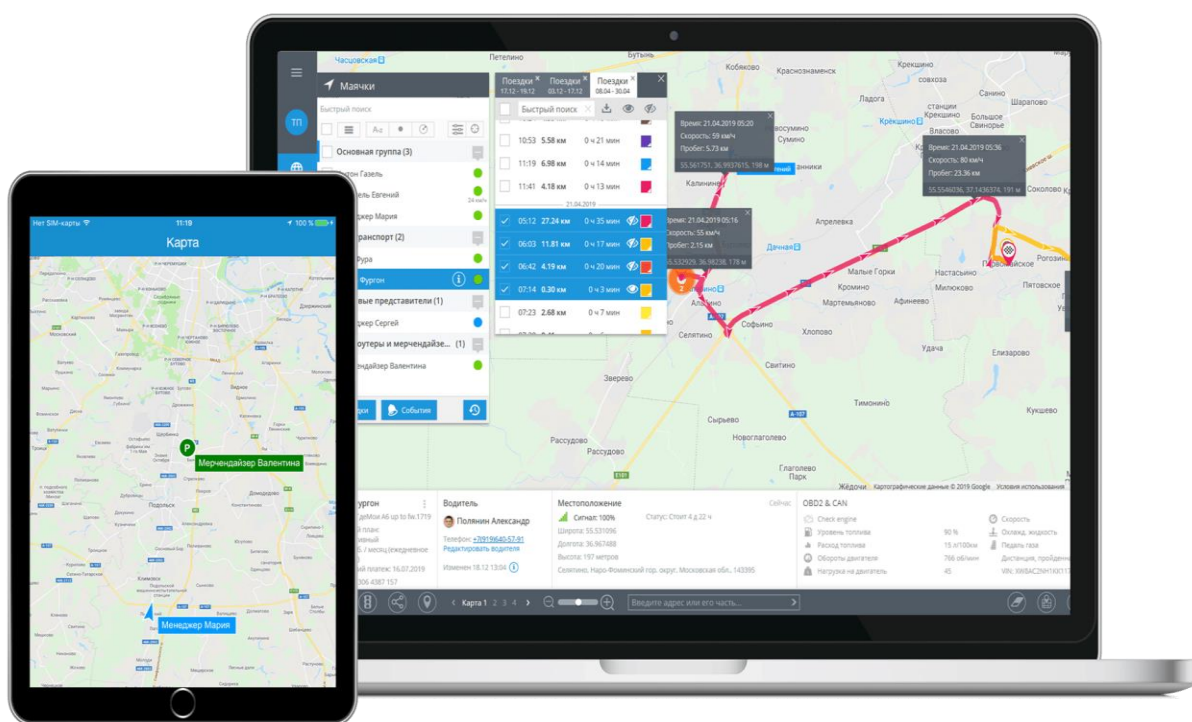


Рисунок 1 – Система контроля на строительной площадке

Обнаружить пропажу достаточно сложно, ведь на дорогах общего назначения такие машины не появляются, поэтому проверить документы на право владения гаишники не смогут. Как следствие, в большинстве случаев с

пропавшей строительной техникой можно попрощаться. Но даже если ее и вернут, то находиться она будет в плачевном состоянии. Ворованные машины никто жалеть не будет, и их восстановление обойдется владельцу в весьма приличную сумму. Установленный на экскаватор или грейдер gps-трекер незаметно отследит, куда именно перегнали данную технику, и покажет на карте ее текущее местоположение. Имея на руках все необходимые документы на право владения, технику можно будет вернуть в сжатые сроки.

GPS-технологии стали находить все более широкое применение для решения следующих задач: Детальная разбивка трасс автомобильных дорог, детальная разбивка земляного полотна, геодезическое сопровождение строительных процессов, управление работой строительных машин и механизмов, создание разбивочных сетей при строительстве мостов, путепроводов, наземной тоннельной триангуляции; GPS-сопровождение строительных работ при сооружении опор, береговых устоев, монтаже пролетных строений и сооружении мостового полотна мостов и путепроводов; контроль точности и качества строительно-монтажных работ.

Основные применения GPS в мостостроении: Разбивка осей и отметок: Точное определение координат опорных точек моста. Вынос в натуру проектных осей и отметок с высокой точностью. Контроль за геометрическими параметрами сооружения на всех этапах строительства. Мониторинг деформаций: Отслеживание изменений геометрических параметров моста в процессе эксплуатации. Выявление возможных деформаций и повреждений конструкции. Прогнозирование поведения моста под различными нагрузками. Контроль перемещения строительной техники: Оптимизация маршрутов движения техники на строительной площадке. Предотвращение столкновений и других аварийных ситуаций. Создание цифровых моделей: Создание трехмерных моделей моста на основе GPS-данных. Визуализация проекта и контроль соответствия выполненных работ проектной документации.

Перед началом строительства мостового перехода на объекте должна быть создана современная геодезическая инфраструктура, включающая ГРО и минимум две спутниковые базовые станции, транслирующие дифференциальные RTK поправки к сигналам глобальной навигационных спутниковых систем (ГНСС) ГЛОНАСС и GPS NAVSTAR. Базовые станции следует располагать на противоположных берегах. Координаты пунктов ГРО должны быть увязаны с координатами спутниковых базовых станций. Наличие постояннодействующих спутниковых базовых станций позволит использовать спутниковые средства измерений для разбивки осей сооружения, выноса деталей проекта в натуру и геодезического контроля круглосуточно, при любых погодных условиях, особенно, когда применение традиционных оптических

инструментов невозможно. Создание такой инфраструктуры будет являться заблаговременной инвестицией в систему контроля деформаций сооружения, поскольку она может быть передана после окончания строительства в ведение эксплуатирующей организации для дальнейшего мониторинга технического состояния сооружения. Можно взять пример Русского моста построенного во Владивостоке (Рис.2) через пролив Босфор Восточный где строители начали использовать инновационные системы мониторинга. После ввода моста в эксплуатацию комплексная система мониторинга объединит в себе систему контроля состояния конструкций, автоматизированную систему управления дорожным движением, охранную систему безопасности. Весь этот сложный механизм контроля направлен на то, чтобы сделать конструкцию моста стойкой для природных и техногенных катаклизмов, учесть возможные воздействия и минимизировать степень их влияния на сооружение, полностью обезопасить людей и транспорт. Основные задачи при строительстве этого моста, решаемые с помощью GPS, включали: - Геодезическое обоснование и разбивка осей опор и анкерных блоков. - Высокоточные измерения деформаций и смещений пилонов и подвесных кабелей. - Контроль положения несущих элементов в процессе монтажа пролетных строений. - Мониторинг поведения моста под нагрузкой в процессе эксплуатации.



Рисунок 2 – «Русский мост» в Владивостоке

Одним из основных направлений современного подземного строительства является обеспечение максимальной сохранности и эксплуатационной надёжности существующей застройки в совокупности с постоянным увеличением безопасности ведения строительных и проходческих работ. С этим непосредственно связана и еще одна современная тенденция применения

«высоких технологий» подземного строительства максимально возможная автоматизация ведения работ, начиная от использования систем спутниковой связи точного позиционирования GPS (Global Positioning System) при геодезическом и маркшейдерском обеспечении строительства и до применения автоматизированных щитовых комплексов и робототехники.

В зависимости от характера строительства сооружений выделяют четыре группы подземных сооружений: - проведение горных выработок по целевому проекту; - приспособление под объекты существующих горных выработок и естественных подземных полостей; - использование пористых геологических структур в недрах Земли; - комплексное освоение подземных пространств проведением горных выработок по целевому проекту и приспособлением ранее отработанных. Строительство тоннелей относится к первой группе работ. Тоннель, или туннель – горизонтальное или наклонное подземное сооружение, одно из измерений которого (длина) значительно превосходит по размерам два других (ширину и высоту). Это относит туннель к протяженным объектам, для которых характерны свои особенности, что также требует учета при геодезическом обеспечении. Тоннель может быть пешеходным, но чаще всего их создают при строительстве метрополитена, то есть для транспортных задач.

Использование GPS при тоннелестроении: 1) помогает точно определить координаты точек входа и выхода тоннеля, а также ключевых точек вдоль трассы. 2) Мониторинг деформаций: Отслеживание движений грунта: GPS-датчики, установленные на различных элементах тоннеля и вокруг него, позволяют отслеживать движения грунта и своевременно выявлять потенциальные деформации. 3) Оценка стабильности: Мониторинг деформаций позволяет оценить стабильность тоннеля и принять необходимые меры для обеспечения безопасности. 4) Контроль геометрии: GPS позволяет постоянно контролировать геометрические параметры выработки тоннеля, обеспечивая соответствие проекту. 5) Перенос проектных данных: С помощью GPS-оборудования проектные данные с высокой точностью переносятся на местность, что обеспечивает точное начало проходки тоннеля. 6) Создание точных цифровых моделей: GPS-данные используются для создания детальных трехмерных моделей местности и подземных структур. Это позволяет инженерам точно планировать трассу тоннеля, избегая препятствий и оптимизируя маршрут.

Внедрение технологий GPS в строительство приводит к значительному улучшению процессов, повышению точности и эффективности работ. От управления строительной техникой до геодезических измерений и безопасности на стройплощадке, GPS становится неотъемлемым инструментом в современной строительной индустрии. Постоянное развитие этой технологии будет

продолжать формировать будущее строительства, делая его более точным, быстрым и устойчивым.

Литература:

1. Дубровин Е.Н. и др. Проектирование производственных предприятий дорожного строительства. М.: Высш. школа, 1975.
2. Чумаченко А.Н. Использование GPS-технологий в мостостроении. - Транспортное строительство, 2010, № 9.
3. Руководство по контролю и обслуживанию мостовых сооружений с использованием GPS. - М.: Росавтодор, 2011.
4. Ранев А.В., Полосин М.Д. Устройство и эксплуатация дорожно-строительных машин: Учеб. для нач. проф. образования. - М.: ИРПО; Изд. Н
5. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. М.: Стройиздат, 1983.