

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ДОРОГИ ПРИЕМНИКАМИ СИГНАЛОВ GPS/ГЛОНАСС

При дорожном диагностировании автомобиля по параметрам разгона и выбега уклоны на дороге могут нежелательно повлиять на результаты испытаний. Поэтому необходимым условием является наличие данных о продольном профиле испытательной дороги. Как показал анализ по критерию расхода топлива, разрешающая способность средства измерения уклона должна быть лучше 0,0005...0,0015 (т.е. 0,5...1,5 ‰). Примерно такие же требования предъявляет экспертиза ДТП в случае торможения на мокрой или скользкой дороге. Кроме того, затраты на приобретение такого средства должны быть как можно меньше. Очевидно, наиболее точные результаты даст геодезическая съемка, но для этого требуется привлечение сторонних специалистов с дополнительными финансовыми затратами. Возможны также режимные ограничения.

Для ВУЗовских исследователей самым подходящим средством построения продольного профиля дороги представляются современные приемники спутниковых сигналов GPS/ГЛОНАСС, оформленные как автомобильный навигатор или карманный приемник и оснащенные барометрическим альтиметром. Аппараты эти достаточно дороги, но многие автомобилисты имеют их, и измерение высоты не потребует дополнительных затрат.

В течение ряда лет в ХНАДУ испытываются автомобили на участке дороги 1 класса длиной около 2,5 км с уклоном 17 ‰ (по паспорту дороги). Поведение автомобилей при движении накатом на спуске давало повод предположить, что уклон этот непостоянный. Измерения приемником Magellan SporTrak подтвердили это предположение (рис. 1). Более поздние измерения приемником Triton 500 также показали отклонения от линейности, но в других местах и с явной зависимостью от скорости (см. темно-серое поле).

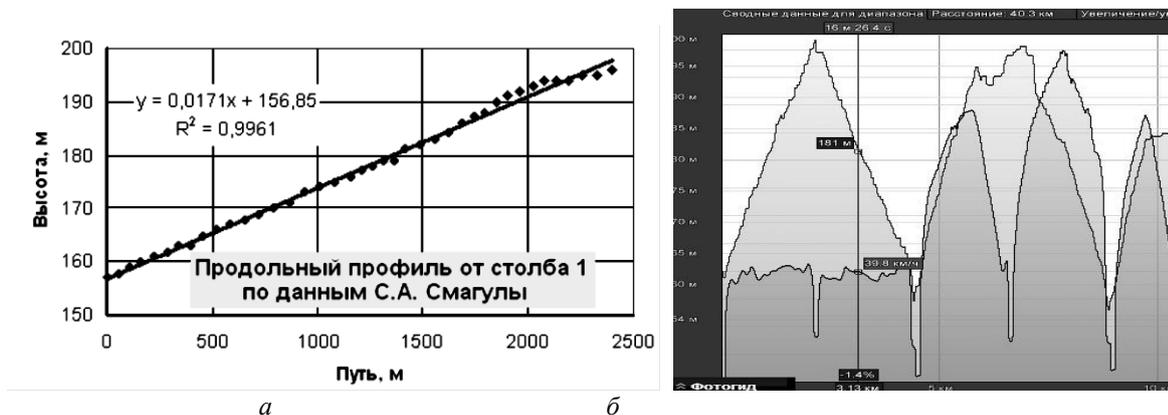
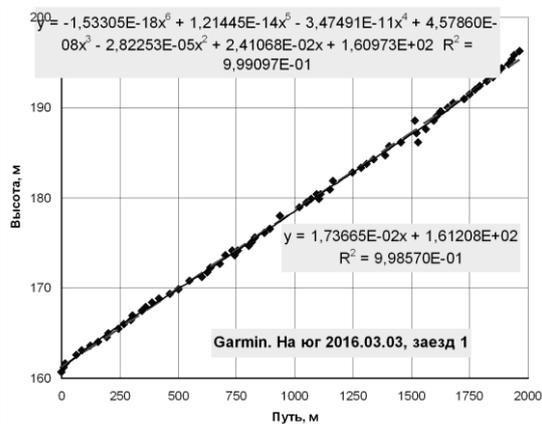


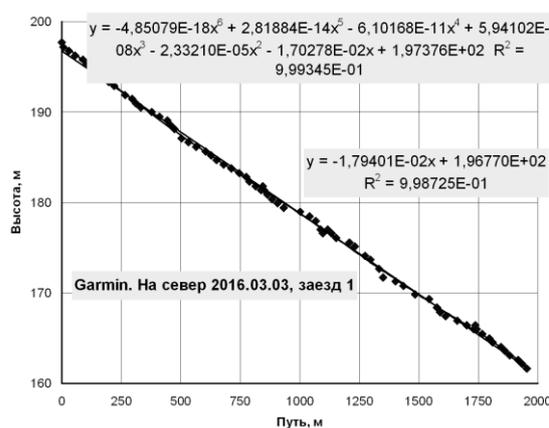
Рис. 1. Продольные профили, снятые приемниками Magellan SporTrak (а) и Triton 500 (б)

В последнее время использовался приемник GPS/ГЛОНАСС модели Garmin eTrex 30 с барометрическим альтиметром. Точность замера высот альтиметром значительно выше, чем дают спутниковые сигналы; разрешающая способность около 0,5 м. Однако повышенная чувствительность к изменениям атмосферного давления усложняет и сами измерения, и их обработку. После ряда проб определена процедура снятия продольного профиля дороги: оператор с приемником должен находиться внутри автомобиля с приоткрытым окном с подветренной стороны (т.е. если ветер дует справа, то открывать надо окно с левой стороны). Автомобиль должен двигаться с постоянной скоростью 30 км/ч или менее с как можно меньшими отклонениями скорости, без резких маневров. Замеры выполняются при проезде в прямом и обратном направлении с минимальными паузами. Количество пар замеров – две или более. При развороте автомобиля для движения в противоположном направлении закрыть окно с наветренной стороны и приоткрыть с подветренной. Не рекомендуется выполнять замеры с остановками в каждой точке – при этом из-за неизбежного изменения условий падает точность и возрастает разброс результатов.

При обработке данных считать искомыми точками моменты изменения индикации высоты. Обычно результаты измерения при движении на север и на юг заметно различаются (рис. 2). Однако различие это может измениться при введении поправок на атмосферное давление.



а)



б)

Рис. 2. Уклон дороги, замеренный при движении на юг (а) – 0,01736 и на север (б) – 0,01794

После внесения всех поправок приняты следующие характеристики уклона изученного участка дороги: среднее значение 17,742 ‰; профиль близок к линейному (корреляционное отношение – 0,99905), однако возможны заметные отклонения: по правилу двух сигм 95,4 % всех возможных случайных значений уклона лежат в пределах $\pm 1,60$ ‰, т.е. уклон может составлять от 16,14 до 19,34 ‰.

Необходимо признать, что в некоторых задачах линейное представление продольного профиля может оказаться слишком грубым. Чтобы проверить это предположение, зависимости высоты от пути были аппроксимированы полиномами.

стой степени, а затем вычислены разности между расчетными значениями высоты, вычисленными по линейной и полиномиальной аппроксимации. Эти разности показывают отклонения продольного профиля от линейности (рис. 3). Расхождения кривых, полученных при движении на север и на юг, очевидны, но форма их явно подобна, что заставляет допустить, что подобные отклонения действительно имеют место и сходный характер. Видимо, нужны более точные измерения другими средствами, поскольку все описанные результаты получены на пределе возможностей приемника спутниковых сигналов.



Рис. 3. Расчетные отклонения истинного продольного профиля дороги от средней прямой

В измерениях в разные периоды участвовали студенты ХНАДУ (бывшие и нынешние) Борисов И.В., Буравцев А.М., Никитин П.А., Полевой С.С., Смагула С.А., Тарасов С.П., Черножуков Н.А. и др. УДК 629.3.027