

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПАСПОРТИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Предложена методика определения геометрических параметров при проведении паспортизации автомобильных дорог, заключающаяся в поэтапном обследовании ИССО и измерении геометрических параметров. В основе методики лежит обеспечение единства измерений и контроль привязок по избыточной информации, что обеспечивает высокое качество работ.

Автомобильные дороги являются сложнейшими инженерными сооружениями, подверженными воздействию динамических нагрузок, климатических и других факторов. С течением времени под воздействием этих факторов технические и эксплуатационные характеристики автомобильных дорог ухудшаются. Уровень и динамика изменения характеристик зависит от многих факторов. Предельное значение ухудшения состояния дорог определяется нормативными документами. Для поддержания их в удовлетворительном состоянии необходимо эффективное планирование инвестиций в дорожную отрасль. А это, в свою очередь, возможно при достоверной оценке состояния геометрических и эксплуатационных характеристик автомобильных дорог, которую получают при проведении паспортизации и диагностики автомобильных дорог.

Технический учет и паспортизация автомобильных дорог производятся с целью получения данных о наличии дорог и дорожных сооружений, их протяженности и техническом состоянии для рационального планирования работ по строительству, реконструкции, ремонту и содержанию дорог. Элементами дороги, подлежащими техническому учету, являются: полоса отвода, земляное полотно, проезжая часть, искусственные сооружения, здания дорожной службы, дорожные инженерные устройства и обстановка дороги, озеленение дороги, здания автотранспортной службы.

Обобщенная структурная схема паспортизации автомобильных дорог приведена на рис. 1.

Работы по техническому учету и паспортизации делятся на полевые и камеральные.

Методика выполнения полевых работ заключается в поэтапном обследовании ИССО и измерении геометрических параметров.

В полевых работах рекомендуется выделить следующие этапы.

1. Планирование и подготовка материалов. На данном этапе необходимо ознакомиться с районом работ, техническим заданием, имеющимися тонкостями и сложностью топографических и организационных условий, проанализировать все имеющиеся материалы, проверить и выполнить юстировку приборов и механизмов, запланировать последовательность работ, определить размещение производственных баз и пр. От тщательности выполнения данного этапа во многом зависит слаженность работы подразделений, сроки выполнения работ, а значит качество и успешность всего проекта в целом.

2. Закрепление начала и конца автодороги. На этом этапе необходимо выехать на объект работ (как правило, с представителем заказчика и подрядчика, эксплуатирующего данную дорогу) и закрепить важнейшие характеристики дороги на местности. На каждую дорогу следует составить акт закрепления со

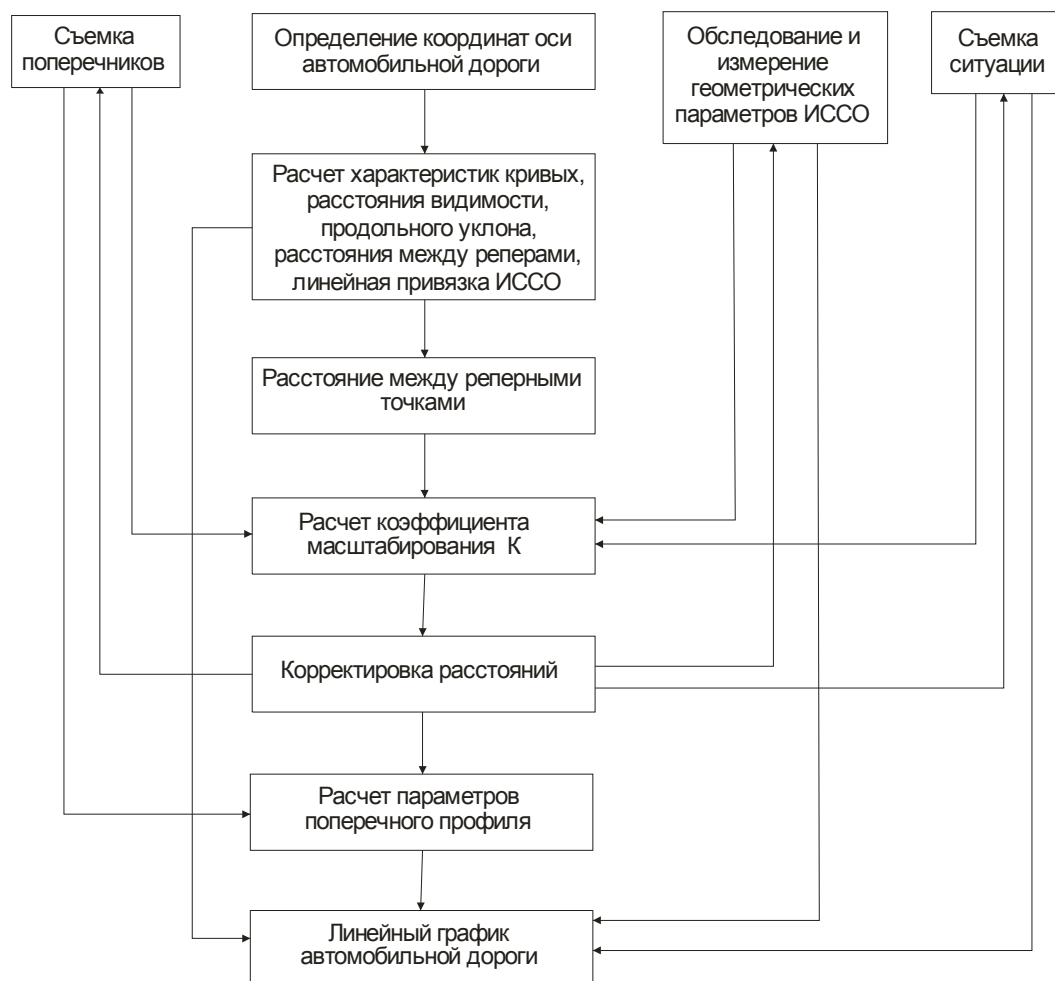


Рис. 1. Обобщенная структурная схема паспортизации автомобильных дорог

словесным описанием начала и конца дороги и абрисом местности. Акт закрепления подписывается организацией, проводящей паспортизацию, заказчиком, представителем местной администрации и местным земельным комитетом.

3. *Определение координат GPS аппаратурой.* С целью последующего определения геометрических элементов дороги и заполнения базы данных ГИС выполняются следующие действия. Координируются ось дороги, «замечательные» (пикетажные) точки, границы землеотвода. Для обеспечения единства измерений на каждом пятом километровом знаке закрепляется временный репер. Начало и конец автомобильной дороги определяется по схеме закрепления границ, приведенной в акте закрепления границ. Фиксируются (координируются) все объекты, находящиеся на автомобильной дороге. Цель обработки данных — получить значение линейной координаты объекта (см. таблицу).

Линейные координаты объекта

№	Объект	Линейная координата
1	Ограждение металлическое	7244,2
	начало	7295,0
2	Километровый знак № 8	8059,3
3	Примыкание слева	8156,8
4	Водопропускная труба	9015,1
5	ЛЭП	9711,7

4. *Обследование и определение геометрических параметров искусственных сооружений (ИССО).* Линейная привязка ИССО выполняется прибором «Куратор», разработанным в СГУПС. Прибор оснащен датчиком пути одометрического типа. На всех временных реперных пунктах, расположенных через пять километров, выполняется привязка линейной координаты.

5. *Съемка ситуации в границах ± 50 м от оси дороги.* Линейная привязка контуров и других объектов выполняется с использованием прибора «Профиль». Так же как и на втором этапе на всех реперных пунктах выполняется линейная привязка.

6. *Съемка поперечников (съемка поперечного профиля дороги).* Схема съемки поперечников приведена на рис. 2.

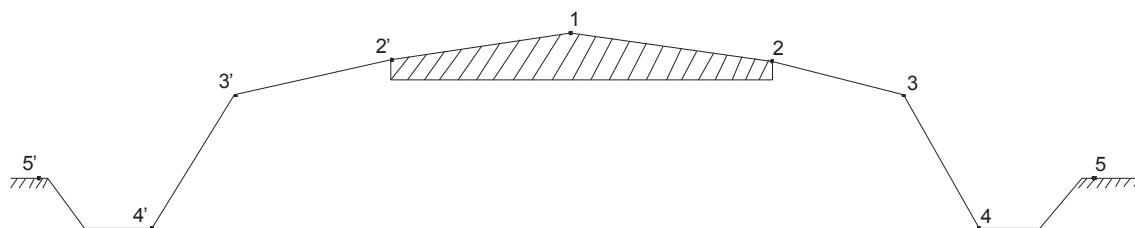


Рис. 2. Схема съемки поперечников

Съемка поперечного профиля выполняется с использованием спутниковых приемников позиционирования. Расстояние по оси дороги между поперечными профилями измеряются с использованием прибора «Профиль» ДПЛ СГУПСа. На реперных пунктах выполняется привязка и обнуление расстояния. Это связано с исключением невязки по линейной координате, так как накопление невязки приводит к смещению фактического поперечного профиля относительно проектного местоположения. При постобработке определяется точное значение линейной координаты i -го поперечного профиля. Далее в поле выполняются другие виды работ, не относящиеся к геометрическим параметрам.

Камеральная обработка полевых материалов выполняется с целью определения дополнительных характеристик объектов, контроля качества, представления в необходимом виде и надлежащего оформления.

Обработка данных, полученных при проведении полевых работ, выполняется с использованием программного комплекса, разработанного в СГУПСе «Geomaster».

Методика обработки заключается в обеспечении единства измерений и контроля линейной координаты для объектов, линейная привязка которых выполнялась на различных этапах. Например, привязка водопропускной трубы выполнялась на первом этапе при определении координат оси пути, на этапе обследования ИССО и на стадии съемки ситуации по косвенным признакам (рис. 3).

Таким образом, в основе методики лежит обеспечение единства измерений и контроль привязок по избыточной информации. Этот подход обеспечивает высокое качество работ. Координаты оси дороги вычисляются с использованием Trimble Geomatic Office. По координатам оси рассчитывается расстояние (линейная координата), расстояние между реперными пунктами, расстояние видимости, характеристики кривых, продольные уклоны.

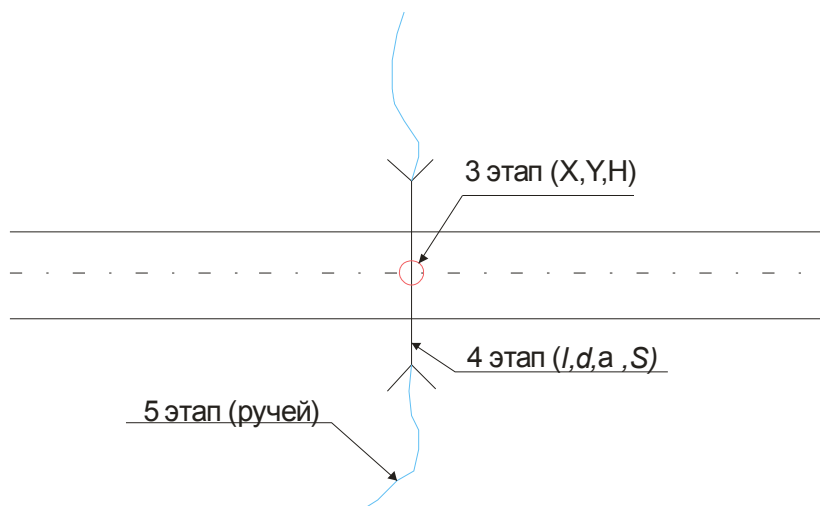


Рис. 3. Контроль линейной привязки

Расстояния (линейные координаты) рассчитываются по формуле

$$S = \sum_1^n \Delta S, \quad (1)$$

$$\Delta S = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2},$$

$$\Delta x = x_{i+1} - x_i, \Delta y = y_{i+1} - y_i,$$

где x_{i+1} , y_{i+1} , x_i , y_i — соответственно текущие координаты точек маршрута.

Расстояние между реперными S_p пунктами определяется по формуле

$$S_p = \sum_{n_p(j)}^{n_p(j+1)} \Delta S, \quad (2)$$

где $n_{p(j)}$ — количество отрезков пути между смежными реперами.

Характеристики кривых определяются с использованием программы «Geomaster» по стрелам изгиба. Радиус определяется по формуле

$$R = \frac{L^2}{8b}, \quad (3)$$

где L — длина хорды, b — стрела изгиба.

Продольный уклон определяется с использованием программы «Geomaster» по формуле

$$\alpha = \arctg \frac{H_{i+1} - H_i}{S}, \quad (4)$$

где H_i — текущие высотные отметки, S — расстояние между точками.

Продольный уклон не выводится в отчетные форматы данных, если его величина не превышает 15 ‰.

Таким образом, наиболее трудоемкая часть измерений и расчетов полностью автоматизирована.

После расчета расстояний между реперными пунктами выполняются расчеты коэффициентов масштабирования K расстояний, полученных одометрическим датчиком на различных этапах по формуле

$$K = \frac{S_p}{S_{0_{j+1}} - S_{0_j}}, \quad (5)$$

где S_p — расстояние, вычисленное по текущим координатам оси автомобильной дороги; S_0 — текущее расстояние на j -м и $(j + 1)$ -м реперах.

Коэффициент масштабирования K рассчитывается для всех отрезков пути между реперными пунктами. После расчета коэффициента K выполняется расчет расстояний, измеренных одометрическими датчиками по формуле

$$S_{\text{исп}_i} = K S_i, \quad (6)$$

где S_i , $S_{\text{исп}_i}$ — соответственно расстояние измеренное и расстояние приведенное к расстоянию вычисленному по координатам.

Расчет параметров поперечного профиля выполняется по формулам:

— ширина проезжей части

$$S_{\text{пр.ч.}} = \sqrt{\Delta x_2^2 + \Delta y_2^2}, \quad (7)$$

где $\Delta x = x'_2 - x_2$, $\Delta y = y'_2 - y_2$;

— ширина обочин:

1) правая

$$\Delta S_{\text{п}} = \sqrt{(\Delta x)_{2-3}^2 + (\Delta y)_{2-3}^2},$$

где $\Delta x_{2-3} = x_2 - x_3$, $\Delta y_{2-3} = y_2 - y_3$;

2) левая

$$\Delta S_{\text{л}} = \sqrt{(\Delta x)_{2-3}^2 + (\Delta y)_{2-3}^2},$$

где $\Delta x_{2-3} = x_2 - x_3$, $\Delta y_{2-3} = y_2 - y_3$;

— высота насыпи

$$\Delta H_{1-5} = H_1 - H_5,$$

$$\Delta H = H_1 - H_5,$$

$$\Delta H_{\text{ср}} = \frac{\Delta H_{1-5} + \Delta H_{1-5'}}{2};$$

— заложение откосов

1) правое

$$\left(\frac{1}{m} \right)_{\text{п}} = \frac{H_{3-4}}{S_{2-4}},$$

где $\Delta H_{3-4} = H_3 - H_4$, $\Delta S_{2-4} = \sqrt{(\Delta x)_{2-4}^2 + (\Delta y)_{2-4}^2}$, $\Delta x_{2-4} = x_2 - x_4$, $\Delta y_{2-4} = y_2 - y_4$;

2) левое

$$\left(\frac{1}{m} \right)_{\text{л}} = \frac{H_{3'-4'}}{S_{2'-4'}},$$

где $\Delta H_{3'-4'} = H_{3'} - H_{4'}$, $\Delta S_{2'-4'} = \sqrt{(\Delta x)_{2'-4'}^2 + (\Delta y)_{2'-4'}^2}$, $\Delta x_{2'-4'} = x_{2'} - x_{4'}$, $\Delta y_{2'-4'} = y_{2'} - y_{4'}$.

Строятся линейные графики автомобильных дорог.

Автоматизация полевых и камеральных работ позволяет повысить производительность и качество работ, а также значительно уменьшить себестоимость определения геометрических параметров.

Наличие паспортных данных автомобильных дорог позволяет повысить эффективность расходования бюджетных средств дорожной отрасли.