

ЗАТРАТЫ ВРЕМЕНИ НА ПРОИЗВОДСТВО НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОБЪЕМОВ РАБОТ ПРИ РЕМОНТЕ УЧАСТКА АВТОДОРОГИ «АЛЕЙСК-РОДИНО-КУЛУНДА-ГРАНИЦА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»

Б. Ф. Азаров, М. А. Осипова

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

В статье рассмотрен вопрос количественной оценки времени, затраченного на производство работ по лазерному сканированию на участке автомобильной дороги «Алейск-Родино-Кулунда-граница Республики Казахстан» в целом, а также и чистого времени сканирования. Описаны особенности производства наземного лазерного сканирования для определения объемов работ по ремонту дорожного полотна участка территориальной автомобильной дороги IP-371. Приведены количественные характеристики времени, затраченного на производство работ по наземному лазерному сканированию этих участков.

Ключевые слова: наземное лазерное сканирование, лазерный сканер GLS-1500 TOPCON, время сканирования, ремонт дорожного полотна, съемочное обоснование.

Участок работ располагался на интервале между 112+500 и 114+500 км автодороги «Алейск-Родино-Кулунда-граница Республики Казахстан». Дорога относится к III-ей технической категории с асфальтобетонным покрытием, интенсивность движения 4426 автомобилей в сутки (на 2015 год) [1]. Рельеф участка работ равнинный, эолово-аллювиальный на пластовом основании (рисунок 1). Климат континентальный. Средняя температура января -18°C , июля $+19^{\circ}\text{C}$. Годовое количество атмосферных осадков 340 мм. Перепад высот на участке составляет 9,3 м с повышением с востока на запад и юго-запад (от 112+500 км к 114+500 км). Данный

участок дороги является частью туристического направления, которое ведет в г. Яровое и к Завьяловским озерам, поэтому нагрузка на дорожную поверхность в летний период особенно высока [2].

В статье рассматривается вопрос количественной оценки времени, затраченного на производство работ по многократному лазерному сканированию исследуемого участка автодороги как в целом, так и чистого времени сканирования, т.е. того, которое было затрачено на получение сканов и панорамных фотографий автодороги.



Рисунок 1 – Вид участка работ в Google earth

ЗАТРАТЫ ВРЕМЕНИ НА ПРОИЗВОДСТВО НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ
ДЛЯ ОЦЕНКИ ОБЪЕМОВ РАБОТ ПРИ РЕМОНТЕ УЧАСТКА АВТОДОРОГИ
«АЛЕЙСК-РОДИНО-КУЛУНДА-ГРАНИЦА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»

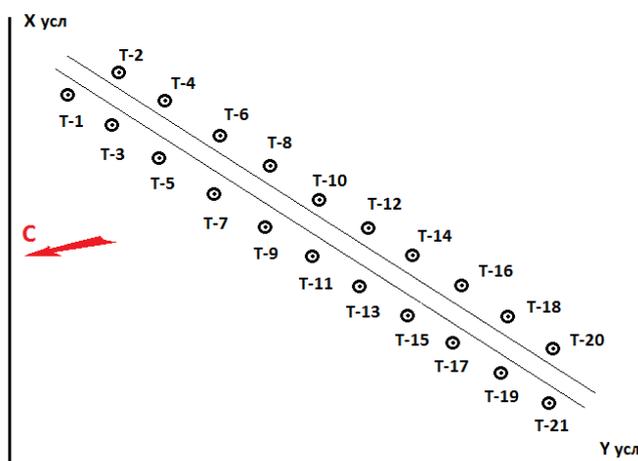


Рисунок 2 – Схема закрепления точек плано-высотного съемочного обоснования

Сканирование выполнялось в пределах секторов от 180° до 210° и охватывало как минимум от 8-10 до 15 м дорожного полотна и обочин.

Плано-высотное обоснование для производства наземного лазерного сканирования на исследуемом участке автодороги создавалось в виде закрепленных на местности в среднем через 200 м в шахматном порядке точек на обеих обочинах дороги вне зоны работы строительных машин и механизмов (рисунок 2). Точки фиксировались металлическими штырями диаметром 12 мм и маркировались специальной лентой. Координаты и высоты точек съемочного обоснования определялись тахеометром методом полярной засечки в условной системе координат и высот. Регистрация результатов сканирования осуществлялась путем обратной линейно-угловой засечки по двум пунктам [3] в программе ScanMaster с использованием функции «Засечка» [4].

Для количественной оценки объемов выполненных при ремонте дорожного полотна работ с помощью технологии наземного лазерного сканирования участок автодороги IP 371 протяженностью 2 км сканировался трижды. Первоначально сканировалось исходное состояние дорожного полотна, затем повторно выполнялось сканирование для фиксации положения дорожного полотна после укладки выравнивающего слоя. Третий раз сканирование выполнялось для определения положения дорожного полотна после укладки верхнего слоя дорожного полотна.

Сканирование исходного состояния дорожного полотна осуществлялось 28.07.2016 г с 10 стоянок прибора. Сканер устанавливался на обочине дороги примерно посере-

дине между смежными точками съемочного обоснования.

Повторное сканирование исследуемого участка автодороги выполнялось 06.09.2016 г. после того, как на первом километровом отрезке (112+500 км – 113+500 км) были закончены работы по укладке верхнего слоя дорожного полотна, а на втором километровом отрезке (113+500 км – 114+500 км) частично проводилась укладка верхнего слоя дорожного полотна на половине проезжей части (на участке длиной около 320 м) поверх выравнивающего слоя.

Сканирование проводилось с 12 станций по той же технологической схеме, что и при первоначальном сканировании. Разница была лишь в том, что на большинстве станций (на 9 из 12) взаимное расположение марок было несколько иным, чем при сканировании исходного состояния дорожного полотна. Если при первоначальном сканировании на 9 станциях из 10 сканер располагался на обочине, противоположной той, на которой были установлены специальные марки над точками съемочного обоснования (при этом сканер находился примерно посередине между марками), то при повторном сканировании на большинстве станций марки располагались по обеим обочинам дороги, причем одна из них находилась вблизи прибора (в 15-25 м).

Сканирование верхнего слоя дорожного полотна на всем исследуемом участке осуществлялось 28.09.2016 г. с 14 стоянок прибора. Для этого на каждой сканерной станции осуществлялось сканирование двух марок, установленных на точках съемочного обоснования. Для того чтобы повысить информативность сканирования и учитывая плохую отражающую способность свежеложенного

асфальта (0,06-0,08), на сканируемом участке автодороги на большинстве станций сканер устанавливался примерно посередине между смежными марками, т.е. на расстоянии около 100 м от них. При этом для 8 станций сканировались марки, расположенные по обе стороны дорожного полотна, а для 6 – марки, расположенные на одной стороне. В последнем случае сканер располагался на той же обочине, где и сканируемые марки.

Всего на производство работ по трехкратному наземному лазерному сканированию на исследуемом участке автодороги было затрачено 3 рабочих дня. Характеристики общего времени сканирования данного участка представлены в таблице 1.

Данные о времени сканирования на каждой станции заносились в журнал наблюдений. При этом фиксировалось время начала и окончания работы на станции (так называемое «грязное время» сканирования) и время, затраченное прибором на собственно сканирование участка автодороги (так называемое «чистое время» сканирования). «Грязное время» складывалось из времени, ушедшего на процесс подготовки к измерениям:

прогрев сканера после его установки на штатив и включения (3-5 минут), сканирование двух специальных марок, установленных на смежных точках съёмочного обоснования (1-2 минуты на каждую марку), задание области и параметров сканирования [3] (дальности измерений, шага сканирования по горизонту и высоте, задание типа данных сканирования), а также собственно время, затраченное на измерения и создание панорамных фотографий («чистое время» сканирования). Следует отметить, что в общем случае «чистое время» в основном зависит от задаваемой дальности измерений и шага сканирования по горизонту. Дальность измерений для всех трех дат сканирования устанавливалась равной 150 м. Шаг сканирования по горизонту задавался в линейной мере и принимался максимально возможным для прибора GLS-1500 – 1 м [4]. Шаг сканирования по высоте принимался равным 20 мм, что существенно на увеличение собственно времени сканирования не влияло.

В таблице 2 представлены затраты времени при трехкратном сканировании исследуемого участка.

Таблица 1 – Общее время сканирования по датам на исследуемом участке автодороги

дата	время работы	число станций	общее время	длина участка, м
28.07.16	12 ^h 00 ^m -18 ^h 30 ^m	10	6 ^h 30 ^m	2000
06.09.16	12 ^h 30 ^m -20 ^h 00 ^m	12	7 ^h 30 ^m	2000
28.09.16	10 ^h 00 ^m -16 ^h 30 ^m	14	6 ^h 30 ^m	2000
Всего:		36	20 ^h 30 ^m	6000

Таблица 2 – Затраты времени на производство сканирования

Дата сканирования	№ станции	«грязное» время, мин	время сканирования, мин	время фотографирования, мин	«чистое» время, мин
1	2	3	4	5	6
28.07.2016	1	24	4,6	1,25	5,85
	2	28	4,6	1,35	5,95
	3	20	4,6	1,35	5,95
	4	20	4,6	1,35	5,95
	5	19	4,6	1,35	5,95
	6	41	4,6	1,35	5,95
	7	29	4,6	1,35	5,95
	8	35	4,7	1,35	6,05
	9	25	4,6	1,35	5,95
	10	31	4,6	1,35	5,95
06.09.2016	11	25	4,7	1,35	6,05
	12	20	4,7	1,35	6,05
	13	25	4,7	1,35	6,05
	14	25	4,7	1,35	6,05
	15	24	4,7	1,35	6,05
	16	28	4,65	1,35	6,00

**ЗАТРАТЫ ВРЕМЕНИ НА ПРОИЗВОДСТВО НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ
ДЛЯ ОЦЕНКИ ОБЪЕМОВ РАБОТ ПРИ РЕМОНТЕ УЧАСТКА АВТОДОРОГИ
«АЛЕЙСК-РОДИНО-КУЛУНДА-ГРАНИЦА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»**

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
06.09.2016	17	20	4,65	1,35	6,00
	18	24	4,6	1,35	5,95
	19	48	4,65	1,35	6,00
	20	22	4,65	1,35	6,00
	21	20	4,7	1,25	5,95
	22	26	4,7	1,35	6,05
28.09.2016	23	25	4,6	1,35	5,95
	24	18	4,7	1,35	6,05
	25	20	4,6	1,25	5,85
	26	19	4,6	1,35	5,95
	27	21	4,65	1,25	5,90
	28	19	4,65	1,25	5,90
	29	23	4,65	1,35	6,00
	30	19	4,65	1,35	6,00
	31	18	4,65	1,25	5,90
	32	20	4,7	1,35	6,05
	33	17	4,7	1,25	5,95
	34	18	4,65	1,25	5,90
	35	18	4,7	1,35	6,05
	36	20	4,7	1,35	6,05
среднее		22,1	4,65	1,33	5,98

Примечание: при осреднении «грязного» времени сканирования выделенные жирным шрифтом значения в обработку не принимались. Увеличение времени сканирования на станциях 6 и 8 было связано с многократным сканированием специальных марок (5 и 3 раза соответственно) и техническим перерывом в работе на станции 19.

Данные таблицы 2 позволяют сделать следующие выводы:

1) при заданных параметрах сканирования (дальность измерений $R = 150$ м, шаг сканирования по горизонту $H = 1$ м, шаг сканирования по вертикали $V = 20$ мм) среднее время от начала до окончания работы на станции при сканировании, составило 22 мин.;

2) среднее общее время сканирования на станции составило 6 минут (время собственно сканирования – 4,65 мин, время на фотографирование – 1,33 мин);

3) доля времени на фотографирование от общего времени составила около 1/5 (22%) при соотношении времени фотографирования к «чистому» времени сканирования 2:7 (или 29%).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Генеральный план Муниципального образования Родинский сельсовет Родинского района Алтайского края. Пояснительная записка, Том II.

Положения о территориальном планировании. ЗАО «ЗАПСИБНИИПРОЕКТ», Барнаул, 2009 г.

2. Электронный ресурс: http://rodino22.ru/pic/file/polozheniya_o_territorialnom_planirovanii_gp_1.doc.

3. Электронный ресурс: http://www.altaregion22.ru/territory/regions/romrain/news/?ELEMENT_ID=521434э

4. Азаров, Б. Ф. Использование лазерного сканера GLS 1500 Торсон для проведения инженерно-геодезических изысканий / Б. Ф. Азаров // Ползуновский вестник. – 2014. – № 1. – С. 6-9.

5. Руководство пользователя ScanMaster. – Торсон Corp., 2010. – 144 с.

Азаров Б.Ф. – к.т.н., доцент кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: stf-ofigig@mail.ru.

Осипова М.А. – к.г.-м.н., доцент кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: stf-ofigig@mail.ru.