

ОЦЕНКА ВРЕМЕННЫХ ЗАТРАТ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ НА УЧАСТКАХ ЧУЙСКОГО ТРАКТА 880-893, 931-942 КМ

Б. Ф. Азаров

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 участках Чуйского тракта 880-893, 931-942 км в целом, так и чистого времени сканирования. Описаны особенности производства работ по наземному лазерному сканированию при выполнении инженерно-геодезических изысканий для ремонта данных участков автомобильной дороги Р-256 «Чуйский тракт». 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, инженерно-геодезические изыскания, съемочное обоснование, Чуйский тракт.

Участок Чуйского тракта 880-893 км – автодорога III категории, асфальтированная, находится в межгорной котловине и частично проходит через райцентр Кош-Агач (с 890 по 893 км, рисунок 1). Абсолютные отметки на участке составляют от 1745 до 1833 м над уровнем моря. Кош-Агач и прилегающие территории находятся в Чуйской степи, поэтому отличаются очень суровым резко-континентальным климатом. Абсолютный максимум температуры составляет +38°C, а абсолютный минимум -62°C. Таким образом, разница между максимальной и минимальной температурами составляет 100°C, что относит климат этой территории к разряду экстремальных. Велики суточные колебания температуры, особенно летом. В течение года осадков выпадает в среднем около 100 мм в год. Количество солнечных дней в году – более трехсот, что делает Кош-Агачский район одним из самых солнечных мест России. Второй участок – 931-942 км Чуйского тракта проходит по южной части Чуйской степи и заканчивается в поселке Ташанта – последнем поселении на Чуйском тракте перед границей с Монголией (рисунок 2). Абсолютные отметки на участке составляют от 1989 до 2086 м над уровнем моря. Участок дороги асфальтирован, расположен на насыпи высотой до 2 м, имеет две полосы движения, идет практически по прямой в юго-западном направлении до поворота на пос. Ташанта.

На первом участке работы по лазерному сканированию данного участка выполнялись с 18 по 22 апреля 2015 г. с целью выполнения инженерно-геодезических изысканий для ремонта участка автомобильной дороги Р-256 «Чуйский тракт» Новосибирск – Барнаул – Горно-Алтайск – граница с Монголией, км 880+000 – км 893+000. На втором участке работы по сканированию проводились с 24 по 27 апреля 2016 г. с целью выполнения инженерно-геодезических изысканий для капитального ремонта участка автомобильной дороги Р-256 «Чуйский тракт» Новосибирск – Барнаул – Горно-Алтайск – граница с Монголией, км 931+000 – км 937+000, км 937+925 – км 941+800.

Целью данной работы является количественная оценка времени, затраченного как на производство работ по лазерному сканированию на первом (13 км автодороги) и втором (10,8 км автодороги) участках в целом, так и чистого времени сканирования, т.е. того, которое было затрачено на получение сканов и панорамных фотографий автодороги. Сканирование выполнялось секторами от 180° до 230° и охватывало от 10-12 до 20-25 м дорожного полотна и обочин. При этом прибор располагался примерно посередине между точками съемочного обоснования либо на обочине дороги, либо на возвышенности на удалении 15-20 м от ее оси.



Рисунок 1 – Участок федеральной трассы Р-256 (М-52) «Чуйский тракт» 880-893 км



Рисунок 2 – Участок федеральной трассы Р-256 (М-52) «Чуйский тракт» 931-942 км

На первом участке съемочное обоснование для выполнения топографической съемки создавалось заранее, как правило, на обочине автодороги. Количество точек съемочного обоснования в пределах участка – 75. Среднее расстояние между точками съемочного обоснования составило 178 м, максимальное – 266 м, минимальное – 79 м (на повороте автодороги). При общей длине участка 13 км плотность пунктов съемочного обоснования составила 1 пункт на 173 м автодороги, или 5-6 пунктов на погонный километр. Регистрация результатов сканирования осуществлялась путем обратной линейно-угловой засечки по двум пунктам [1] в программе ScanMaster с использованием функции «Засечка» [2]. При этом координаты пунктов задавались в системе координат МСК-04, а высоты – Балтийской системе 1977 г. Всего на производство работ по наземному лазерному

сканированию первого участка было затрачено 4,5 дня. Характеристики сканирования данного участка представлены в таблице 1.

На втором участке съемочное обоснование для выполнения топографической съемки создавалось заранее, на удалении в 20-30 м от оси дороги, причем расстояния между точками съемочного обоснования лежали в пределах от 200 до 350 м при средней длине 286 м. Поэтому для обеспечения необходимой плотности сканерных станций параллельно с процессом сканирования осуществлялось сгущение съемочного обоснования методом полярной засечки с использованием электронного тахеометра. Количество точек съемочного обоснования в пределах участка было доведено с 33 до 69. Среднее расстояние между точками съемочного обоснования составило 156 м, максимальное

**ОЦЕНКА ВРЕМЕННЫХ ЗАТРАТ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ
ИЗЫСКАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ
НА УЧАСТКАХ ЧУЙСКОГО ТРАКТА 880-893, 931-942 КМ**

– 252 м, минимальное – 37 м (на въезде в населенный пункт). При общей длине участка 10,8 км плотность пунктов съёмочного обоснования составила 1 пункт на 156 м автодороги, или 6 пунктов на погонный километр. Регистрация результатов сканирования осуществлялась тем же способом, что и на первом участке: путем обратной линейно-угловой засечки по двум пунктам в программе ScanMaster с использованием функции «Засечка». Координаты пунктов задавались в системе координат МСК-04, а высоты – Балтийской системе 1977 г.

Всего на производство работ по наземному лазерному сканированию второго участка было затрачено 3,5 дня. Характеристики сканирования данного участка представлены в таблице 2.

Выполним анализ результатов сканирования по сканерным станциям

(местам установки сканера) на первом и втором участках.

Данные о времени сканирования на каждой станции заносятся в журнал наблюдений. При этом фиксировалось время начала и окончания работы на станции («грязное время» сканирования) и время, затраченное сканером собственно на сканирование участка автодороги («чистое время» сканирования). «Грязное время» складывалось из времени на подготовку к измерениям и прогрев сканера после его установки на штатив и его включения (3-5 минут), времени, затраченном на сканирование двух специальных марок, установленных на смежных точках съёмочного обоснования (1,5-2 минуты на каждую марку), и времени на задание области и параметров сканирования [1] (дальности измерений, шага сканирования по

Таблица 1 – Время сканирования по дням на участке 880-893 км

дата	время работы	число станций	время работы	число станций	общее время	общее число станций	длина участка, м
18.04.15	8 ^h 40 ^m -13 ^h 20 ^m	9	14 ^h 00 ^m -17 ^h 30 ^m	7	8 ^h 10 ^m	16	4014
19.04.15	8 ^h 20 ^m -12 ^h 55 ^m	10	14 ^h 30 ^m -17 ^h 25 ^m	6	7 ^h 30 ^m	16	3085
							(1099 - повторно)
20.04.15	8 ^h 15 ^m -12 ^h 45 ^m	9	13 ^h 35 ^m -17 ^h 35 ^m	8	8 ^h 30 ^m	17	3317
21.04.15	8 ^h 40 ^m -13 ^h 10 ^m	9	14 ^h 15 ^m -19 ^h 15 ^m	10	9 ^h 30 ^m	19	3020
22.04.15	5 ^h 20 ^m -8 ^h 35 ^m	7	-	-	3 ^h 25 ^m	7	1160
		44		31	37 ^h 05 ^m	75	13495 ^{*)}

Примечание: ^{*)} сумма длин отсканированных участков превышает общую длину 13 км, т.к. точки съёмочного обоснования создавались с «перекрытием» около 200 м в обе стороны от начала и конца участка дороги 880-893 км.

Таблица 2 – Время сканирования по дням на участке 931-942 км

дата	время работы	число станций	время работы	число станций	общее время	общее число станций	длина участка, м
24.04.16	8 ^h 20 ^m -12 ^h 00 ^m	8	13 ^h 30 ^m -17 ^h 40 ^m	8	7 ^h 55 ^m	16	2542
25.04.16	8 ^h 15 ^m -12 ^h 45 ^m	8	13 ^h 20 ^m -19 ^h 30 ^m	16	10 ^h 40 ^m	24	3720
26.04.16	8 ^h 30 ^m -12 ^h 50 ^m	8	14 ^h 00 ^m -19 ^h 30 ^m	10	9 ^h 50 ^m ^{*)}	18	2941
27.04.16	8 ^h 30 ^m -13 ^h 00 ^m	9	-	-	4 ^h 30 ^m	9	1621
		33		34	33 ^h 00 ^m	67	10825

Примечание: ^{*)} на одной из сканерных станций из-за шквального ветра на измерения было затрачено 54 минуты.

Таблица 3 – Оценка временных затрат на производство сканирования

Длина участка, км	Дальность R, м	Количество станций	«грязное время» сканирования, мин	«чистое время» сканирования, мин
13	125	12	17,5	5,1
	150	61	20	6,1
11	150	63	18,5	6,5
	175	1	17	5,7

горизонту и высоте, задание типа данных сканирования), и собственно времени измерений и создания панорамных фотографий («чистое время» сканирования).

Отметим, что «чистое время» в сканировании в основном зависит от устанавливаемой дальности измерений и шага сканирования по горизонту.

Шаг сканирования по горизонту на всех станциях задавался в линейной мере и принимался равным 1 м (максимально возможным для прибора GLS-1500) [2].

Шаг сканирования по высоте на всех станциях принимался равным 20 мм.

Время на создание панорамных снимков области сканирования составляло в среднем 20-25% от общего времени «чистого сканирования» при улучшенном качестве фотографирования «FINE».

На первом участке время сканирования оценивалось по 73 станциям. При этом на 12 станциях задавалась дальность сканирования $R = 125$ м, на 61 станции задавалась дальность $R = 150$ м.

Среднее «грязное время» сканирования на станции при $R = 125$ м составило 17,5 минут, «чистое время» сканирования и фотографирования – 5,1 минут. Соответственно, для $R = 150$ м среднее «грязное время» сканирования на станции составило 20 минут, «чистое время»

сканирования и фотографирования – 6,1 минут.

На втором участке время сканирования оценивалось по 64 станциям. При этом на 63 станциях задавалась дальность $R = 150$ м, на 1 станции задавалась дальность $R = 175$ м. Шаг сканирования по высоте на всех 64 станциях принимался равным 20 мм.

Среднее «грязное время» сканирования на станции при $R = 150$ м среднее «грязное время» сканирования на станции составило 18,5 минут, «чистое время» сканирования и фотографирования – 6,5 минут.

Для $R = 175$ м «грязное время» сканирования на станции составило 17 мин, «чистое время» сканирования и фотографирования – 5,7 минут.

Временные затраты по сканированию обоих участков представлены в таблице 3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азаров, Б. Ф. Использование лазерного сканера GLS-1500 Торсон для проведения инженерно-геодезических изысканий / Б. Ф. Азаров // Ползуновский вестник. – 2014. – № 1. – С. 6-9.
2. Руководство пользователя ScanMaster. – Торсон Corp., 2010.

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.