

2. Тейлор, Х. Химия цемента. – М: Мир, – 1996. – 560 с.

3. Козлова, В. К. Продукты гидратации кальцево-силикатных фаз цемента и смешанных вяжущих веществ / В. К. Козлова, Ю. В. Карпова, Ю. А. Ильевский. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2005. – 163 с.

4. Хижинков, О. В. Силикатный кирпич с комплексными добавками на основе пыли-уноса цементных печей: автореф. дис. ... канд. технич. наук. – Барнаул, 2000. – 23 с.

**Вольф А.В.** – к.т.н., доцент кафедры «Технология и механизация строительства»

ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: volf.anna@mail.ru.

**Божок Е.В.** – аспирант ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: dmbozhok@gmail.com.

**Ермолаев А.А.** – магистрант ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: schurik\_90@mail.ru.

УДК 528.48:721.222

## **ОЦЕНКА ВРЕМЕННЫХ ЗАТРАТ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ НА УЧАСТКАХ ЧУЙСКОГО ТРАКТА 698-703+250, 706-718 КМ**

**Е. И. Вяткина**

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 698-703+250, 706-718 км в целом, так и чистого времени сканирования. Описаны особенности производства работ по наземному лазерному сканированию при выполнении инженерно-геодезических изысканий для капитального 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.

Участки Чуйского тракта 698-703+250, 706-718 км – автодорога III категории, асфальтированная, находятся в Онгудайском районе Республики Алтай в окрестностях села Иня, расположенного на месте слияния реки Катунь с рекой Иня (соответственно, первый участок на левом берегу р. Катунь (рисунок 1) и второй – на правом (рисунок 2). Абсолютные отметки на первом участке составляют от 740 до 765 м над уровнем моря, на втором – от 733 до 827 м над уровнем моря. В окружении участка Чуйского тракта имеются почти безлесые невысокие горы высотой 1000-1500 м.

На первом участке работы по лазерному сканированию данного участка выполнялись

с 19 по 20 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 698+000 – км 703+241.

На втором участке работы по сканированию проводились с 20 по 22 апреля и с 27 по 28 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 706+000 – км 718+000.

ОЦЕНКА ВРЕМЕННЫХ ЗАТРАТ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ  
ИЗЫСКАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ  
НА УЧАСТКАХ ЧУЙСКОГО ТРАКТА 698-703+250, 706-718 КМ

Перерыв в работе был связан с погодными условиями (выпадение атмосферных осадков в виде дождя).

В данной работе рассматривается вопрос количественной оценки времени, затраченного как на производство работ по лазерному сканированию на первом (5,25 км автодороги) и втором (12 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 в пределах секторов от  $170^{\circ}$  до  $230^{\circ}$  и охватывало как минимум от 10-12 до 20-25 м дорожного полотна и обочин. При этом сканер

устанавливался примерно посередине между пунктами съёмочного обоснования либо на обочине дороги, либо на возвышенности на удалении до 10-30 м от ее оси.

Как на первом, так и на втором участке съёмочное обоснование для выполнения топографической съёмки создавалось заранее, но плотность пунктов была недостаточна для качественного выполнения сканирования. Поэтому одновременно с процессом сканирования осуществлялись работы по сгущению съёмочного обоснования. С этой целью использовался электронный тахеометр и метод полярной засечки.



Рисунок 1 – Участок Чуйского тракта 698-703+250 км



Рисунок 2 – Участок Чуйского тракта 706-718 км

Так, на первом участке 17 точек съемочного обоснования первоначально располагались на удалении от 286 до 350 м друг от друга при среднем удалении 327 м.

При сгущении съемочного обоснования число точек было доведено до 33, максимальное удаление составило 202 м, минимальное – 125 м при среднем удалении 159 м. Таким образом, на первом участке плотность пунктов съемочного обоснования была доведена до 6 пунктов на 1 км, или 1 пункт на 159 м.

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 2 рабочих дня. Характеристики сканирования данного участка представлены в таблице 1.

На втором участке первоначально созданное съемочное обоснование включало в себя 44 пункта. Пункты располагались в среднем через 326 м при максимальном расстоянии 399 м и минимальном 132 м.

После сгущения съемочного обоснования до 63 пунктов их плотность составила 5 пунктов на 1 км, или 1 пункт на

190 м автодороги. При протяженности участка в 12 км плотность пунктов съемочного обоснования составила 1 пункт на 190 м автодороги, или 5,25 пункта на погонный километр.

Регистрация результатов сканирования осуществлялась также как и на первом – путем обратной линейно-угловой засечки по двум пунктам в программе ScanMaster с использованием функции «Засечка». При этом координаты пунктов также использовалась система координат МСК-04 Балтийская система высот 1977 г.

Всего на производство работ по наземному лазерному сканированию на втором участке было затрачено 3,5 рабочих дня.

Характеристики сканирования данного участка представлены в таблице 2.

Ниже выполнен анализ результатов сканирования по сканерным станциям (местам установки сканера) на первом и втором участках.

Информация о времени сканирования на каждой станции фиксировалась в журнале наблюдений. При этом отмечалось время начала и окончания работы на станции (так называемое «грязное время» сканирования) и время, затраченное сканером собственно на сканирование участка автодороги (так называемое «чистое время» сканирования).

Таблица 1 – Время сканирования по дням на участке 698-703 км

дата	время работы	число станций	время работы	число станций	общее время	общее число станций	длина участка, м
19.04.16	8 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> -11 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	8	11 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> -14 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> 16 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> -20 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	4 8	9 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	20	3275
20.04.16	8 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> -14 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	12	-	-	6 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	12	1962
		20		12	16 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	32	5237

Таблица 2 – Время сканирования по дням на участке 706-718 км

дата	время работы	число станций	время работы	число станций	общее время	общее число станций	длина участка, м
20.04.16	-	-	15 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> -19 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	8	4 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	8	1025
21.04.16	8 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> -12 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	10	13 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> -19 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	13	10 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	23	3726
22.04.16	8 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> -13 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	8	14 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> -18 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	8 <sup>*)</sup>	8 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> <sup>*)</sup>	16	3123
27.04.16	-	-	17 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> -19 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	3 <sup>*)</sup>	2 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> <sup>*)</sup>	3	528
28.04.16	9 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> -12 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	7	13 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> -19 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	11	9 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	18	3489
		25		43 <sup>*)</sup>	33 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> <sup>*)</sup>	67 <sup>*)</sup>	11892

Примечание: \*) при производстве работ по сканированию были выполнены повторные измерения на трех станциях, что отражено в общем количестве станций и общем времени сканирования.

**ОЦЕНКА ВРЕМЕННЫХ ЗАТРАТ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ  
ИЗЫСКАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ  
НА УЧАСТКАХ ЧУЙСКОГО ТРАКТА 698-703+250, 706-718 КМ**

Таблица 3 – Оценка временных затрат на производство сканирования

Длина участка, км	Дальность R, м	Количество станций	«грязное время» сканирования, мин	«чистое время» сканирования, мин
5,2	125	14	20	5,6
	150	18	20	6,0
12	125	5	17	5,2
	150	40	19	6,1
	175	20	20	6,2

«Грязное время» включало в себя процесс подготовки к измерениям: прогрев сканера после его установки на штатив и включения (3-5 минут), сканирование двух специальных марок, установленных на смежных точках съемочного обоснования (1,5-2 минуты на каждую марку), задание области и параметров сканирования [1] (дальности измерений, шага сканирования по горизонту и высоте, задание типа данных сканирования), и собственно время измерений и создания панорамных фотографий («чистое время» сканирования).

Следует отметить, что в общем «чистое время» в основном зависит от задаваемой дальности измерений и шага сканирования по горизонту.

Шаг сканирования по горизонту задавался в линейной мере и принимался максимально возможным для прибора GLS-1500 – 1 м [2].

Шаг сканирования по высоте при изменении его от 20 до 50 существенно на увеличение «чистого времени» сканирования не влиял.

Время на создание панорамных снимков области сканирования составляло 1,2-1,7 минуты, или в среднем 20-25% от общего времени «чистого сканирования» при качестве фотографирования «FINE» (улучшенном).

На первом участке время сканирования оценивалось по 32 станциям. При этом на 14 станциях задавалась дальность сканирования R = 125 м, на 18 станциях задавалась дальность R = 150 м. Шаг сканирования по высоте на всех 32 станциях принимался равным 20 мм. Среднее «грязное время» сканирования на станции при R = 125 м составило 20 минут, «чистое время» сканирования и фотографирования – 5,6 минут. Соответственно, для R = 150 м

среднее «грязное время» сканирования на станции составило 20 минут, «чистое время» сканирования и фотографирования – 6,0 минут.

На втором участке время сканирования оценивалось по 65 станциям. При этом на 5 станциях задавалась дальность сканирования R = 125 м, на 40 станциях задавалась дальность R = 150 м, на 20 станциях задавалась дальность R = 175 м. Шаг сканирования по высоте на всех 65 станциях принимался равным 20 мм. Среднее «грязное время» сканирования на станции при R = 125 м составило 17 минут, «чистое время» сканирования и фотографирования – 5,2 минут. Соответственно, для R = 150 м среднее «грязное время» сканирования на станции составило 19 минут, «чистое время» сканирования и фотографирования – 6,1 минут. Для R = 175 м среднее «грязное время» сканирования на станции составило 20 минут, «чистое время» сканирования и фотографирования – 6,2 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.

**Вяткина Е.И.** – 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.