

УДК 652.025.2

*И. П. ДРАЛОВА*

*Белорусский государственный университет транспорта (БелГУТ)*

*irenadralova@gmail.com*

## **ЭТАПНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЯХ**

Предлагается эффективная схема этапного производства инженерно-геодезических изысканий на железнодорожных станциях. Производится нормирование времени на съемку каждого объекта путевого развития станции с разработкой технологических графиков инженерно-геодезической съемки и оценкой их качества.

Контроль геометрических параметров и динамических изменений положения станционных объектов в процессе эксплуатации является важной задачей обеспечения безопасного функционирования железнодорожной станции. Текущая работа раздельного пункта по обслуживанию вагонопотоков накладывает определенные ограничения на проведение геодезических работ. Эти ограничения связаны с невозможностью проведения съемки путей при поездных и маневровых передвижениях по этим путям, занятости путей подвижным составом, взаимном перекрытии объектов съемки, невидимости контрольных точек съемки в парках станции из-за стоящих вагонов, ограниченной прямой видимости, множества близко расположенных точечных объектов, наличии кривых малых радиусов и др.

Инженерно-геодезические изыскания с использованием современных методов сбора данных и применением высокоэффективного геодезического оборудования, обеспечивающего безопасность производства всех видов работ способствуют разработке качественных масштабных планов железнодорожных станций. Все инженерно-геодезические изыскания на железнодорожных станциях делятся на три этапа.

Первый этап – подготовительные работы (рисунок 1). В этот период выполняются следующие операции: получение технического задания от заказчика работ, сбор, анализ и обобщение имеющихся картографических, геодезических и других материалов съемок объектов станции прошлых лет с актуализацией имеющихся масштабных планов.

Реконгносцировочные работы включают в себя оценку ситуации и рельефа местности, выбор перспективных пунктов стояния геодезических приборов

относительно объектов съемки, а также оценку других неблагоприятных факторов, влияющих на перевозочный процесс (работа в местах, имеющих негабаритность, вблизи контактной сети и др.).

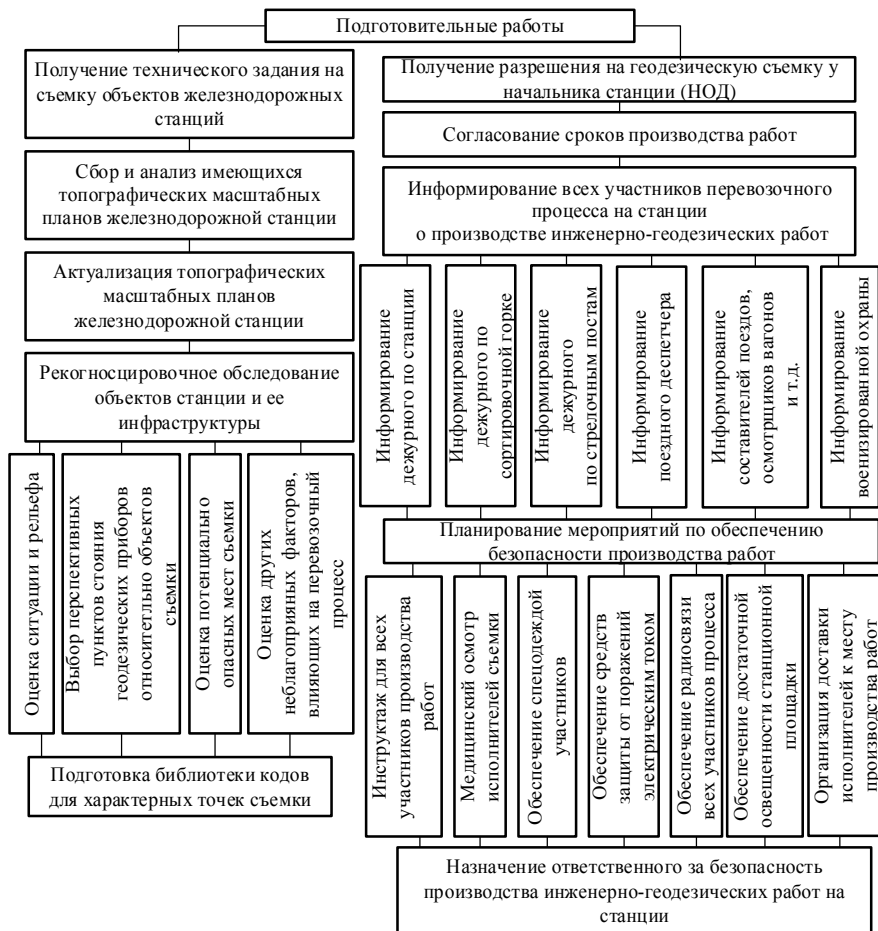


Рисунок 1 – Содержание первого этапа инженерно-геодезических съемок объектов

Важным элементом данного этапа является подготовка библиотеки кодов для характерных точек съемки. Кодирование представляет собой комплексную технологию сбора и обработки информации об объектах железнодорожной станции. С помощью специальных команд, их параметров и семантических атрибутов, импортированных непосредственно перед съемкой в геодезический прибор, появляется возможность установить связь объекта с его описанием в классификаторе, осуществить привязку объектов к

снимаемым точкам на местности, сформировать описание геометрии сложных линейных и площадных объектов, задать семантическое описание объектов, определить параметры снимаемых пунктов (тип координат и отношение к рельефу).

Одновременно с этапом подготовки к геодезической съемке, производится работа по готовности самой станции и всех ее работников к производству инженерно-геодезических изысканий. Этот этап включает в себя получение разрешения на геодезическую съемку с согласованием сроков производства работ. Заранее производится информирование всех работников, которые заняты в перевозочном процессе (поездного диспетчера, дежурных по станции, сортировочной горке и стрелочным постам, составителей поездов, регулировщиков скорости, осмотрщиков вагонов, работников военизированной охраны). Принимаются соответствующие меры по обеспечению безопасности производства работ:

- проводится инструктаж всех участников (непосредственных исполнителей съемки и всех вовлеченных в перевозочный процесс);
- медицинский осмотр исполнителей съемки;
- все участники съемки обеспечиваются спецодеждой, средствами защиты от поражений электрическим током, радиосвязью, достаточной освещенностью станционной площадки;
- организовывается доставка исполнителей к месту производства работ.

В завершение этапа назначается ответственный за безопасность производства инженерно-геодезических изысканий на станции.

Второй этап определяется как полевые измерения (рисунок 2).

Перед началом работ руководитель проводит инструктаж на рабочем месте по безопасному выполнению съемочных работ, проверяет состояние инструментов и приспособлений, расставляет работающих и указывает места, куда они должны уходить во время прохода поезда. До начала работ выставляются сигналисты, которые устанавливают переносные сигнальные знаки «С» (свисток). При плохой видимости (менее 500 м) руководитель работ обязан поставить в сторону плохой видимости сигналиста со звуковым сигналом. Место сигналиста выбирается так, чтобы он видел приближающийся поезд не менее чем за 500 м от места выполнения работ. При плохой видимости кроме сигналиста на обочине соседнего пути на расстоянии 500–1000 м от места работ в сторону сигналиста устанавливается переносной сигнальный знак «С» для предупреждения работающих о приближающемся поезде по соседнему пути.

Съемка начинается с привязки в плане и по высоте к опорным пунктам сети и последующей прокладкой базисного тахеометрического хода. Затем приступают к съемке самих объектов инфраструктуры станции. К ним относятся прямые и кривые участки пути, изостыки, пассажирские платформы, путепроводы, пассажирские и технические здания, комплекты стрелочных переводов, различные виды сигналов, предельные столбики и т. д.

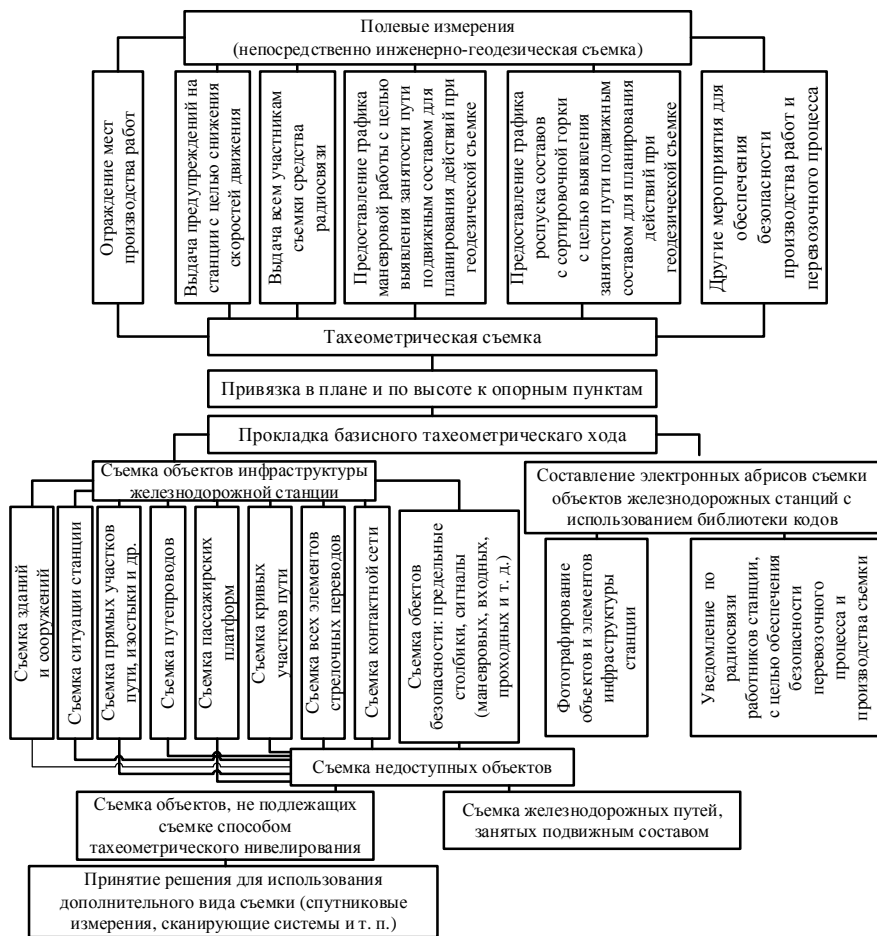


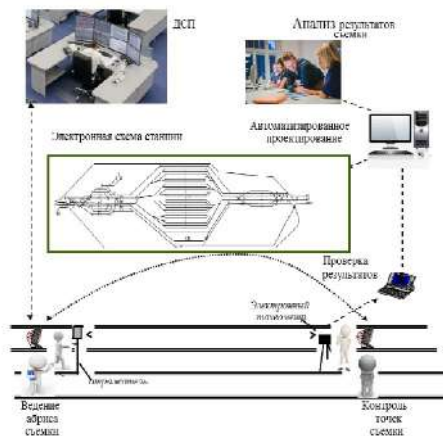
Рисунок 2 – Второй этап инженерно-геодезической съемки объектов железнодорожной станции

Съемка может проводиться по правой головке рельса наиболее загруженного направления или по оси пути, в зависимости от поставленной задачи, с использованием шаблонов. Технология геодезической съемки подразумевает схему «два плюс два» (один наблюдатель с тахеометром, рядом с ним наблюдатель за контролем точек съемки). Вторая часть съемочной бригады – это работник с отражателем и второй с электронным абрисом. Съемка недоступных объектов (пути, занятые подвижным составом, места, находящиеся за пределами видимости) производится с использованием специальных шаблонов.

Одновременно со съемкой контролируется электронный абрис путевого развития станции, в котором ведется учет снятых объектов, что позволяет вести контроль выполненных измерений. В процессе съемки может производиться фотографирование. Радиосвязь геодезической группы поддерживается со всеми работниками станции с целью обеспечения безопасности работ (рисунок 3).

Технология цифровой съемки станционных объектов

Подготовка электронного абриса съемки



Съемка осг пути

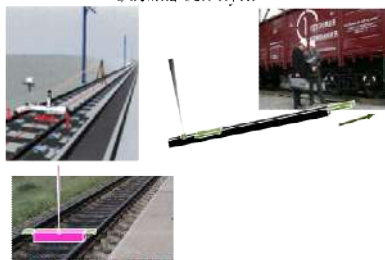


Рисунок 3 – Основные процессы инженерно-геодезической съемки станции

После завершения съемочных работ приступают к третьему этапу инженерно-геодезических изысканий – камеральной обработке данных результатов геодезической съемки (рисунок 4). Этот этап включает в себя экспорт данных полевых измерений из тахеометра в стационарный компьютер с целью их обработки и построения масштабного плана станции.

Обработка файлов данных инженерно-геодезических изысканий производится в специализированных программных продуктах, либо в системах для работы с пространственными данными. Первостепенное значение в процессе обработки результатов измерений имеет процесс уравнивания, заключающийся в сравнении полученных результатов с эталонными, сопровождаемый нахождением невязок и введением поправок.

Формирование цифровой модели местности (ЦММ) включает в себя построение ситуационного плана местности с высотной характеристикой объекта. Затем приступают к построению масштабных планов железнодорожных станций, продольных и поперечных профилей. В заключение формируется проектная документация в виде соответствующих текстовых и графических материалов, которая проходит согласование с госорганами.

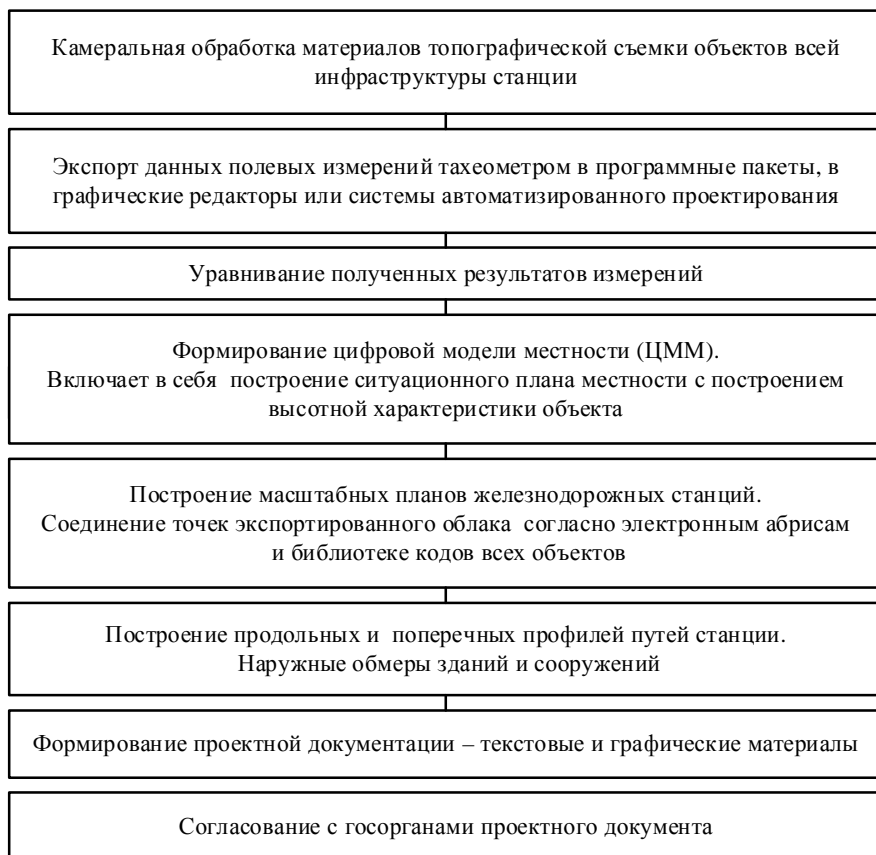


Рисунок 4 – Третий этап инженерно-геодезической съемки объектов железнодорожной станции

Для формирования методики эффективной инженерно-геодезической съемки объектов железнодорожных станций возникает вопрос о нормировании времени на съемку каждого из объектов путевого развития станции. При помощи нормирования определяется мера затрат труда, которая необходима для планирования работы геодезической бригады в целом, установления сроков выполнения работ, определения потребности в рабочей силе и оборудовании, рационального распределения работ и правильной высокоэффективной организации труда, определения эффективности использования ресурсов съемки и т. д.

В основу разработки норм времени положены следующие данные:

– материалы фотохронометражных наблюдений;

- результаты анализа организации труда;
- действующие технические инструкции на производство полевых топографо-геодезических работ;
- методические руководства;
- паспорта и технические характеристики приборов, оборудования, механизмов и другая справочная литература.

Нормы времени на инженерно-геодезическую съемку объектов путевого развития станции определяются по формуле

$$H_{вр} = T_{оп} (1 + a_{п.з} + a_{п.о} + a_{т.п} + a_{п.п}),$$

где  $T_{оп}$  – оперативное время, ч;  $a_{п.з}$  – коэффициент, учитывающий подготовительно-заключительные операции;  $a_{п.о}$  – коэффициент, учитывающий время на передвижение между объектами станций;  $a_{т.п}$  – коэффициент, учитывающий время на технические перерывы;  $a_{п.п}$  – коэффициент, учитывающий время в ожидании пропуска движущегося состава.

Нормы устанавливаются на бригаду при продолжительности рабочей смены 8 часов. На основе нормирования времени на съемку объектов путевого развития станции были разработаны технологические графики инженерно-геодезической съемки за одну рабочую смену (таблица 1) для парка приема сортировочной станции Барановичи-Центральные (рисунок 5).

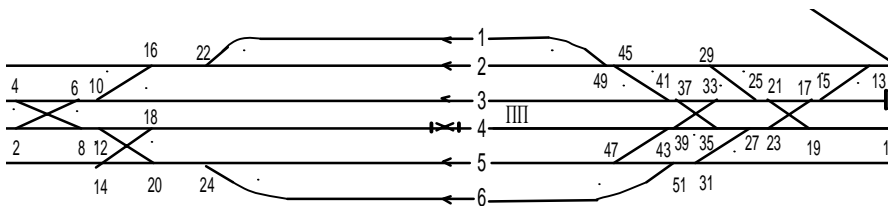


Рисунок 5 – Схема парка приема сортировочной станции

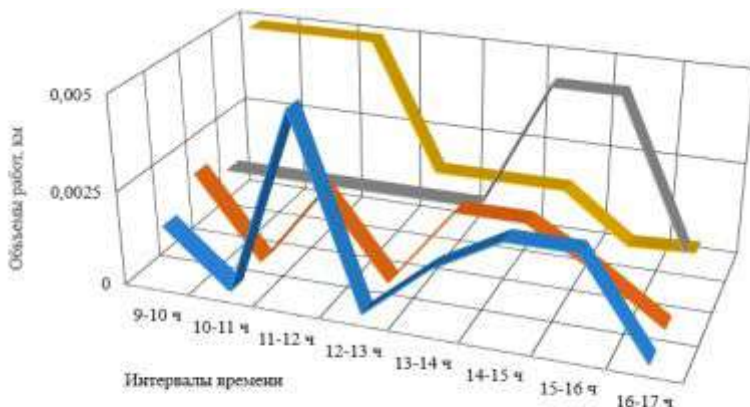
Аналогично были разработаны технологические графики с определением объемов работ для всех парков станции.

Результаты анализа приведены на рисунке 6. В парке приема в период с 9 ч до 14 ч объемы работ были примерно постоянными из-за съемки компактной горловины станции. С 14 до 17 ч произошло снижение объемов работы, вызванное переходом на съемку пути. Это связывается с тем, что увеличивается время на перемещение группы в поле, а съемка производилась через каждые 100 м. В парке отправления с 9 до 12 ч производилась съемка путей, так как в это время парк был свободен от подвижного состава, а в период с 12 до 17 ч проводилась съемка горловины. В сортировочном парке не удалось достигнуть максимальных результатов, так как за всю рабочую смену зафиксировано 3 часа простоя, вызванного остановкой всех видов работ по причине роспуска состава с сортировочной горки.

Таблица 1 – Технологический график инженерно-геодезической съемки нечетной горловины парка приема станции

№	Объекты станции	Нормы времени на операцию	Время, ч								Объем работ, км <sup>2</sup>		
			9–10	10–11	11–12	12–13	13–14	14–15	15–16	16–17			
1	1-й путь. Прием поездов с направления Л и Ж	100 м – 0,1 ч											0,005
2	6-й путь. Прием поездов с направления Е	100 м – 0,1 ч											0,006
3	Съезд 15-13	1 с.п – 0,25 ч	■										0,0008
4	Глухое пересечение 21-19, 23-17	1 с.п – 0,25 ч		■									0,0016
5	Съезд 29-25	1 с.п – 0,25 ч			■								0,0008
6	Съезд 31-27	1 с.п – 0,25 ч				■							0,0008
7	Глухое пересечение 39-33, 37-35	1 с.п – 0,25 ч				■	■						0,0016
8	Съезд 45-41	1 с.п – 0,25 ч						■					0,0008
9	Съезд 47-43	1 с.п – 0,25 ч							■				0,0008
10	Стрелочный перевод 49	1 с.п – 0,25 ч								■			0,0004
11	Стрелочный перевод 51	1 с.п – 0,25 ч									■		0,0004
12	Сигналы, контактная сеть, осветительные устройства и т. п.											■	0,0008
Объем работ, км <sup>2</sup>			0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,005	0,005	0,0012	0,0192		





	9-10 ч	10-11 ч	11-12 ч	12-13 ч	13-14 ч	14-15 ч	15-16 ч	16-17 ч
■ сортировочная горка с горочной горловиной	0,0015	0	0,005	0	0,0015	0,0025	0,0025	0
■ сортировочный парк	0,0022	0	0,0022	0	0,0022	0,0022	0,0012	0
■ парк приема	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,005	0,005	0,0012
■ парк отправления	0,005	0,005	0,005	0,0016	0,0016	0,0016	0,0003	0,0004

Рисунок 6 – Объемы инженерно-геодезических изысканий для парков станции за одну рабочую смену

Максимальных объемов работ удалось достичь в парке отправления благодаря компактной горловине и наименьшей загруженности путей. Минимальные объемы были достигнуты в сортировочном парке. Сортировочный парк определяется как опасный объект. В период роспуска состава находиться в сортировочном парке запрещено, и производить съемочные работы категорически запрещается. Данный факт вызвал простои в работе геодезической группы. Съёмка путей заняла больше времени, так как в это время фиксировалась высокая занятость путей подвижным составом в ожидании формирования (рисунок 7).

В результате на съемку всех станционных объектов необходимо от 5 до 8 рабочих дней. Согласно единым нормам выработки на геодезических и топографических работах съемка железнодорожных станций относится к IV категории трудности работ. Нормативным объемом работ за одну рабочую смену является  $0,026 \text{ км}^2$ .

При оценке влияния технологии работы станции на процесс инженерно-геодезический изысканий был определен коэффициент использования ресурсов инженерно-геодезической съемки.

Коэффициент использования ресурсов съемки определяется из отношения расчетных объема работ к максимально возможному

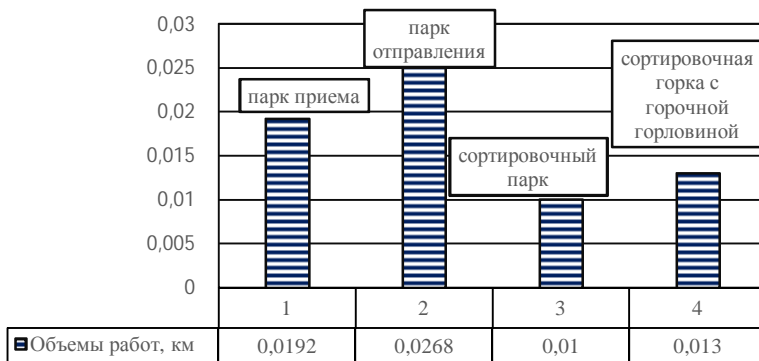


Рисунок 7 – Объемы инженерно-геодезических изысканий на станции за одну рабочую смену для каждого из парков

Нормативные значения  $\gamma$  достигаются только в парке приема. В парке отправления этот коэффициент равен 0,74. На сортировочной горке использовать ресурс геодезической съемки удалось только на 50 %, а минимальные значения были получены в сортировочном парке (рисунок 8).

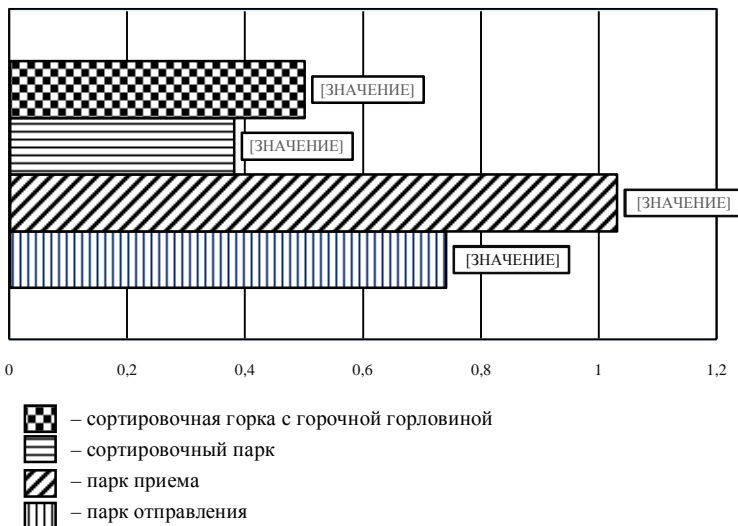


Рисунок 8 – Оценка уровня использования ресурса топографо-геодезической съемки в парках железнодорожной станции

Основной причиной, влияющей на скорость выполнения съемочных операций, является влияние операций, выполняемых на станции с поездами, а также конструктивные особенности путевого развития станции.

Эффективность выполнения инженерно-геодезических изысканий на станции определяется вероятностью проведения работ без ожиданий. Данный показатель связывается с вероятностью безотказной работы в каждом из парков станции и определяется по формуле

$$P_i(t) = (N_0 - n(t)) / N_0,$$

где  $N_0$  – продолжительность работы смены, 480 мин;  $n(t)$  – суммарное время простоя в работе съемочной бригады в связи с производством маневровой работы на станции, мин.

Вероятность безотказной работы всей сортировочной станции равна произведению вероятностей безотказной работы каждого из парков:

где  $n$  – число парков.

Расчеты показали, что наибольшую вероятность безотказной работы имеет парк приема, а наименьшие – сортировочная горка и сортировочный парк (рисунок 9).

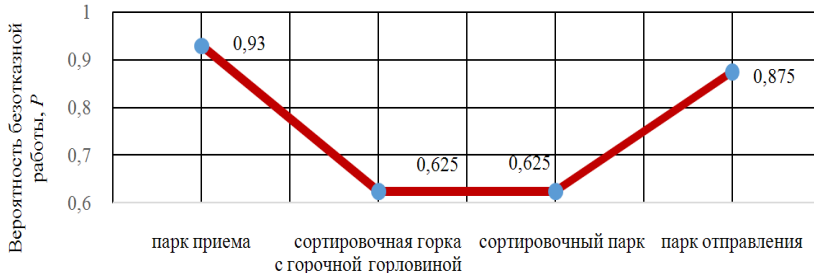


Рисунок 9 – Вероятность безотказной работы для каждого из парков сортировочной станции

Вероятность безотказной работы всей сортировочной станции составила 0,31. С увеличением объектов съемки вероятность уменьшается.

*I. P. DRALOVA*

## STAGES AND QUALITY OF PRODUCTION ENGINEERING AND GEODETIC SURVEYS AT RAILWAY STATIONS

Are being developed in stages of production of engineering and geodetic surveys at railway stations. Time is normalized for shooting each of the objects of the station's track development with the development of technological schedules for engineering and geodetic surveys of each of the station's parks. The quality, resource and reliability of engineering and geodetic surveys at the station are analyzed.

Получено 05.11.2020