

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СВЕТОДИОДНОЙ СЪЕМНОЙ НАСАДКИ НА ОТРАЖАТЕЛЬ ЭЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА**

### ***Петр Павлович Мурзинцев***

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (383)343-29-55, e-mail: petermur329@inbox.ru

### ***Алексей Васильевич Новиков***

ПАО «Сургутнефтегаз» «СургутНИПИнефть», 628400, Россия, Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО), Сургут, ул. Энтузиастов, 50, геодезист 1 категории, тел. (3462)42-85-71, e-mail: aleksnov80@mail.ru

### ***Александр Сергеевич Репин***

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, старший преподаватель кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (383)343-29-55, e-mail: vip.repin2010@mail.ru

В статье приведены результаты исследования светодиодной съемной насадки на отражатель электронного тахеометра. Выполнено описание светодиодной съемной насадки на отражатель электронного тахеометра. Приводятся результаты замеров времени выполнения наведения прибора на отражатель в темное время суток, на различные расстояния и плохих погодных условиях (снегопад). Выполняется сравнение между результатами исследований с различными режимами подсветки отражателя тахеометра. Также в статье приведены модели отражателей с импульсной подсветкой, изготавливаемые различными приборостроительными предприятиями и их стоимостью.

По результатам проведенных исследований и анализа сделаны выводы об использовании светодиодной съемной насадки для выполнения геодезических измерений при производстве инженерно-геодезических изысканий и других видов геодезических работ. Приведены достоинства и недостатки светодиодной съемной насадки.

**Ключевые слова:** однопризменный отражатель с импульсной подсветкой, съемная светодиодная насадка, режимы работы насадки, измерение расстояний, время производства измерений.

## **STUDY OF THE LED REMOVABLE NOZZLE ON THE REFLECTOR OF AN ELECTRON TOTAL STATION**

### ***Petr P. Murzintsev***

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10, Plahotnogo St., Ph. D., Associate Professor, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying, phone: (383)343-29-55, e-mail: petermur329@inbox.ru

### ***Alexey V. Novikov***

Surgutneftegas PJSC SurgutNIPIneft, 628400, Russia, Khanty-Mansi Autonomous Okrug (Khanty-Mansi Autonomous Okrug), Surgut, 50, Enthusiasts 50 St., Surveyor 1 Category, phone: (3462)42-85-71, e-mail: aleksnov80@mail.ru

### *Alexander S. Repin*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10, Plahotnogo St., Senior Lecturer, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying, phone: (383)343-29-55, e-mail: vip.repin2010@mail.ru

The article presents the results of a study of a removable LED nozzle on the reflector of an electronic total station. A description of the LED removable nozzle on the reflector of the electronic total station is made. The results of measurements of the runtime of pointing the device at the reflector at night, at various distances and in bad weather conditions (snowfall) are presented. A comparison between the results of studies with different backlight modes of the total station reflector is made. Models of reflectors with pulsed illumination manufactured by various instrument-making enterprises and their cost are given.

Based on the results of the studies and analysis, conclusions on the use of a removable LED nozzle for performing geodetic measurements in the production of engineering and geodetic surveys and other types of geodetic works are drawn. The advantages and disadvantages of the LED removable nozzle are given.

**Key words:** single-prism reflector with flash illumination, removable LED nozzle, nozzle operating modes, distance measurement, measurement production time.

### *Введение*

подавляющее большинство нефтегазовых месторождений освоение и разработка, которых ведется в РФ в настоящее время расположены в районах Крайнего Севера или за полярным кругом. Для них характерны полярная ночь и неблагоприятные условия для производства геодезических измерений [2, 3].

При проведении различных видов работ инженерам-геодезистам все чаще приходится выполнять измерения в темное время суток, а также в тоннелях, шахтах и т.п.

Измерения в условиях частичной или полной темноты требуют дополнительных технических средств, оборудования и помощников, что приводит к дополнительным материальным затратам. Особенно трудоемкой, при проведении измерений становится операция наведения прибора на цель.

Нередко возникает ситуация, когда в полевых условиях не удастся завершить процесс измерений в светлое время суток и производительность труда зависит от длины светового дня и условий видимости [5–7].

Различные приборостроительные предприятия изготавливают отражатели с импульсной подсветкой [1], типичными представителями являются:

Отражатель АК-18L-GIS однопризмный с импульсной (диодной) подсветкой и визирной маркой (рис. 1). Стоимость данной модели отражателя от 8 000 руб.

Отражатель EFT с импульсной подсветкой (рис. 2). Стоимость данной модели отражателя от 8 000 руб.

**ГЕОBOX NEON ACTIVE** – это однопризмный отражатель с импульсной подсветкой (рис. 3). Стоимость данной модели отражателя от 6 000 руб.

Анализ существующего оборудования показал что, основными недостатками приведенных отражателей с импульсной подсветкой является их высокая стоимость и необходимость приобретать новое оборудование взамен существующего.



Рис. 1. Отражатель АК-18L-GIS



Рис. 2. Отражатель EFT



Рис. 3. Отражатель **GEOBOX NEON ACTIVE**

Для решения этой проблемы была разработана съемная светодиодная насадка, которая помещается непосредственно на отражатель.

***Описание светодиодной съемной насадки  
на отражатель электронного тахеометра***

Светодиодная съемная насадка на отражатель предназначена для выполнения полевых инженерно-геодезических работ, при любых условиях освещенности (рис. 4).

Корпус насадки выполнен из цветного пластика для лучшего распознавания цели в полевых условиях. Корпус изготовлен на 3D принтере полым, в который помещаются источники излучения и источник питания, а также трехконтактный переключатель, позволяющий работать насадке в импульсном режиме и режиме постоянного свечения. Источником питания для насадки на отражатель служит аккумулятор типоразмера «18650» или алкалиновые батарейки «AAA».

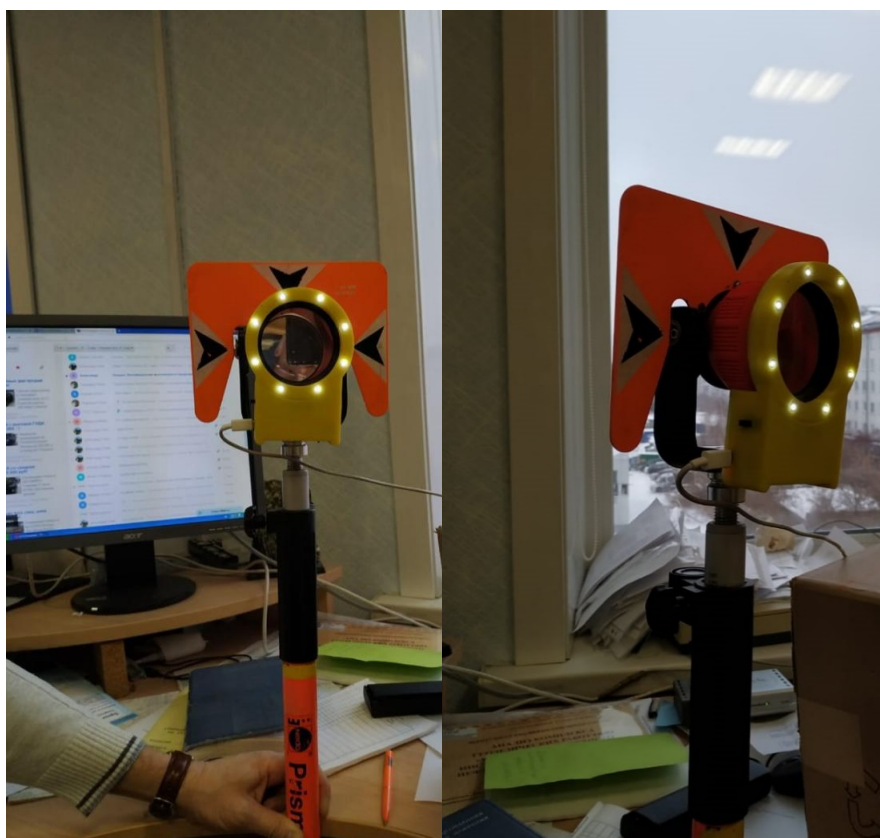


Рис. 4. Внешний вид светодиодной съемной насадки в рабочем состоянии

Зарядка аккумулятора осуществляется через стандартный micro-USB разъем (рис. 5).



Рис. 5. Светодиодная съемная насадка в режиме зарядки аккумулятора

Для определения качества работы насадки проведены измерения в темное время суток, на различные расстояния и при различных режимах работы насадки (рис. 6), для выполнения измерений использовался электронный тахеометр LEICA TCR 405 [8, 9].

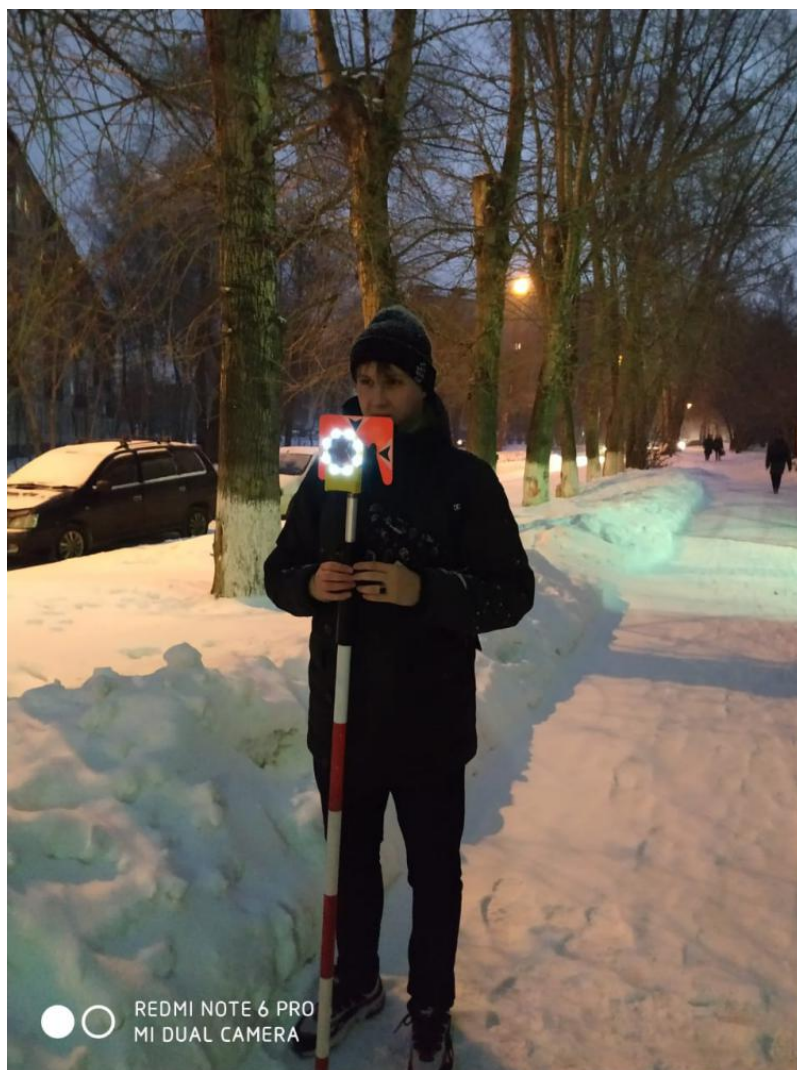


Рис. 6. Измерение расстояния с применением светодиодной съемной насадки на отражатель

### *Результаты выполненных исследований*

Во время производства измерений оценивалось время наведения на цель и визуальные ощущения наблюдателя. В качестве источника света использовалась подсветка телефоном, постоянная и импульсная подсветка светодиодной насадкой собственного изготовления. Результаты измерения времени наведения тахеометра на отражатель на расстоянии 129,216 м приведены в табл. 1.

На графике, приведенном на рис. 7, показано изменение времени наведения тахеометра на отражатель на расстоянии 129,216 м [4].



Таблица 1

## Время наведения тахеометра на отражатель на расстоянии 129,216 м

№ приема	Время наведения без подсветки (секунды)	Время наведения, с подсветкой отражателя телефоном (секунды)	Время наведения, со светодиодной насадкой в режиме постоянного свечения (секунды)	Время наведения, со светодиодной насадкой в режиме импульсной подсветки (секунды)
1	18,91	10,03	20,78	22,00
2	20,08	17,35	18,00	28,94
3	28,18	10,00	16,03	16,65
4	37,72	12,38	18,33	8,67
5	51,27	12,54	17,56	15,72
6	62,77	11,87	11,81	18,17
7	74,24	8,33	13,89	13,61
8	85,08	13,09	10,66	15,21
9	94,72	12,32	9,61	7,19
10	105,90	10,79	14,65	11,03
Среднее время (секунды)	56,89	11,87	15,13	15,72

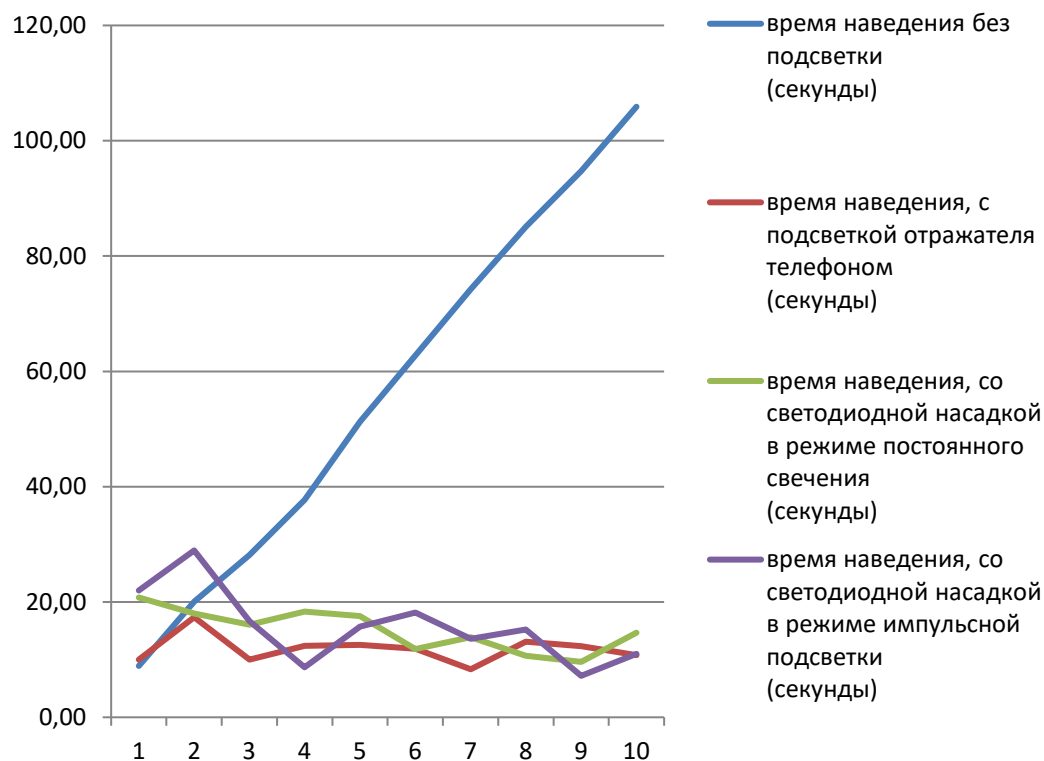


Рис. 7. Изменение времени наведения тахеометра на отражатель на расстоянии 129,216 м

На расстояние 294,471 м и более дальнейшее выполнение измерений без подсветки, при наблюдениях в темное время суток, не представляется возможным, ввиду того что затруднено наведение прибора на цель. Результаты измерения времени наведения тахеометра на отражатель на расстоянии 294,471 м приведены в табл. 2.

Таблица 2

Время наведения тахеометра на отражатель на расстоянии 294,471 м

№ приема	Время наведения, с подсветкой отражателя телефоном (секунды)	Время наведения, со светодиодной насадкой в режиме постоянного свечения (секунды)	Время наведения, со светодиодной насадкой в режиме импульсной подсветки (секунды)
1	12,95	10,26	10,87
2	21,00	15,23	11,15
3	23,86	11,68	10,51
4	16,28	7,51	11,38
5	21,89	12,99	7,80
6	18,51	12,02	12,20
7	18,21	6,88	9,71
8	14,83	7,96	7,41
9	10,70	13,19	8,13
10	14,06	8,47	16,34
11	12,02	9,65	9,59
Среднее время (секунды)	16,76	10,53	10,46

На графике, приведенном на рис. 8, показано изменение времени наведения тахеометра на отражатель на расстоянии 294,471 м.

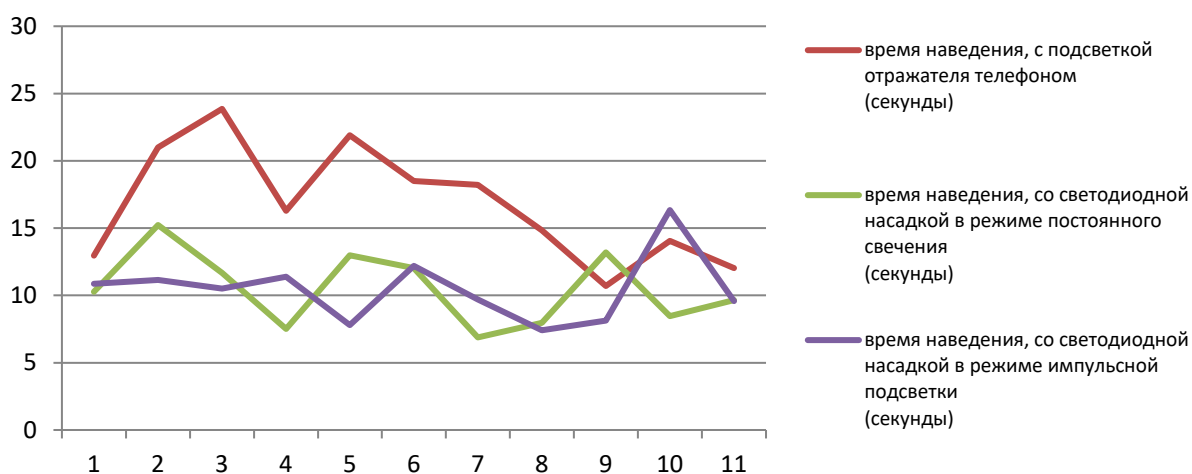


Рис. 8. Изменение времени наведения тахеометра на отражатель на расстоянии 294,471 м

Результаты измерения времени наведения тахеометра на отражатель на расстоянии 482,535 м приведены в табл. 3.

Таблица 3

Время наведения тахеометра на отражатель на расстоянии 482,535 м

№ приема	Время наведения, с подсветкой отражателя телефоном (секунды)	Время наведения, со светодиодной насадкой в режиме постоянного свечения (секунды)	Время наведения, со светодиодной насадкой в режиме импульсной подсветки (секунды)
1	19,99	21,19	12,52
2	30,29	12,78	15,40
3	39,46	13,09	14,44
4	47,31	37,17	12,75
5	57,41	21,81	24,80
6	68,69	11,58	11,09
7	76,59	10,02	16,78
8	84,81	10,82	18,14
9	95,70	9,56	11,67
10	105,00	14,74	12,34
11	105,30	9,88	13,31
Среднее время (секунды)	66,41	14,79	14,11

На графике, приведенном на рис. 9, показано изменение времени наведения тахеометра на отражатель на расстоянии 482,535 м.

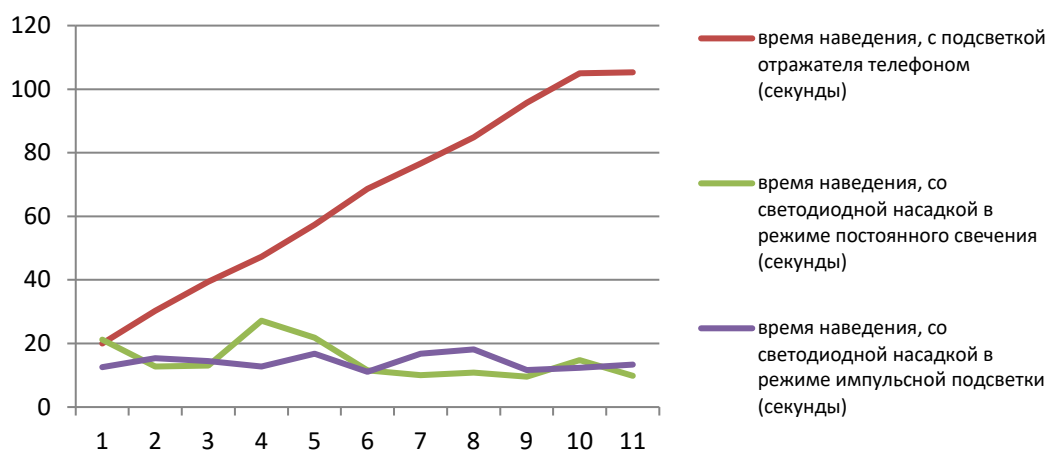


Рис. 9. Изменение времени наведения тахеометра на отражатель на расстоянии 482,535 м

Из исследований можно сделать вывод, что съемная светодиодная насадка на отражатель удобна в обращении, легко может быть использована при



выполнении полевых работ, при любых условиях освещенности. Съемная светодиодная насадка позволяет сократить время наведения на цель, а при измерениях больших расстояний и работе насадки в импульсном режиме позволяет выделить отражатель среди других источников света.

При выполнении геодезических измерений электронным тахеометром на отражатель с одной призмой на расстоянии 129,216 м производительность труда, относительно измерений без подсветки, увеличилась:

- при подсветке телефоном – в 5 раз;
- с применением светодиодной насадки в режиме постоянного свечения – в 4 раза;
- с применением светодиодной насадки в режиме импульсного свечения – в 4 раза.

При выполнении геодезических измерений электронным тахеометром на отражатель с одной призмой на расстоянии 294,471 м производительность труда, относительно измерений с подсветкой отражателя телефоном, увеличилась:

- с применением светодиодной насадки в режиме постоянного свечения – в 2 раза;
- с применением светодиодной насадки в режиме импульсного свечения – в 2 раза.

При выполнении геодезических измерений электронным тахеометром на отражатель с одной призмой на расстоянии 482,535 м производительность труда, относительно измерений с подсветкой отражателя телефоном, увеличилась:

- с применением светодиодной насадки в режиме постоянного свечения – в 4 раза;
- с применением светодиодной насадки в режиме импульсного свечения – в 5 раз.

### *Заключение*

Достоинством насадки является ее сравнительно невысокая стоимость, которая в 4 – 5 раз ниже специальных отражателей и длительное время работы, без дополнительной зарядки даже при низких температурах.

Изделие герметично, слабо подвержено влиянию температурных перепадов, устойчиво к воздействию влаги, дождя, снега, тумана. Светодиоды, расположенные в нижней части насадки позволяют определить уровень зарядки аккумулятора. При использовании светодиодной съемной насадки, инженер-геодезист, выполняющий измерения электронным тахеометром, производит наведение на визирную цель в 2 – 3 раза быстрее, а при измерениях больших расстояний и работе насадки в импульсном режиме позволяет выделить отражатель среди других источников света. Недостатком насадки является то, что при измерениях на малые расстояния использование импульсного режима затрудняет точное выполнение наведения на цель из-за пульсации светодиодов, что может повлиять на измерение углов.

Главным преимуществом насадки является то, что она не требует замены отражателя на второй, специально изготовленный, а используется совместно со стандартным. Стоимость изделия в 3 – 4 раза ниже, чем специально изготавливаемый отражатель для производства измерений при недостаточной освещенности или полном ее отсутствии (например, в помещении или в тоннеле) и при отсутствии видимости.

Таким образом, съемная светодиодная насадка на отражатель электронного тахеометра повышает производительность труда инженера-геодезиста на 50 % и более, за счет сокращения времени обнаружения визирной цели и ввода ее в биссектор. Результаты исследований подтверждаются геодезическими измерениями, с прототипом светодиодной съемной насадки на отражатель электронного тахеометра, выполненными специалистами СургутНИПИнефть в полевых условиях.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Маркович К. И., Валюшкин А. В. Исследование особенностей визирования и измерения линий с использованием геодезических отражателей // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия Ф. Строительство. Прикладные науки. - 2015. - № 16. - С. 181-185.

2. Мурзинцев П. П. О необходимости актуализации строительных норм и правил по инженерно-геодезическим изысканиям для районов Крайнего Севера [Текст] / П. П. Мурзинцев, И. О. Биндер // Геодезия и картография. - 2017. – Т. 78, № 11. 1. – С. 16-21. – 1

3. Мурзинцев П. П. Геодезический мониторинг нефтегазовых месторождений [Текст] / П. П. Мурзинцев // ГЕО-Сибирь-2008. IV Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 5 т. (Новосибирск, 22–24 апреля 2008 г.). – Новосибирск : СГГА, 2008. Т. 1, ч. 1. – С. 203–206.

4. Сайт ExcelTABLE [Электронный ресурс] / Работа с таблицами. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://exceltable.com/uroki-excel/samouchitel-excel-s-primerami/>. – Загл. с экрана.

5. Спиридонов. Ю.В. Ошибки визирования при наблюдениях на призмные отражатели [Текст] / Ю.В. Спиридонов // Credo-Dialogue. Проблемы и решения. - 2004. – № 13.

6. Шеховцов. Г.А. Современные методы геодезического контроля ходовой части и путей мостовых кранов [Текст]: монография. 2-е изд., переработанное и дополненное / Г.А. Шеховцов: Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т-Н.Новгород: ННГАСУ. 2018. - 185 с.

7. Хаматов Т.Н. Геодезические работы при оценке эксплуатационных качеств здания и его конструкций [Текст]: монография. / Т.Н. Хаматов. - Пенза: ПГУАС, 2015.-124 с.

8. Электронный тахеометр LEICA серии TC(R) 403/405/407/410C : Руководство пользователя, 2003.

9. LEICA Surveying Reflectors-White Paper Characteristics and Influences [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://yumpu.com/en/document/view/28954131/surveying-reflectors-white-paper-characteristics-and-influences>.

© П. П. Мурзинцев, А. В. Новиков, А. С. Репин, 2020