

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ «ЛИС 1» ДЛЯ ПРОФИЛИРОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ СТОЛОВ

С.О. Гриднев, А.В. Загibalов Е.Н. Беляев,

Центр маркшейдерско-геодезических инноваций Иркутский Национальный Исследовательский Технический
Университет, г. Иркутск, Россия

Аннотация: В целях обеспечения бесперебойной работы шахтных подъемников, снижения износа кондукторов и элементов подъемных судов, соблюдения расчетных скоростей подъема и предотвращения аварий необходим систематический контроль основных параметров армирования и крепи шахтных стволов. Такой контроль может быть реализован по классической технологии с подвесными отвесами и ручным измерением всех параметров. Однако, ручное профилирование — очень трудоемкая и опасная работа. Кроме того, требуется длительная остановка ствола — время работы в зависимости от сложности армирования и глубины может варьироваться от одной смены до нескольких дней, что в настоящее время недопустимо. Современные условия производительности горного предприятия диктуют условия быстроты работ, высокой точности и трудоемкости, когда за один проход выполняется не только профилирование кондуктора, но и измерение безопасных зазоров, профилирование стенок валов и определение высоты валов. Многие горнодобывающие предприятия России используют в производственном цикле более 10 стволов, кроме того, подземная добыча по понятным причинам идет все глубже и глубже, а длина вертикальных стволов уже достигает 2 км. В таких условиях контроль параметров армирования и рыхления возможен только при автоматизации трудоемких маркшейдерских работ, что обеспечивает повышение производительности и безопасности труда. В данной статье рассмотрен инновационный метод лазерного профилирования шахтных стволов с использованием оборудования «ЛИС 1», который позволяет найти решение ранее сформированных проблем.

Ключевые слова: лазерное сканирование, профилирование шахтных стволов, автоматизация работ.

APPLICATION OF THE LASER MEASURING SYSTEM «LIS 1» FOR PROFILING VERTICAL MINE SHAFTS

S.O. Gridnev, A.V. Zagibalov, E.N. Belyaev,

Center for Mine Surveying and Geodetic Innovations Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract: In order to ensure uninterrupted operation of mine lifts, reduce wear of conductors and elements of lifting vessels, comply with the design speed of lifting and prevent accidents, it is necessary to systematically control the main parameters of reinforcing and mine shaft support. Such control can be realized with the use of classical technology with hanging plumb lines and manual measurement of all parameters. However, manual profiling is very labor-intensive and dangerous work. In addition, it requires shutdown of the shaft for a long period of time - the work time, depending on the complexity of reinforcement and depth, can vary from one shift to several days, which is currently unacceptable. Modern conditions of productivity of a mining enterprise dictate conditions of quickness of work performance, high accuracy and comprehensiveness, when not only conductor profiling, but also measurement of safety gaps, profiling of shaft walls and determination of height marks of shoots are performed during one pass. Many mining enterprises in Russia use more than 10 shafts in the production cycle, besides, underground mining is going deeper and deeper for obvious reasons, and the length of vertical shafts already reaches up to 2 km. Under such conditions, control of reinforcement and shoring parameters is possible only with the automation of labor-intensive surveying works, providing increased productivity and labor safety. In this article we will consider an innovative method of laser profiling of mine shafts by «LIS 1» equipment, which allows to find a solution for the previously formed problems.

Keywords: laser scanning, mine shaft profiling, automation of works.

Впервые в 1970 году, была внедрена автоматическая станция профилирования шахтных стволов, разработанная научно-исследовательским институтом горной геомеханики и маркшейдерского дела (ВНИМИ).

Позднее был разработан комплекс приборов для автоматического контроля параметров армировки и крепи шахтных стволов. Комплекс включал измерительную станцию (СИ)

для профильной съемки проводников, приборы ПС1 и СЗ1 для съемки стенок и измерения зазоров безопасности в шахтных стволах, приборы для контроля исправления проводников (рихтовочные уклономеры РУ1 и измерители расстояний ИР1), приборы ИЗП1 для измерения износа проводников. В 1976 г. была разработана и внедрена станция СИ4. Новые принципиальные решения приборов упрощенной

конструкции с введением ряда автоматических устройств повысили надежность аппаратуры и полностью исключили необходимость присутствия людей в стволе во время съемки проводников [1]. Позднее были разработаны станции профилирования шахтных стволов (СПШ), последняя модификация которой являлась СПШ 3, в конструкции которой уже применялись электронные угловые энкодеры и инклинометры, также станция отличалась дополнительным комплектом для применения её при профилировании откаточных путей. К сожалению, выпуск вышеперечисленных приборов прекратился после распада СССР. Возобновление производства профилировочных станций в современной России началось в 2013 г. с разработки и выпуска станции СПП-1 на базе кафедры маркшейдерского дела, геодезии и геоинформационных систем Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ). СПП была спроектирована на базе современных электронных датчиков, в станции реализовано беспроводное соединение кареток, а также измерение зазоров бесконтактным способом [2].

Современные условия производительности горного предприятия диктуют условия быстроты выполнения работ, высокой точности и комплексности, когда за один проход измерений по стволу выполняется не только профилирование проводников, но и измерение зазоров безопасности, профилирование стенок ствола и определение высотных отметок расстрелов [3;4]. Многие горные предприятия России используют в производственном цикле более 10 стволов, кроме того, подземные разработки по понятным причинам уходят всё глубже, а длина вертикальных стволов уже достигает до 2 км. В таких условиях контроль параметров армировки и крепи возможен только при автоматизации трудоёмких маркшейдерских работ, обеспечивающей повышение производительности и безопасности труда [5, 6]. Для решения образовавшихся проблем авторы статьи предлагают рассмотреть применение инновационного метода лазерного профилирования шахтных стволов оборудованием «ЛИС 1».

Цель исследования: применение лазерной измерительной системы «ЛИС 1» для профилирования вертикальных шахтных стволов.

Материалы и методы

В 2018 г. на кафедре маркшейдерского дела и геодезии Иркутского национального исследовательского технического университета (ИРНИТУ), имея за плечами 20-летний опыт профилирования стволов по всей России, была начата разработка собственной станции профилирования, получившей в итоге название «ЛИС 1» (рис. 1). Изначально электронные системы и датчики станции обрабатывались на корпусе станции СПШ 3, после многочисленных испытаний и доработок была разработана станция собственной конструкции, в которой инженеры ИРНИТУ постарались учесть опыт работы с приборами предыдущих поколений.

Основные преимущества станции «ЛИС 1»:

- ✧ отсутствие проводов (каретки соединяются по Wi-Fi);
- ✧ сканирование ствола в движении;
- ✧ отображение данных профилирования в реальном времени;
- ✧ сброс данных по Wi-Fi;
- ✧ беспроводное управление сканером;
- ✧ непрерывная работа на встроенном аккумуляторе более 10 ч.;

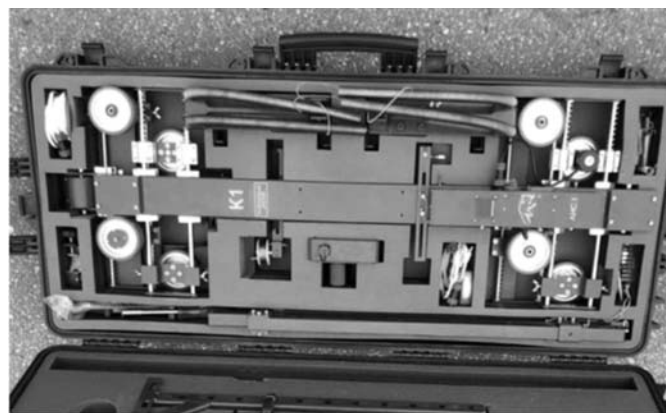


Рис. 1. Общий вид станции в транспортировочном кейсе /

Fig. 1. General view of the station in the transportation case

- ✧ возможность подключения внешних аккумуляторов;
- ✧ нет ограничений по глубине;
- ✧ применение на любых типах жёстких проводников;
- ✧ два ходовых ролика, улучшающих точность привязки по высоте;
- ✧ полиуретановое покрытие роликов;
- ✧ защита от пыли и влаги, все материалы и узлы коррозионно-стойкие;
- ✧ легкий вес и компактность, размер транспортировочного кейса 1187×525×203, вес вместе со станцией 32 кг, станция укладывается в собранном виде.

Благодаря использованию новейших измерительных датчиков и передовых технологий связи, станция не имеет соединительных проводов между каретками, а управление осуществляется через смартфон под управлением Android, либо тумблером на каретке К1. Новое оборудование состоит из нескольких блоков: несущие каретки (2 шт.), набор штанг (элементы крепления для удержания кареток на проводниках). Дополнительно «ЛИС 1» комплектуется лазерным сканером (рис. 2), выполненном в металлическом корпусе размером 69×128×88 мм. Дальность сканирования — 40 м (при коэффициенте отражения 80 %). Крепление сканера осуществляется с помощью магнитного или прижимного кронштейна в удобном месте с условием наилучшей видимости на 360 градусов (обычные места крепления: на головном канате над защитным козырьком, под защитным козырьком, на козырьке, под клетью, на подвесном устройстве).

Проектирование станции и создание комплекта конструкторской документации выполнено с применением трехмерного моделирования САПР Компас-3D [7,8] (рис. 3). Изготовление комплектующих и обработка материалов выполняется по 3D моделям на ЧПУ станках с высокой точностью, при этом на 80 % станция собирается из отечественных комплектующих. В 2021 г. конструкция станции была защищена патентом на изобретение RU 2 763 151 C1.

За время опытно-промышленной эксплуатации станция «ЛИС 1» прошла более 50 км по стволам с различными типами армировки в самых суровых условиях эксплуатации на предприятиях: ПАО «ГМК «Норильский Никель» (рудник «Скалистый», глубина ствола более 2 км), АО «Ново-Широкинский Рудник», ООО «Березовский рудник», ООО «Зун-Холба», ПАО «ППГХО», АО «Мариинский прииск», АО «ГМК «Дальполиметалл», ООО «ЕвроХим-ВолгаКалий» и др.

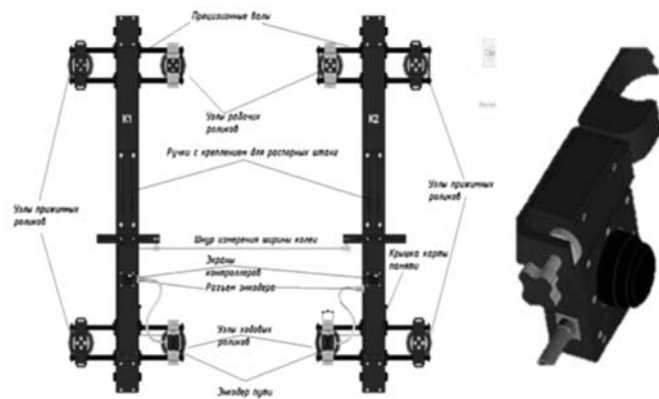


Рис. 2. Комплектация узлов станции: а - основные узлы ЛИС 1; б - лазерный сканер / Fig. 2. Complete set of station nodes: a - main units of LIS 1 station; b - laser scanner

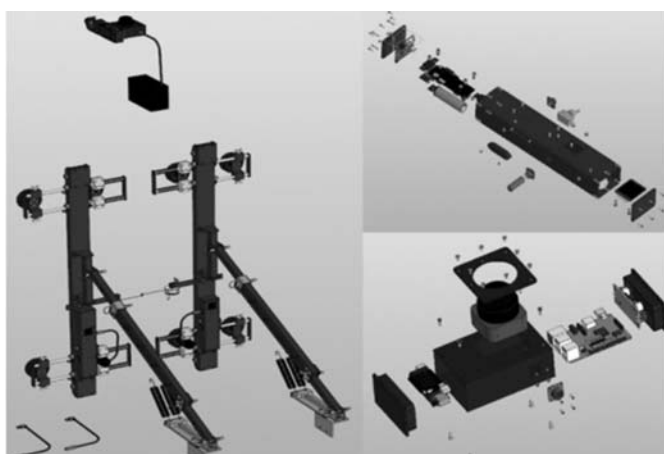


Рис. 3. 3D проект станции профилирования «ЛИС 1» / Fig. 3. 3D design of profiling station «LIS 1»

Профилирование проводников осуществляется в сопровождении одного или двух специалистов. В отдельных случаях, когда нахождение людей на подъемном сосуде затруднено, выполнение профилировки возможно без сопровождения исполнителей. Скорость профилирования ограничена требованиями техники безопасности и может достигать 1,0 м/с. Благодаря применению современных измерительных датчиков и беспроводных каналов коммуникации, оборудование не имеет соединительных проводов между каретками и лазерным сканером (рис. 4), а переключение между режимами работы и запуск станции производится двумя тумблерами, при этом все измерения отображаются на цветных дисплеях онлайн и сохраняются на встроенной SD карте памяти каретки K1. Данные измерений с каретки K2 передаются в каретку K1 для сохранения посредством беспроводной связи Wi-Fi.

Результаты

Главными отличиями и преимуществами станции «ЛИС 1» являются наличие обрезиненных роликов значительно улучшающих результаты измерений инклинометров, наличие двух ходовых роликов — позволяющих выполнять отслеживание и коррекцию данных при наличии проскальзывания, лазерное сканирование ствола в движении в процессе производства профилирования. Данные сканирования



Рис. 4. Крепление станции «ЛИС 1» к проводнику / Fig. 4. Attachment of «LIS 1» station to the conductor

позволяют определять зазоры в любых местах, отстраивать профиль стенок ствола, строить 3D модель ствола. Для обработки данных используется такое программное обеспечение, как LisProfile (рис. 5), позволяющее пользователю оперативно обрабатывать данные с учетом различных факторов и условий выполнения измерений.

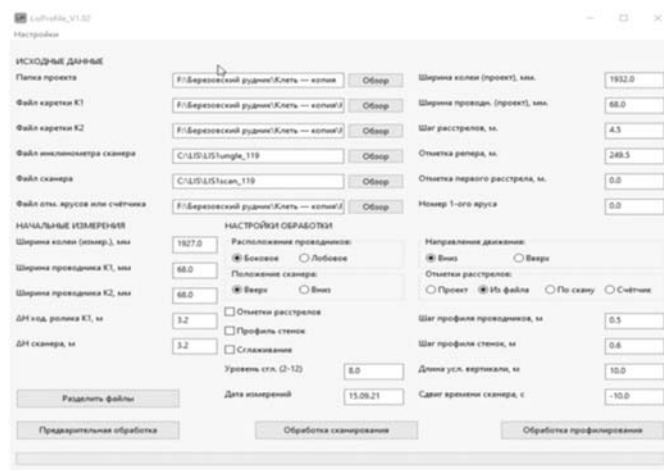


Рис. 5. Настройки ПО LisProfile для обработки данных профилирования / Fig. 5. LisProfile software settings for profiling data processing

Процесс обработки данных профилирования в ПО автоматизирован. На начальном этапе обработки необходимо внести исходные данные по текущему проекту — указать путь к файлам «сырых» данных с кареток K1 и K2, файлу инклинометра и при необходимости к данным, полученным с лазерного сканера. Следует указать высотную отметку исходного репера, высотную отметку первого расстрела, шаг между расстрелами и другую информацию по текущему проекту, необходимую для получения качественного результата. Конечным результатом является отчет в виде ведомости профилирования проводников с указанием недопустимых отклонений проводников от вертикали на ярусах и по колее, облако точек по стволу и акт выполнения измерений (рис. 6).

Обсуждение результатов

Оценка точности выполненных измерений станцией «ЛИС 1» выполнялась как по натурным измерениям рулеткой от отвесов, так и по двойным измерениям. В качестве двойных измерений взяты результаты первичного и контрольного профилирования одного и того же отделения ствола глубиной 2050 м., проводники стальные коробчатые 220×220 мм. Скорость движения кареток около 0,3 м/с, измерения выполнены сверху вниз, начальные промеры ширины колеи выполнены стальной рулеткой, контрольное профилирование выполнено через 3 недели после первичного, начальная ширина проводника измерена стальной линейкой. Для исключения влияния на результаты расчетов исключены измерения на ярусах, где выполнялось исправление положения проводников, всего в расчетах используется 430 измерений, шаг ярусов 4,5 м, состояние армировки — новое, ствол обводнённый, присутствует сильный капёж.

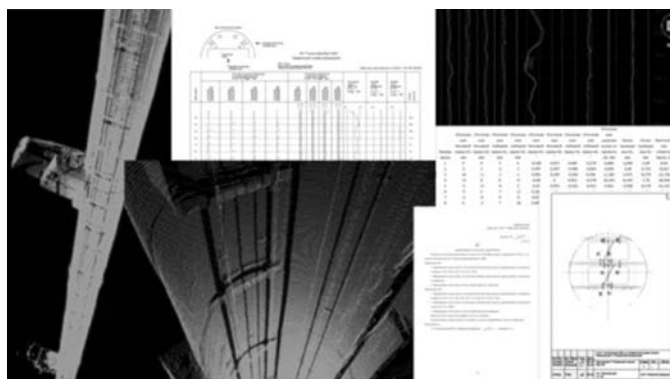


Рис. 6. Результаты обработки измерений профилирования в ПО LisProfile /
Fig. 6. Results of processing profiling measurements in LisProfile software

Заключение

Проверка критерия влияния систематических ошибок по всем измерениям выполнена по формуле (1) [9;10], результаты приведены в таблице. Проверка показала, что по измерениям, не зависящих от начальных измерений, неравенство выполняется, а по измерениям ширины колеи и износа имеет место влияние систематической ошибки, в связи с этим, сначала исключена систематическая ошибка.

$$|d| \leq 0,25|d|, \quad (1)$$

$$d_0 = \frac{|d|}{n}, \quad (2)$$

$$m = \sqrt{\frac{[d^2]}{2(n-1)}}, \quad (3)$$

$$M_{np} = m_d \times 3, \quad (4)$$

где d — разности первых и вторых измерений; d_0 — значение систематической ошибки; m_d — СКО одного измерения; M_{np} — предельная ошибка; n — число измерений.

Выводы

Результаты расчетов показывают отличную сходимость результатов двойных измерений, погрешности не превышают допустимых, а по износу и ширине колеи значительно их превосходят. Также из результатов можно сделать вывод

Таблица 1 / Table 1

Средние квадратические ошибки измерений с учетом влияния систематических ошибок / Mean square errors of measurements taking into account the influence of systematic errors.

Наименование параметра / Parameter name	[d1-d2]	0.25 d	Влияние систематической ошибки / Effect of systematic error	d_0	m_d	M_{np}
X_1 , мм / mm	21.0	60.25	-	0.049	0.9	2.6
Y_1 , мм / mm	15.0	57.25	-	0.035	0.9	2.5
X_2 , мм / mm	7.0	79.25	-	0.016	1.1	2.7
Y_2 , мм / mm	9.0	57.75	-	0.021	0.8	3.3
X_{i1} , °, deg	1.4	1.7	-	-0.003	0.022	0.056
Y_{i1} , ° / deg	0.8	1.5	-	0.002	0.019	0.075
X_{i2} , ° / deg	2.4	2.5	-	-0.006	0.033	0.065
Y_{i2} , ° / deg	1.0	1.9	-	-0.002	0.025	0.099
SH , мм / m	433.1	112.1	+	-1.007	0.7	2.2
Iz_1 , мм / mm	62.9	19.4	+	-0.146	0.2	0.5
Iz_2 , мм / mm	13.8	13.6	+	0.032	0.2	0.5

Пояснения к таблице:

X_1 — отклонения боковой грани проводника K1 от вертикали в мм,
 Y_1 — отклонения боковой грани проводника K2 от вертикали в мм,
 X_2 — отклонения лобовой грани проводника K1 от вертикали в мм,
 Y_2 — отклонения лобовой грани проводника K2 от вертикали в мм,
 X_{i1} — отклонения боковой грани проводника K1 от вертикали в градусах,
 X_{i2} — отклонения боковой грани проводника K2 от вертикали в градусах,
 Y_{i1} — отклонения лобовой грани проводника K1 от вертикали в градусах,
 Y_{i2} — отклонения лобовой грани проводника K2 от вертикали в градусах.

о том, что измерения отклонений от вертикали и ширины колеи являются неравноточными и при выдаче указаний на исправление проводников следует в первую очередь опираться на более точные измерения ширины колеи.



Рис. 7. Гриднев С.О. и Загипалов А.В. на опытно-промышленных испытаниях станции «ЛИС 1» /

Fig. 7. Gridnev S.O. and Zagibalov A.V. at pilot tests of «LIS 1» station

На отдельных участках профилирования с ручными измерениями результатом являлась хорошая сходимость результатов, не превышающая погрешности ручных измерений. Разница измерений ширины колеи со стальной рулеткой в среднем ± 2 мм, отклонения от вертикали относительно отвесов в среднем $\pm 3,5$ мм, износ проводников ± 1 мм, при этом следует учитывать, что во время проведения опытно-промышленных испытаний (рис. 7) вентиляция в стволе

работала, в связи с этим отвесы не всегда находились в неподвижном состоянии, тем самым оказывая влияние на результаты измерений.

Предложения по практическому применению и направлению будущих исследований

В 2023-2024 гг. локализацию комплектующих станции ЛИС 1 планируется довести до 100 %. На сегодняшний день уже разработаны и тестируются образцы собственного высокоточного инклинометра, для 100 % импортозамещения необходима замена микроконтроллеров, сканирующей головки, жидкокристаллических экранов и элементов питания отечественными.

В 2022 г. конструкторским отделом центра маркшейдерско-геодезических инноваций ИРННТУ начата разработка взрывозащищенной версии станции профилирования ЛИС РО. Уже собран опытно-промышленный образец, ведутся испытания. Разработка станции профилирования во взрывозащищенном исполнении, несомненно, повысит безопасность и упростит труд маркшейдеров угольных шахт, а также понизит расходы угледобывающих предприятий связанных с простым стволов.

Сегодня станция «ЛИС 1» производится серийно, оборудование с серийным номером 001 уже работает на территории Республики Казахстан. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркшейдерские работы при установке и эксплуатации шахтного подъемного оборудования. / Добкин. И.И., Лебедев В.Б., Галинская М.Н. // издательство «Недра», 1983 г., 221 с.
2. Система профилирования проводников шахтных стволов СПП-1. / Ю.А. Кашников, А.В. Кутырев, И.А. Лысков // Маркшейдерский вестник. 2014. № 4., С. 40-46.
3. Проблемы и возможности роста производительности труда в добывающей промышленности / В.С. Селин, В.А. Цукерман // Российская Арктика: современная парадигма развития. 2014.
4. Комплекс требований, определяющий эффективность работы горного предприятия / В.С. Квагинидзе, Е.В. Ворсина, К.Р. Арсланов // Энергетика и рациональное природопользование 2011.
5. Перспективы дальнейшего развития техники и технологии строительства вертикальных стволов в России с учётом современных мировых тенденций / В.А. Курнаков, М.С. Плешко // Записки Горного института. Т.199 2012 г.
6. Диагностика и мониторинг напряжённого состояния крепи вертикальных стволов / Д.М. Казикаев, С.В. Сергеев / Горная книга 2011.
7. Моделирование трёхмерных объектов в среде Компас-3D / Н.А. Сторчак, В.И. Гегучадзе, А.В. Синьков // РПК Политехник 2006.
8. САПР в машиностроении / М.М. Донская, Н.А. Солодилова // Учебное пособие 2013 г.
9. Проверка критерия влияния систематических ошибок / В.Ш. Сулаберидзе / Учебное пособие 2013.
10. Математико-статистические методы в горной промышленности / Баженова С.Г. / Учеб. пособие - 2-е изд. Издательство Московского государственного горного университета, 2001. - 99 с.
11. Кологривко А.А. Маркшейдерское дело. Подземные горные работы: учеб. пособие / А.А. Кологривко. - Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2011. - 412 с.
12. Техническое обслуживание и ремонт шахтных стволов / Манец И.Г., Грядущий Б.А., Левит В.В. / Донецк: Юго-Восток, Лтд, 2008. 586 с.
13. Геомеханический мониторинг шахтных стволов в сложных горно-геологических условиях / С.В. Баловцев, Р.В. Шевчук / Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. № 8. С. 77-83.
14. Инженерные задачи механики подземных сооружений / Картозия Б.А., Борисов В.Н. / М.: Недра, 2001. - 246 с.
15. Сентябов С.В. Анализ современного состояния строительства вертикальных стволов // «Энергетика и рациональное природопользование» 2014 г.
16. Использование метода лазерного сканирования для выполнения маркшейдерских работ в шахтном стволе / Л.С. Люфт, О.Г. Бесимбаева, Н.Г. Бесимбаев, А.З. Капасова. / Интерэкспо Гео-Сиб 2015 С. 204-209.
17. Перспективы применения лазерного 3d-сканирования в горной промышленности / Бауэр Т. В., Котова Е. В. / XIII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «РОССИЯ МОЛОДАЯ» 2021.
18. Клебанов А.Ф. Цифровая трансформация горнодобывающих предприятий: модная фразеология или объективная необходимость? Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения недр. - М.: ИПКОН РАН, 2018. - С. 61-65.
19. Кучинская Г., Ставская М. Применение наземного лазерного сканирования в современных условиях // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2021. - № 1. - С. 160-169.
20. Мониторинг состояния подземных горных выработок по данным лазерного сканирования / А.А. Козырев, В.В. Тимофеев, К.Н. Константинов / Неделя горняка 2008.

REFERENCES

1. Surveying work during the installation and operation of mine lifting equipment. / Dobkin.I.I., Lebedev V.B., Galinskaya M.N. // Nedra publishing house, 1983, 221 p.
2. The system of profiling conductors of mine shafts SPP-1. / Yu. A. Kashnikov, A.V. Kutyrev, I. A. Lyskov // Surveying bulletin. 2014. No. 4., pp. 40-46.
3. Problems and opportunities of labor productivity growth in the extractive industry / V.S. Selin, V.A. Zukerman // The Russian Arctic: a modern development paradigm. 2014.
4. A set of requirements determining the efficiency of a mining enterprise / V.S. Kvaginidze, E.V. Vorsina, K.R. Arslanov // Energetika and rational nature management 2011.
5. Prospects for further development of equipment and technology for the construction of vertical shafts in Russia taking into account modern world trends / V.A. Kurnakov, M.S. Pleshko // Notes Mining Institute. Vol.199 2012

6. Diagnostics and monitoring of the stress state of the support of vertical trunks / D.M. Kazikaev, S.V. Sergeev / Gornaya kniga 2011.
7. Modeling of three-dimensional objects in the Compass-3D environment / N.A. Storchak, V.I. Geguchadze, A.V. Sinkov // RPK Polytechnic 2006.
8. CAD in mechanical engineering / M.M. Donskaya, N.A. Solodilova // Textbook 2013
9. Checking the criterion of the influence of systematic errors / V.Sh. Sulaberidze / Textbook 2013.
10. Mathematical and statistical methods in the mining industry / Bazhenova S.G. / Textbook - 2nd ed. Publishing House of the Moscow State Mining University, 2001. - 99 p.
11. Kologrivko A.A. Surveying. Underground mining: studies. manual / A.A. Kologrivko. - Minsk : New Knowledge ; Moscow : INFRA-M, 2011. - 412 p.
12. Maintenance and repair of mine shafts / Manets I.G., Coming B.A., Levit V.V. / Donetsk: Yugo-Vostok, Ltd., 2008.586 p.
13. Geomechanical monitoring of mine shafts in difficult mining and geological conditions / S.V. Balovtsev, R.V. Shevchuk / Mining information and analytical bulletin. 2018. No. 8. pp. 77-83.
14. Engineering problems of mechanics of underground structures / Kartoziya B.A., Borisov V.N. / M.: Nedra, 2001. - 246 p.
15. Sentyabov S.V. Analysis of the current state of construction of vertical shafts // «Energy and rational nature management» 2014
16. Using the laser scanning method to perform surveying work in a mine shaft / L.S. Luft, O.G. Besimbayeva, N.G. Besimbayev, A.Z. Kapasova. / Interexpo Geo-Sib 2015 pp. 204-209.
17. Prospects for the use of 3d laser scanning in the mining industry / Bauer T.V., Kotova E.V. / XIII All-Russian Scientific and Practical Conference of Young scientists «YOUNG RUSSIA» 2021.
18. Klebanov A.F. Digital transformation of mining enterprises: fashionable phraseology or objective necessity? Problems and prospects of integrated development and conservation of mineral resources. - M.: IPCON RAS, 2018. - pp. 61-65.
19. Kuchinskaya G., Stavskaya M. Application of ground-based laser scanning in modern conditions // Mining information and analytical Bulletin. - 2021. - No. 1. - pp. 160-169.
20. Monitoring of the state of underground mine workings according to laser scanning data / A.A. Kozyrev, V.V. Timofeev, K.N. Konstantinov / Miner's Week 2008.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Гриднев Семён Олегович:
кандидат технических наук,
доцент кафедры МД и Г,
главный конструктор ЦМГИ ИРНТУ,
Центр маркшейдерско-геодезических инноваций
Иркутский Национальный Исследовательский
Технический Университет,
Иркутск, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Gridnev Semyon Olegovich
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of MD and G Department,
Chief Designer of CMGI INRTU,
Center for Mine Surveying and Geodetic Innovations
Irkutsk National Research Technical University,
Irkutsk, Russia



Загибалов Александр Валентинович:
доцент,
кандидат геолого-минералогических наук,
зав. кафедрой МД и Г ИРНТУ,
Центр маркшейдерско-геодезических инноваций,
Иркутский Национальный Исследовательский
Технический Университет,
Иркутск, Россия

Zagibalov Alexander Valentinovich:
Ph.D.,
Associate Professor,
Head of MD and G Department, INRTU,
Center for Mine Surveying and Geodetic Innovations
Irkutsk National Research Technical University,
Irkutsk, Russia



Беляев Евгений Николаевич:
Руководитель Центра маркшейдерско-
геодезических инноваций ИРНТУ,
Иркутский Национальный Исследовательский
Технический Университет,
Иркутск, Россия

Belyaev Evgeny Nikolaevich:
Head of the Center for Surveying and Geodesic
Innovations, INRTU,
Center for Mine Surveying and Geodetic Innovations
Irkutsk National Research Technical University,
Irkutsk, Russia

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION:

Авторы заявляют о равном вкладе каждого в работу над статьей. / The authors participated equally in the writing and collection of the material, as well as its processing.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.