

AP14869145 «Разработка интеллектуальной волоконно-оптической системы мониторинга геотехнического состояния горных выработок карьеров и разрезов» - н.р. Нешина Е.Г.

Актуальность:

Актуальность проекта обусловлена важностью вопроса предупреждения о внезапных изменениях параметров, влияющих на прочность горной выработки карьеров, разрезов и обеспечивающих защиту персонала от внезапного обрушения. В работе предлагается за счет использования новых достижений науки, связанных с использованием волоконно-оптических технологий, а именно волоконно-оптического датчика (ВОД), входящего в аппаратно-программный комплекс, повысить безопасность труда.

Цель проекта:

Цель проекта: создание интеллектуальной волоконно-оптической системы мониторинга геотехнического состояния горных выработок карьеров и разрезов, работающей в режиме реального времени для своевременного оповещения об изменении геотехнических параметров, приводящих к обрушению бортов карьера и разреза, что позволяет повысить уровень безопасности проведения горных работ и сократить экономические затраты на ликвидацию последствий обрушения.

Ожидаемые и достигнутые результаты:

Повышение осведомленности населения о разработках в области волоконно-оптической техники. В проекте примут участие молодые исследователи, которые в будущем смогут развивать данное направление. Обеспечение безопасности горных работ и сокращение затрат на ликвидацию последствий обрушений, снижение затрат на повторные работы по укреплению бортов карьеров, разрезов и восстановление транспортных коммуникаций карьера (разреза). Результаты проекта носят мультипликационный эффект и могут быть адаптированы для контроля геотехнического состояния горных выработок шахт и рудников, где аналогичные проблемы с обрушением выработок и создание угрозы безопасности людей. Отказ от использования медных проводников позволит сократить металлоемкость системы мониторинга геотехнического состояния горных выработок карьеров, разрезов и достичь экономии ресурсов. Результаты исследования являются наукоемкими и позволят внедрить цифровые технологии в горнодобывающую отрасль взамен устаревших методов контроля геотехнического состояния горных выработок.

За 2022 год были проведены теоретические исследования по обоснованию режима работы и определения начальных и граничных параметров и условий волоконно-оптических датчиков, а также системы мониторинга геотехнического состояния. Проведена оценка технических устройств с целью повышения эффективности использования оптического волокна. Определена степень влияния условий распространения оптического сигнала на его мощность. Определено, что в лабораторных условиях в качестве линии связи возможно использовать одномодовые волоконно-оптические патч-корды с коннекторами типа SC, на практике в условиях карьера нужно использовать бронированный волоконно-оптический кабель. Проведено исследование влияния различных параметров для разработки конструкции волоконно-оптического датчика. Расчет распределения интенсивности электромагнитной волны строим с учетом того, что процесс прохождения сигнала в пространстве между оптоволоконными элементами внутри фистулы сопровождается затуханием амплитуды электромагнитной волны в следствии ее рассеяния в воздухе.

За 2023 год проведены исследования для создания лабораторного образца волоконно-оптического датчика. Проведено математическое моделирование процессов системы мониторинга геотехнического состояния горных выработок. Результаты представлены на международной конференции, а также опубликованы в издании, рекомендованном КоКСНВО (Труды Университета). Проведены лабораторные испытания волоконно-оптического датчика для определения оптимальных параметров. Результаты обработки экспериментов были обработаны при помощи программы Wolfram|Alpha. Разработан аппаратно-программный комплекс системы мониторинга. Код управления

датчиками способен считывать и анализировать с помощью алгоритмов компьютерного зрения информацию и выдавать численные значения в зависимости от изменения параметров светового пятна. В случае изменения геотехнических параметров, аппаратно-программный комплекс после фиксации камерой изменений дифракционного пятна способен оценить аварийную ситуацию и подать предупреждающий звуковой сигнал с одновременной фиксацией времени срабатывания и сохранением на жестком диске, а также с возможностью передачи информации по сети интернет и отправки уведомлений в мессенджер Telegram. Были опубликованы результаты исследований в 5 статьях, из них 1 в отечественном издании, рекомендованном КОКСОНВО, 4 в рейтинговых журналах, входящих в базу Scopus. Получены 2 свидетельства о государственной регистрации прав на объект (научное произведение) авторского права, 1 патент. Заключены договора на покупку оборудования, необходимого для проведения исследования. Проведено математическое моделирование процессов системы мониторинга геотехнического состояния горных выработок. Разработан аппаратно-программный комплекс системы мониторинга.

В 2024 году результаты тестирования лабораторного образца интеллектуальной волоконно-оптической системы мониторинга геотехнического состояния опубликованы в свидетельстве о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом Нешиной Е.Г. «Разработка аппаратно-программного комплекса идентификации смещения горных пород карьеров», № 42745 от «8» февраля 2024 года. Также опубликована 1 статья в рецензируемом научном издании, индексируемом в Science Citation Index Expanded базы Web of Science и (или) имеющий процентиль по CiteScore в базе Scopus не менее 35: Y. Neshina, A. Mekhtiyev, V.Kalytka, N. Kaliaskarov, O. Galtseva, I. Kazambayev. Fiber-Optic System for Monitoring Pit Collapse Prevention. Appl. Sci. 2024, 14(11), 4678; <https://doi.org/10.3390/app14114678> (Scopus 75 процентиль, WoS Q2). Заключены договора на покупку оборудования, необходимого для проведения исследования. Заключены договора на изготовление опытного образца интеллектуальной волоконно-оптической системы мониторинга геотехнического состояния горных выработок карьеров и разрезов.



Рисунок 1 – Образец системы BSK-12U-44С-2023



Рисунок 2 – «Блок обработки данных»



Рисунок 3 – «Блок сетевой коммутации»

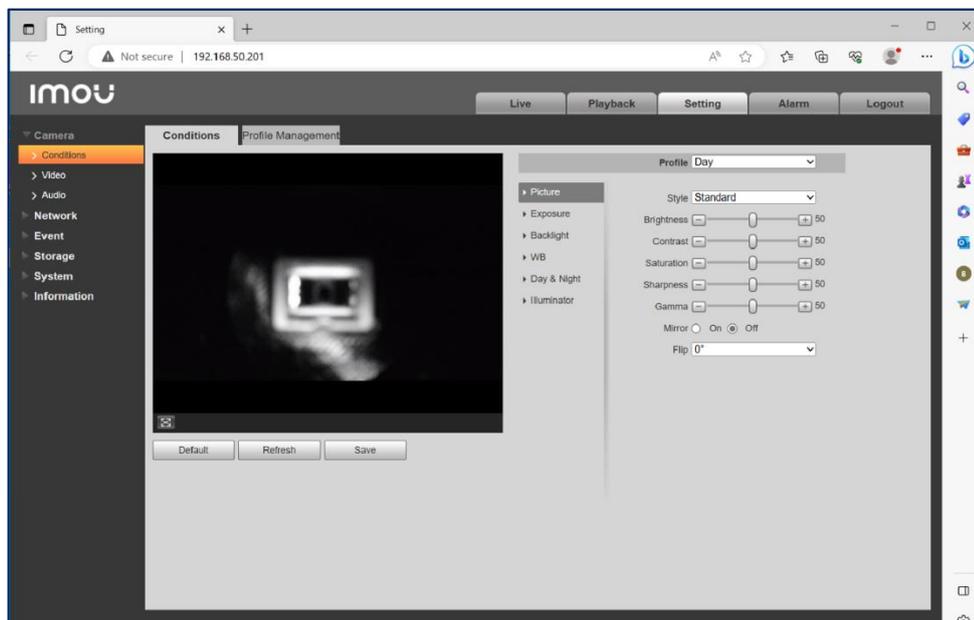


Рисунок 4 – Настройка программного обеспечения



Рисунок 5 – Процесс проведения эксперимента

Список публикаций:

за 2022 год:

1. Нешина Е.Г., Мехтиев А.Д., Калиаскаров Н.Б., Югай В.В., Алькина А.Д. Геотехникалық жағдайды мониторингтеудің талшықты-оптикалық жүйесін құру негіздері. Труды университета, НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», №3, 2022. - С.347-352.

2. Алькина А.Д., Нешина Е.Г., Бражанова Д.К., Биличенко Е.Н. Исследование дополнительных потерь в оптических волокнах при механическом воздействии. Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом № 29392 от 12.10.2022 г.

за 2023 год:

1. Мехтиев А.Д., Ковтун А.А., Нешина Е.Г., Алькина А.Д., Югай В.В. «Распределенная волоконно-оптическая система охраны периметров различных объектов» // Труды университета, №1, 2023. - С.360-364

2. Нешина Е.Г., Мехтиев А.Д., Алькина А.Д., Биличенко Е.Н., Маликов Н.М. Волоконно-оптическая система обеспечения безопасности проведения горных работ на открытых разработках. Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом №32036 от 26.01.2023г.
3. Y.G. Neshina, A.D. Mekhtiyev, V.V. Yugay, A.D. Alkina, P.Sh. Madi. Developing A Sensor For Controlling The Pit Wall Displacement. News Of The National Academy Of Sciences Of The Republic Of Kazakhstan. Series Of Geology And Technical Sciences, Almaty: ST «Aruna», Vol.2, No. 458, 2023. - Pp. 160-167.. (Scopus 40 процентиль)
4. Mekhtiyev A.D., Yurchenko A.V., Kalytka V.A., Neshina Y.G., Alkina A.D. and Madi P.Sh. Fiber-Optic Long-Base Deformometer for a System for Monitoring Rocks on the Sides of Quarries. Technical Physics Letters, Vol. 48, No. 15, 2022, pp. 30–32. (Scopus, Science Citation Index Expanded)
5. Нешина Е.Г., Мехтиев А.Д., Калиаскаров Н.Б., Биличенко Е.Н., Алькина А.Д., Маликов Н.М. Волоконно-оптический датчик контроля устойчивости бортов карьеров. Патент на полезную модель №8004. Рег. номер заявки 2023/0108.2, от 03.02.2023
6. Neshina Y.G., Mekhtiyev A.D., Alkina A.D., Dunayev P.A., Manbetova Z.D. Hardware-Software Complex For Identification Of Rock Displacement In Pits. NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES ISSN 2224-5278. Volume 3, Number 459 (2023), 180–192 <https://doi.org/10.32014/2023.2518-170X.30> (Scopus 40 процентиль)
7. Нешина Е.Г., Мехтиев А.Д., Кайданович О.Ю. Система контроля смещения горного массива кровли выработок. Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом №33844 от 27.03.2023г.
8. Mekhtiyev A.D., Abdikashev Y.N., Neshina Y.G., Dunayev P.A., Manbetova Z.D. Monitoring the geotechnical condition of underground Minings using digital technologies. NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES ISSN 2224-5278 Volume 1, Number 457 (2023), 166-176. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-170X.267> (Scopus 40 процентиль)
9. A. Mekhtiyev, Y. Neshina, A. Alkina, V. Yugai, V. Kalytka, Y. Sarsikeyevev and L. Kirichenko. Developing an Intelligent Fiber-optic System for Monitoring Reinforced Concrete Foundation Structure Damage, Applied Sciences (Switzerland), Appl. Sci. 2023, 13(21), 11987; <https://doi.org/10.3390/app132111987> (Scopus, 62 процентиль)

за 2024 год:

1. Нешина Е.Г. «Разработка аппаратно-программного комплекса идентификации смещения горных пород карьеров», № 42745 от «8» февраля 2024 года.
2. Y. Neshina, A. Mekhtiyev, V. Kalytka, N. Kaliaskarov, O. Galtseva, I. Kazambayev. Fiber-Optic System for Monitoring Pit Collapse Prevention. Appl. Sci. 2024, 14(11), 4678; <https://doi.org/10.3390/app14114678> (Scopus 75 процентиль, WoS Q2).

Исследовательская группа:

1. Нешина Елена Геннадьевна – науч.рук., к.т.н., зав.каф. ЭС
Scopus Author ID – 56252099900;
Researcher ID – V-2303-2018;
ORCID 0000-0002-8973-2958.
2. Югай Вячеслав Викторович – отв. исполнитель, PhD, зав.каф. АПП
Researcher ID – ABA-7820-2020;
ORCID 0000-0002-7249-2345;
Scopus Author ID – 8379849200.
3. Мехтиев Али Джаванширович – исполнитель, к.т.н., доцент НАО «Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина»
Scopus Author ID – 5729935782;
ORCID 0000-0002-2633-3976.
4. Алькина Алия Даулетхановна -исполнитель, ст. преподаватель кафедры ЭС
Researcher ID R-2415-2017;

ORCID 0000-0003-4879-0593;
Scopus Author ID – 57160184600.

5. Калытка Валерий Александрович - исполнитель, PhD, профессор кафедры
«Энергетические системы»

Researcher ID - AAR-8471-2020;
ORCID 0000-0002-3232-1285;
Scopus Author ID – 15033113300.

6. Калиаскаров Нурбол Балтабаевич - исполнитель, PhD, заведующий кафедрой
«Технологии систем связи»

Researcher ID - ABC-2155-2020;
ORCID 0000-0003-3684-14205;
Scopus Author ID – 57201113007.

7. Тлеугабылова Махаббат Кудайбереновна - исполнитель, преподаватель кафедры
«Энергетические системы»

ORCID 0000-0003-4789.

8. Маликов Нурбол Муратович - исполнитель, преподаватель кафедры
«Энергетические системы»

Scopus Author ID – 57813518900;
ORCID 0000-0002-6298-1735.

9. Биличенко Екатерина Николаевна - исполнитель, старший преподаватель
кафедры «Энергетические системы»

Scopus Author ID – 57812733800;
ORCID 0000-0002-2132-7016.

10. Шертишова Камила Сериковна- исполнитель, студентка гр. ЭЭ-21-4 кафедры
«Энергетические системы»

Информация для потенциальных пользователей:

В Казахстане развита горнодобывающая промышленность и потенциальными потребителями могут быть около 80 крупных предприятий, занятых добычей различных полезных ископаемых. Т.к. предложенная система решает важную задачу ранней диагностики обрушения горных выработок и бортов карьеров и разрезов, то позволит потенциальным потребителям существенно сократить материальные издержки на ликвидацию аварии и избежать утрат технологического оборудования, а также жертв среди производственного персонала при внезапном обрушении породы в местах проведения горных работ. Результатом проекта будет разработка опытного образца волоконно-оптической системы мониторинга геотехнического состояния горных выработок карьеров, разрезов и подготовка документации.

Область применения:

Предприятия, занятые добычей различных полезных ископаемых.

Дата обновления информации: 05.07.2024 г.