

УНИВЕРСАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ ТРУДА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

С. В. Литвинов, А. М. Парфенов, Д. С. Богатов

Представлено разработанное устройство для мониторинга условий труда на рабочем месте, обеспечивающее автоматизированный контроль соответствия санитарно-гигиеническим нормам. Устройство интегрирует датчики температуры, влажности, освещенности, уровня шума и концентрации угарного газа, а также использует одноплатный компьютер для обработки данных. Результаты исследования демонстрируют преимущества применения данного устройства для повышения продуктивности и комфорта работников за счет оперативного выявления и устранения нарушений. Предлагаемое решение позволяет минимизировать зависимость от человеческого фактора, обеспечивая непрерывный и точный контроль параметров рабочей среды.

Ключевые слова: условия труда, мониторинг, датчики, автоматизация, безопасность.

Введение

В современном мире большая часть людей работает непосредственно в каких-либо помещениях. Это может быть офисная работа или производство. Существуют различные нормы условий труда [1], установленные соответствующим техническим регламентом, который в обязательном порядке должен соблюдать работодатель. В соответствии с [2] работодатель обязан обеспечить:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов;
- соответствующие требованиям охраны труда условия труда на каждом рабочем месте;
- организацию контроля за состоянием условий труда на рабочих местах.

Однако на данный момент около 10 миллионов россиян заняты в сферах труда с вредными условиями [3]. Проведение регулярных проверок рабочих мест – неотъемлемая часть корпоративной системы безопасности, главная задача которой заключается в минимизации риска возникновения несчастных случаев. На данный момент существующие меры контроля условий труда недостаточно эффективны, существующие устройства сильно ограничены и не обеспечивают полноценного анализа рабочих условий [3]. В связи с этим разработка более доступного, функционального и понятного прибора для оценки условий труда на рабочем месте является важной и актуальной задачей. Цель данной работы – разработать на основе различных компонентов альтернативное устройство, которое позволит систематично производить анализ данных условий труда на рабочем месте [4].

Контроль на рабочих местах является важной составляющей системы управления охраны труда в организации и осуществляется с целью предупреждения несчастных случаев на производстве. В организации в обязательном порядке приказом руко-

водителя должны быть назначены лица, ответственные за контроль на рабочих местах [5].

Описание устройства

Разрабатываемое устройство представляет собой пластиковый корпус с вмонтированным микрокомпьютером, опрашивающим датчики с выводом информации на сенсорный дисплей.

Система оценки условий труда на рабочем месте включает в себя набор датчиков для контроля за соответствием нормам труда: температуры и влажности, освещенности (фоторезистор), вибрации, магнитного поля, звука, атмосферного давления, ультрафиолетового излучения (УФИ), угарного газа.

Предлагаемое устройство реализовано в виде портативного корпуса с набором перечисленных датчиков, одноплатным компьютером Raspberry Pi 4B+, микроконтроллером ESP32 и сенсорным жидкокристаллическим дисплеем для управления и вывода информации. 3D-модель устройства представлена на рис. 1.

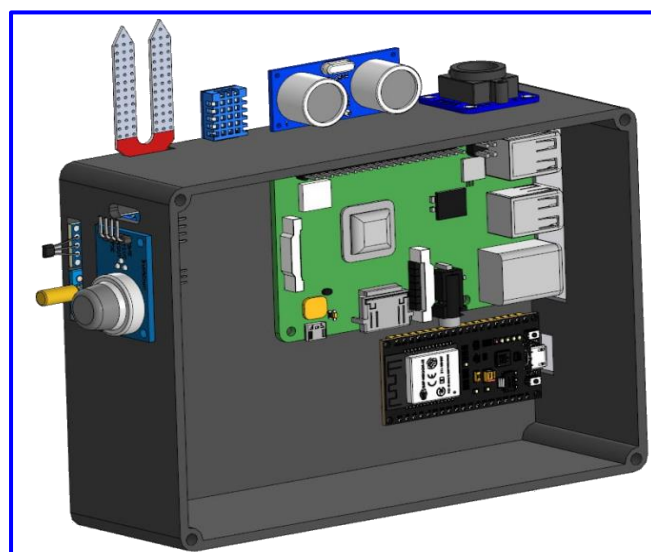


Рис. 1. 3D-модель устройства (без дисплея) для оценки условий труда на рабочем месте

2. Одноплатный микрокомпьютер Raspberry Pi 4B+ – одноплатный компьютер, обладающий высокой вычислительной мощностью и возможностью подключения различных периферийных устройств. Это одноплатный компьютер, построенный на ARM-архитектуре (система команд и семейство описаний и готовых топологий 32-битных и 64-битных микропроцессорных/микроконтроллерных ядер) и обладающий скромными габаритами. У него есть процессор, оперативное запоминающее устройство, видеоускоритель, а некоторые вариации обладают множеством полноценных разъёмов, включая USB, Ethernet и microHDMI.



63

4. Датчик УФ (ультрафиолета) CJMCU-GUVA-S12SD – датчик, который позволяет измерять уровень УФИ, что важно для оценки риска воздействия солнечного света на работников, особенно на открытых площадках.

5. Модуль фоторезистора HW-486 – электронный компонент, который меняет сопротивление в зависимости от уровня освещения. Используется в различных устройствах, связанных с измерением и контролем уровня освещения.

6. Датчик Холла (магнитного поля) SS49E – это переключатель, работающий на основе магнитного поля, анализирует электромагнитное взаимодействие.

7. Универсальный модуль датчика звука микрофона W104 – это датчик, который служит для обнаружения звука или его изменения, используется для анализа допустимого значения шума.

8. Блок питания 220v/12v/5v, который преобразует сетевое напряжение (220 В) в более низкие напряжения (12 и 5 В) для питания других компонентов. Обеспечивает необходимую электроэнергию для работы всех устройств в системе.

9. Резистор 10 кОм – электронный компонент, который ограничивает ток в цепи. Используется в схемах для защиты компонентов или для настройки уровней сигнала.

10. Датчик вибрации (удара) SW-420 – это датчик на основе пьезоэлектрического эффекта. Используется для обнаружения вибраций, которые могут указывать на механические проблемы или опасные условия на рабочем месте.

Итерационная версия разрабатываемой системы

Разработанное устройство работает благодаря программе, написанной на Arduino IDE, которая позволит не только выводить значения, но и показывать, соответствует ли оно норме. На рис. 4 представлено рабочее устройство с подключенными датчиками,

а на рис. 5 представлен пример, как на дисплей будут выводиться показатели, собранные с их помощью.

Сравнение различных устройств с предлагаемым

Каждое из рассмотренных устройств для оценки условий труда имеет свои особенности и характеристики. В данной работе ключевыми являются измерительные показатели и стоимость устройств. В таблице приведены приборы и показатели, которым они либо соответствуют, либо нет. Из нее видно, что многие из представленных показателей невозможно оценить ни одним из представленных приборов. Также в таблице можно увидеть, что стоимость аналогов задуманного устройства довольно высокая, тем более если покупать сразу несколько для выполнения поставленной задачи.

Техническая значимость предлагаемого устройства имеет преимущества перед аналогами, предназначенными для измерения параметров, необходимых для поддержания соответствующего уровня условий труда на рабочем месте [6].

Перспектива коммерциализации

У данного устройства довольно большие перспективы коммерциализации. Рассмотрим потенциальных потребителей. Оценка условий труда позволяет работодателям определить степень вредности и опасности на рабочих местах, а также разработать мероприятия по улучшению условий труда. Образовательные организации, готовящие специалистов

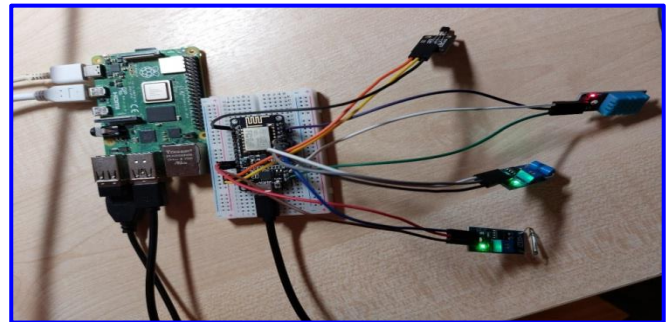


Рис. 4. Устройство в сборе (без корпуса)

Мониторинг датчиков



Рис. 5. Вывод показателей на дисплей

Таблица

Сравнение измеряемых показателей

Измеряемые показатели	«ТКА-ПКМ» (42)	«ТКА-ПКМ» (43)	«ТКА-ПКМ» (65)	«ТКА-Хранитель»	Предлагаемое устройство
Освещенность	+	+	+	+	+
Температура	+	+	+	+	+
Влажность	+	+	+	+	+
Скорость движения воздуха	–	+	–	–	–
УФИ	–	+	+	+	+
Вибрация	–	–	–	–	+
Угарный газ	–	–	–	–	+
Уровень звука	–	–	–	–	+
Магнитное поле	–	–	–	–	+
Стоимость	~55 020 руб.	~33 000 руб.	~93 600 руб.	~40 500 руб.	~20 000 руб.

в области охраны труда, могут использовать систему для обучения студентов и повышения квалификации специалистов. Также оценка условий труда необходима для контроля соблюдения законодательства в области охраны труда и обеспечения безопасности работников [7].

У любого проекта всегда есть риски, связанные с различными факторами, в данном случае они связаны с рисками коммерциализации системы оценки условий труда на рабочем месте [8]. Они включают:

1. Технические риски – надежность и эффективность программного обеспечения и оборудования, используемого для мониторинга условий труда. Проведение тестирования перед запуском системы, регулярное обновление и обслуживание оборудования поможет минимизировать такие риски [9].

2. Правовые риски возникают из-за несоответствия системы законодательству или нарушения прав работников. В качестве мер снижения предполагаются консультации с юристами, соблюдение законодательства и прав работников, а также потенциальная аккредитация и регистрация разработанного устройства [10].

Контроль за состоянием условий труда на рабочих местах

Контроль на рабочих местах направлен на:

- выявление соответствия условий на рабочих местах нормативно-правовым актам по охране труда;
- выявление потенциально опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах;
- соблюдение ответственными за охрану труда лицами своих должностных обязанностей;
- соблюдение всеми работниками организации требований охраны труда;
- обнаружение нарушений по охране труда и отклонений от требований законодательства;
- определение и принятие эффективных мер по устранению нарушений условий труда на рабочих местах.

Основные виды контроля условий труда

Вид контроля условий труда определяется множеством факторов, от типа производства до законодательных требований [11].

Административно-общественный контроль осуществляется совместно представителями работодателя и профсоюзов или иного уполномоченного ими органа в форме комиссионных обследований условий труда.

Государственный контроль осуществляют федеральная инспекция труда; федеральные органы исполнительной власти в части осуществления надзора и контроля за соблюдением требований трудового законодательства [12].

В соответствии с [2] профсоюзы наделены правом осуществлять общественный контроль за тем, как работодатели соблюдают трудовые права работников.

Трехступенчатая система контроля

Порядок организации контроля за состоянием охраны труда в организации определяется самим работодателем. На законодательном уровне нет обязанности внедрять именно трехступенчатый метод контроля. Однако на данный момент самым успешным и практичным является метод трехступенчатого контроля, поэтому проводить анализ предметной области лучше на крупных предприятиях, для которых трехступенчатый контроль наиболее актуален [13].

Контроль на первой ступени проводят ежедневно перед началом работы работники и руководители структурных подразделений. На этом этапе проверяют состояние условий труда на каждом рабочем месте, в том числе: наличие и состояние средств индивидуальной защиты и инструментов, наличие у работников удостоверений, нарядов-допусков, других документов на выполнение работ с повышенной опасностью. Руководители структурных подразделений контролируют, чтобы нарушения,

которые заметили, немедленно устранили. О выявленных нарушениях делается запись в журнале трехступенчатого контроля [14].

Контроль на второй ступени проводят не реже двух раз в месяц руководители структурных подразделений с представителем профсоюза, также может участвовать специалист по охране труда. На второй ступени проверяют: результаты работы первой ступени; ведение журнала трёхступенчатого контроля; выполнение предписаний службы охраны труда и органов государственного надзора; проверяют исправность оборудования и средств индивидуальной защиты. Руководитель структурного подразделения фиксирует в журнале трехступенчатого контроля нарушения, которые нельзя устранить на месте [15].

Контроль на третьей ступени проводит не реже одного раза в три месяца комиссия с руководителем организации и председателем профсоюза. На третьей ступени проверяют работу первой и второй ступени; выполнение мероприятий, разработанных по результатам расследования несчастных случаев; техническое состояние зданий и сооружений; организацию обучения и инструктажей по охране труда.

По результатам проверки комиссия оформляет акт, а выявленные нарушения фиксируют в журнале трехступенчатого контроля того подразделения, в котором проводилась проверка. Руководитель организации совместно с руководителями структурных подразделений, главными специалистами и председателем профсоюза разрабатывают мероприятия для устранения недостатков и нарушений, назначают исполнителей и сроки выполнения.

Заключение

Контроль за состоянием условий труда на рабочих местах является важным действием по отношению к работникам той или иной организации, благодаря ему создаются безопасные и благоприятные условия для деятельности человека. Представленное устройство может содействовать в быстром поиске нарушений, связанных с температурой, освещением, количеством угарного газа, влажностью, уровнем звука и многих других.

В отличие от других устройств данное устройство имеет больший функционал, большие возможности за счет простоты и доступности элементов сборки. Данный прибор может заменить аналоги в короткий срок благодаря все большему вниманию со стороны государства и предпринимателей к условиям труда.

Литература

1. Российская Федерация. Законы. О специальной оценке условий труда : Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ (ред. от 14.07.2022) // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2013. – № 52 (ч. I). – URL : <http://www.szrf.ru> (дата обращения: 01.10.2024).
2. Российская Федерация. Законы. Трудовой кодекс Российской Федерации : [принят Гос. Думой 21.12.2001 : одобрен Советом Федерации 26.12.2001] : текст с изм. и доп. на 01.01.2024. – Москва : Эксмо, 2024. – 478 с. – (Актуальное законодательство).
3. Итоги выборочного обследования рабочей силы // Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. – 2024. – URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13265> (дата обращения: 01.10.2024).
4. Российская Федерация. Законы. Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда : приказ Минтруда России от 19.08.2021 № 542н (заменяет Постановление Минтруда РФ от 08.02.2000 № 14). – URL : <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=281909&ysclid=mb253y2lxt176256859> (дата обращения: 01.10.2024).
5. Российская Федерация. Законы. Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчёта о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по её заполнению : приказ Минтруда России от 24.01.2014 № 33н (ред. от 14.11.2016) // Официальный интернет-портал правовой информации : [Электронный ресурс]. – URL : <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201402110002> (дата обращения: 01.10.2024).
6. Хомякова, В. С. Профессиональная модель специалиста по охране труда – сущность, специфика формирования / В. С. Хомякова, А. И. Алюшина // Техносферная безопасность. Современные реалии : Сборник материалов I Всероссийской научно-практической конференции, Махачкала, 21–22 ноября 2019 года. – Махачкала : Дагестанский государственный технический университет. – 2020. – С. 170–174.
7. Климова, Е. В. Оценка и анализ психологических причин в профилактике травматизма / Е. В. Климова, Е. А. Носатова, А. Ю. Семейкин // Вестник НЦБЖД. – 2021. – № 1 (47). – С. 131–141.
8. Божко, У. А. Проблема травматизма среди работающих студентов / У. А. Божко, А. В. Болтенко, С. Н. Домарев // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В. Г. Шухова : Материалы конференции, Белгород, 30 апреля – 20 мая 2021 года. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2021. – С. 2483–2486.
9. НС-Психотест. Кандидат // Нейрософт : [сайт]. – URL : <https://neurosoft.com/ru/catalog/psycho/candidate> (дата обращения: 15.09.2024).
10. Шилинские, И. А. Методика оценки системы профессиональной подготовки персонала организации / И. А. Ши-

линскайте // Известия Международной академии аграрного образования. – 2020. – № 50. – С. 136–139.

11. Абильтарова, Э. Н. Концептуальные основы формирования культуры безопасности профессиональной деятельности у будущих специалистов в области охраны труда / Э. Н. Абильтарова // Перспективы науки. – 2023. – № 6 (165). – С. 163–166.

12. Система оценки условий труда на рабочем месте / Д. С. Богатов, А. М. Парфенов, С. В. Литвинов [и др.] // Сборник научных статей по материалам VIII МНПК «Радиоинфоком – 2024», Москва, 18–22 ноября 2024 года. – Москва : МИРЭА – Российский технологический университет, 2024. – С. 705–709.

13. Хайруллина, Л. И. Компетенция «Охрана труда» в национальном чемпионате рабочих профессий Worldskills как элемент профессионального образования / Л. И. Хайруллина // Вестник НЦ БЖД. – 2020. – № 2 (44). – С. 85–92.

14. ГОСТ Р 12.0.007-2009. Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию : национальный стандарт

Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 апреля 2009 г. № 138-ст : введен впервые : 01.07.2010 : дата введения : 2010-07-01 / разработан рабочей группой, состоящей из представителей Федерации Независимых профсоюзов России, Российского союза промышленников и предпринимателей, ООО «Центра безопасности и гигиены труда». – Москва : «Стандартинформ», 2009. – 72 с.

15. ГОСТ 12.0.004-2015. Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие требования : межгосударственный стандарт Российской Федерации : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 10 декабря 2015 г. № 48-2015) : взамен ГОСТ 12.0.004-90 : дата введения 2017-03-01 / разработан Обществом с ограниченной ответственностью «Экожилсервис», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». – Москва : Стандартинформ, 2016. – 48 с.

Поступила в редакцию 07.05.2025

Святослав Викторович Литвинов, кандидат технических наук, доцент кафедры РЭСК ИРИ, e-mail: litvinov_s@mirea.ru.

Артём Максимович Парфенов, студент института РИ, e-mail: rabbitaland@mail.ru.

Даниил Сергеевич Богатов, студент института РИ, e-mail: bogatov.2003@inbox.ru. (МИРЭА – Российский технологический университет).

SYSTEM OF ASSESSMENT OF LABOR CONDITIONS AT THE WORKPLACE

S. V. Litvinov, A. M. Parfenov, D. S. Bogatov

The article presents a developed device for monitoring working conditions at the workplace, providing automated control of compliance with sanitary and hygienic standards. The device integrates sensors for temperature, humidity, light, noise level and carbon monoxide concentration, and also uses a single-board computer for data processing. The results of the study demonstrate the advantages of using this device to increase employee productivity and comfort by promptly identifying and eliminating violations. The proposed solution minimizes dependence on the human factor, providing continuous and accurate control of the parameters of the working environment.

Key words: working conditions, monitoring, sensors, automation, safety.

References

1. The Russian Federation. Laws. On a special assessment of working conditions : Federal Law No. 426-FZ dated 12.28.2013 (as amended on 07/14/2022) // Sbornik zakonodatelstva RF. – 2013. – No. 52 (part I). – URL : <http://www.szrf.ru> (date of access: 01.10.2024).
2. The Russian Federation. Laws. The Labor Code of the Russian Federation : [adopted by the State Duma on 12.21.2001 : approved by the Federation Council on 12/26/2001] : text with amendments and additions as of 01.01.2024. – Moscow : Eksmo, 2024. – 478 p. – (Current legislation).
3. Results of a sample survey of the labor force // Federal State Statistics Service : [website]. – 2024. – URL : <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13265> (date of access: 01.10.2024).
4. Russian Federation. Laws. On approval of the Draft regulation on the occupational safety and health management system: Order of the Ministry of Labor of the Russian Federation dated 08/19/2021 No. 542n (replaces Resolution of the Ministry of Labor of the Russian Federation dated 02/08/2000 No. 14). – URL : <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=281909&ysclid=mb253y2lxt176256859> (date of access: 01.10.2024).

5. The Russian Federation. Laws. On approval of the Methodology for conducting a special assessment of working conditions, a Classifier of harmful and (or) hazardous production factors, a report form for conducting a special assessment of working conditions and instructions for completing it : Order of the Ministry of Labor of the Russian Federation dated 24.01.2014 No. 33n (as amended on 11.14.2016) // Official Internet portal of legal information : [website]. – URL : <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201402110002> (date of access: 01.10.2024).
6. Khomyakova, V. S. Professional model of occupational safety and health – the essence, specifics of formation / V. S. Khomyakova, A. I. Alyushina // Technosphere safety. Modern realities : Collection of materials of the I All-Russian Scientific and Practical Conference, Makhachkala, November 21–22, 2019. – Makhachkala : Dagestan State Technical University, 2020. – P. 170–174.
7. Klimova, E. V. Assessment and analysis of psychological causes in injury prevention / E. V. Klimova, E. A. Nosatova, A. Yu. Semeykin // Bulletin of the National Library of Russian Railways. – 2021. – № 1 (47). – P. 131–141.
8. Bozhko, U. A. The problem of injuries among working students / U. A. Bozhko, A. V. Boltenko, S. N. Dolmarev // International Scientific and Technical Conference of young scientists of BSTU named after V. G. Shukhov : Conference materials, Belgorod, April 30 – May 20, 2021. – Belgorod : Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov, 2021. – P. 2483–2486.
9. NS-Psychotest. The candidate // Neurosoft : [website]. – URL : <https://neurosoft.com/ru/catalog/psycho/candidate> (date of access: 09.15.2024).
10. Shilinskaite, I. A. Methodology for assessing the system of professional training of the organization's personnel / I. A. Shilinskaite // Proceedings of the International Academy of Agricultural Education. – 2020. – No. 50. – P. 136–139.
11. Abiltarova, E. N. Conceptual foundations of the formation of a safety culture of professional activity among future specialists in the field of occupational safety / E. N. Abiltarova // Perspectives of science. – 2023. – № 6 (165). – P. 163–166.
12. The system for assessing working conditions at the workplace / D. S. Bogatov, A. M. Parfenov, S. V. Litvinov [et al.] // Collection of scientific articles based on the materials of the VIII MNPC Radioinfokom – 2024, Moscow, November 18–22, 2024. – Moscow : MIREA – Russian Technological University, 2024. – P. 705–709.
13. Khairullina, L. I. Competence of «Labor protection» in the Worldskills national championship of working professions as an element of professional education / L. I. Khairullina // Bulletin of the National Railway Research Center. – 2020. – № 2 (44). – P. 85–92.
14. GOST R 12.0.007-2009. Occupational Safety Standards System. Occupational health and safety management system in the organization. General requirements for the development, application, evaluation and improvement : national standard of the Russian Federation : official publication : approved and put into effect by Decree of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated April 21, 2009 № 138-st : introduced for the first time : 07/01/2010 / developed by a working group consisting of representatives of the Federation of Independent Trade Unions of Russia, the Russian Union of Industrialists and Entrepreneurs, and the Center for Occupational Safety and Health, LLC. – Moscow : Standartinform, 2009. – 72 p.
15. GOST 12.0.004-2015. Occupational Safety Standards System. Organization of occupational safety training. General requirements : interstate standard of the Russian Federation : official publication : adopted by the Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification (Protocol No. 48-2015 dated December 10, 2015) : replacing GOST 12.0.004-90 : date of introduction 2017-03-01 / developed by Ecozhil-Service Limited Liability Company, Perm State University of Higher Education National Research Polytechnic University. – Moscow : Standartinform, 2016. – 48 p.

Svyatoslav Viktorovich Litvinov, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of RISK and IRI,

e-mail: litvinov_s@mirea.ru.

Artyom Maksimovich Parfenov, student at the RI Institute, e-mail: rabbitaland@mail.ru.

Daniil Sergeyevich Bogatov, student at the RI Institute, e-mail: bogatov.2003@inbox.ru.

(MIREA – Russian University of Technology).