

УДК 629.1-498, 629.051

EDN: AEEDHG

## Сравнительная оценка времени выполнения отдельных операций аварийно-спасательных работ с применением робототехнических средств в ручном и автоматическом режимах

ISSN 1996-8493

DOI: 10.54234/CST.19968493.2023.20.3.77

© Технологии гражданской безопасности, 2023

Е.В. Полевой, Д.С. Найденов, А.А. Лебедев

### Аннотация

В статье представлены результаты экспериментального исследования по определению времени выполнения отдельных технологических операций при ликвидации ЧС с применением робототехники в ручном и автоматическом режимах в целях определения влияния автоматизации процесса управления робототехнических средств на производительность (эффективность) ведения аварийно-спасательных работ.

**Ключевые слова:** робототехническое средство; автоматический режим; система управления; экспериментальное исследование; спасательная робототехника.

## Comparative Evaluation of the Unit Rescue Operations Execution Time with the Use of Robotic Means in Manual and Automatic Modes

ISSN 1996-8493

DOI: 10.54234/CST.19968493.2023.20.3.77

© Civil Security Technology, 2023

E. Polevoy, D. Naidenov, A. Lebedev

### Abstract

The article presents experimental study results to determine the execution time of the unit technological operations in emergency response with the use of robotics in manual and automatic modes in order to determine the impact of robotic means control process automation on the performance (efficiency) of emergency rescue operations.

**Key words:** robotics; automatic mode; control system; experimental research; rescue robotics.

25.07.2023

## Введение

Применение роботов и робототехнических средств (РТС) в различных сферах человеческой деятельности за последние годы сохраняет устойчивые темпы роста. Так, в 2020 году рынок промышленной робототехники оценивался в 24,35 млрд долларов США, а в 2026 году по прогнозам достигнет 52,85 млрд долларов США [1]. Рынок сервисной робототехники также растет: в 2020 году он оценивался в 23,58 млрд долларов США, а к 2026 году, по прогнозам, достигнет 212,62 млрд долларов США [2]. Сервисный робот — робот, который выполняет задания, полезные для человека или оборудования, за исключением применения в целях промышленной автоматизации<sup>1</sup>.

Сервисные роботы классифицируют по областям применения [2]:

*профессиональные роботы* — сервисные роботы, используемые в коммерческих и других профессиональных целях, обычно управляемые надлежащим образом подготовленным оператором (например, сельскохозяйственные роботы, роботы-уборщики, строительные и демонтажные роботы, медицинские роботы, спасательные роботы, военные роботы);

*персональные роботы* — сервисные роботы, используемые в некоммерческих целях обычно непрофессионалами (например, роботы для выполнения домашних задач, развлекательные роботы, роботы для помощи пожилым людям и людям с ограниченными возможностями).

Таким образом, робототехника нашла широкое применение в промышленности, сельском хозяйстве, строительстве, при ведении вооруженных конфликтов, а также при проведении аварийно-спасательных работ (АСР) при ликвидации чрезвычайных ситуаций [3]. К уровню подготовки оператора профессиональных сервисных роботов (являющихся преимущественно дистанционно управляемыми) предъявляются высокие требования, а также при применении таких роботов возможно негативное влияние человеческого фактора. Внедрение функций автоматического управления в систему управления роботов позволит снизить влияние человеческого фактора и уровня подготовки операторов на эффективность применения роботов [4].

Активно внедряются технологии искусственного интеллекта в робототехнику в целях обеспечения выполнения роботами задач в автоматическом режиме [5]. Так, согласно данным опубликованного Transparency Market Research исследования, объем мирового рынка роботов с искусственным интеллектом в 2021 году составил 8,18 млрд долларов США, а прогнозируемый объем к 2031 году может достигнуть 52,63 млрд долларов США [6]. Данные свидетельствуют о заинтересованности производителей и росте потребности пользователей в автоматизации роботов, применяемых в различных сферах человеческой деятельности [7].

Целью статьи является оценка влияния автоматизации процесса управления робототехнических средств на эффективность ведения аварийно-спасательных работ.

Для этого спланирован эксперимент по сравнению времени выполнения отдельных операций с применением робототехнических средств в ручном и автоматическом режимах.

## 1. Планирование эксперимента

В настоящее время практически все РТС, стоящие на оснащении подразделений МЧС России, являются дистанционно управляемыми машинами (ДУМ), которые управляются надлежащим образом подготовленным оператором в ручном режиме и не обладают функциями выполнения задач в автоматическом режиме [8]. В табл. 1 представлены сведения о наличии в системе управления наземных РТС МЧС России функций автоматического управления.

Таким образом, лишь 4 из 23 (17%) моделей наземных РТС, находящихся на оснащении подразделений МЧС России, обладает функциями автоматического управления.

Созданная группировка наземных РТС в МЧС России применяется редко. Основная причина заключается в том, что при оправданном риске для жизни спасателя работы в ходе ликвидации ЧС выполняются традиционным экипажным способом (с применением ручного аварийно-спасательного инструмента и экипажной техники) без РТС. В условиях повышенного риска применяются робототехнические средства. Кроме того, 10% стоящих на вооружении образцов наземных РТС имеет срок эксплуатации более 20 лет [10].

При управлении ДУМ оператор находится вдали от мобильного робота, осуществляет контроль и управление им, а также распознавание окружающей обстановки через систему телевизионного наблюдения (далее — СТН). Оператор с безопасного от воздействия поражающих факторов ЧС расстояния с помощью камер СТН распознает маршрут движения РТС; занимается обнаружением и идентификацией объектов визуально (взрывоопасных предметов, источников ионизирующего излучения, емкостей с опасными химическими веществами и т.п.) и выполнением технологических операций. Однако по камерам СТН, а не в зоне прямой видимости оператору сложнее выполнять операции, вследствие чего время выполнения операции РТС существенно больше, чем экипажными средствами.

Сложилась проблемная ситуация в практике, заключающаяся в том, что при ведении высокорискованных АСР с применением наземных РТС время выполнения технологических операций больше, чем время выполнения этих операций с применением ручного аварийно-спасательного инструмента или экипажной техники.

Возможными направлениями разрешения выявленной проблемной ситуации являются:

изменение технологии проведения АСР с внедрением безлюдных технологий;

повышение оснащенности робототехнических подразделений новыми РТС, способными выполнять технологические операции в автоматическом режиме [11].

Таблица 1

Сведения о наличии в системе управления наземных РТС МЧС России функций автоматического управления [9]

№ п/п	Наименование робототехнического средства	Наличие функции автоматического управления
<b>Противопожарные</b>		
1	Робототехническое средство в составе комплекса МРК-РП	частично присутствует (следование по маршруту, авто-возврат)
2	Робототехническое средство ЕЛЬ-4	отсутствует
3	Робототехническое средство ЕЛЬ-10	отсутствует
4	Робототехническое средство ЛУФ-60	отсутствует
5	Робототехническое средство Ель-Т	отсутствует
6	Робототехническое средство Ель-М	отсутствует
7	МПСК-РГВТ-150	отсутствует
8	МУПР-С-СП-Э-ИК-ТВ-УП-20 (10,15) мод. 001	частично присутствует (следование по маршруту, обнаружение очага пламени и подача огнетушащих веществ)
9	МРУП-СП-Г-ТВ-У-40 модель 17 КС	отсутствует
10	Робототехнический комплекс ТРОПА-3	отсутствует
<b>Саперно-инспекционные</b>		
11	Робототехническое средство MV-4	отсутствует
12	Робототехническое средство MV-10	отсутствует
13	Робототехническое средство Telemax (в составе комплекса TEL-630)	частично присутствует (функции автоматического раз-вертывания РТС, перемещения манипулятора в заданные позиции, смены рабочего оборудования)
14	Робототехническое средство Teodor (в составе комплекса TEL-630)	частично присутствует (функции автоматического перемещения манипулятора в заданные позиции, смены рабочего оборудования)
15	Робототехническое средство «Скарабей»	отсутствует
16	Робототехническое средство КРММ-06	отсутствует
<b>Инженерные</b>		
14	Робототехническое средство Brokk-MiniCut	отсутствует
15	Робототехническое средство Brokk-110D	отсутствует
16	Робототехническое средство Brokk-180	отсутствует
17	Робототехническое средство Brokk-330	отсутствует
18	Робототехническое средство Brokk-330D	отсутствует
19	Робототехническое средство Brokk-800	отсутствует
20	Робототехническое средство MF-3 (в составе комплекса TEL-600)	
21	Робототехническое средство MF-4 (в составе комплекса TEL-600)	отсутствует
<b>РХБЗ</b>		
22	Робототехническое средство радиационной разведки в составе комплекса РТК-08	отсутствует
23	Робототехническое средство радиационной разведки с системой гамма-видения в составе комплекса РТК-10	отсутствует

Проведенный анализ показал, что для реализации рассмотренных направлений разрешения проблемной ситуации потребуются значительные финансовые, временные, людские и другие ресурсы.

Таким образом, могут быть сформулированы следующие противоречия в практике рассматриваемой предметной области:

с одной стороны, дистанционно управляемые РТС позволяют выполнять АСР, обеспечивая безопасность спасателя (оператора) от воздействия поражающих факторов;

с другой стороны, оператору сложнее выполнять технологические операции ввиду того, что приходится осуществлять ориентацию РТС в пространстве посредством СТН, а не в зоне прямой видимости. Вследствие

этого время выполнения операции по сравнению с экипажными средствами существенно больше, а производительность — значительно ниже.

Данные противоречия позволили сформулировать научную гипотезу предстоящего исследования, заключающуюся в том, что сократить время выполнения технологических операций и повысить производительность, сохраняя при этом достаточный уровень безопасности оператора при выполнении АСР, возможно за счет обеспечения выполнения технологических операций РТС в автоматическом режиме.

Актуальность этого направления развития спасательной робототехники в области ее автоматизации подчеркнута и в Концепции развития робототехнических комплексов (систем) специального назначения

в системе МЧС России до 2030 года: «...совершенствование робототехники МЧС России с дистанционным управлением и создание автономных робототехнических систем, алгоритмов и элементной базы для платформ искусственного интеллекта»<sup>2</sup>.

Выполнение операций роботом в автоматическом режиме позволяет обеспечить высокую точность и повторяемость операций, что дает возможность существенно увеличить производительность, а также сократить время выполнения технологической операции по сравнению с ручным способом управления.

Для определения влияния автоматизации процесса управления РТС на производительность (эффективность) выполнения технологических операций было проведено экспериментальное исследование, результаты которого отражены в научно-практической работе [9]. В рамках исследования определялось время выполнения отдельных операций робототехническим средством в ручном и автоматическом режимах.

*Ручной режим* — рабочий режим, при котором робот управляется оператором с помощью, например, кнопок или джойстика и который исключает автоматическую работу.

*Автоматический режим* — рабочий режим, при котором система управления роботом работает в соответствии с программой выполнения задания без вмешательства человека. Оператор осуществляет в этом случае только контроль выполнения операции АСР.

## 2. Проведение эксперимента

Экспериментальное исследование проводилось на территории учебного полигона ФГКУ «Центр по проведению спасательных операций особого риска «Лидер» МЧС России с применением РТС комплекса TEL-630, БПЛА DJI Inspire 1. Личный состав, привлекаемый для проведения испытаний, прошел обучение по устройству, порядку работы и требованиям безопасности при работе с исследуемыми РТС. Измерение времени осуществлялось секундомером.

Общее описание методики и порядка проведения эксперимента представлено в отчете о научно-практической работе [9]. Время выполнения операции РТС определялось при следующих способах управления РТС:

- 1) в ручном режиме в зоне прямой видимости оператора;
- 2) в ручном режиме по СТН;
- 3) в автоматическом режиме.

Оператор РТС Teodor комплекса TEL-630 выполнял следующие операции:

1. Операция смены рабочего оборудования в ручном режиме. РТС находится в исходном положении, манипулятор — в транспортном положении. По команде о начале движения РТС производится отсчет времени. Оператор поднимает манипулятор, поворачивает его на 150 градусов влево, берет рабочее оборудование из пенала и выводит манипулятор в рабочее положение. При переводе манипулятора в рабочее положение фиксируется время выполнения операции.

2. Операция смены рабочего оборудования в автоматическом режиме. РТС находится в исходном положении, манипулятор — в транспортном положении. По команде о начале движения РТС производится отсчет времени. Оператор задает функцию смены рабочего оборудования (операция «Toolleft»), РТС в автоматическом режиме поднимает манипулятор, поворачивает его на 150 градусов влево, берет рабочее оборудование из пенала и выводит манипулятор в рабочее положение (операция «Fireposition»). При переводе манипулятора в рабочее положение фиксируется время выполнения операции.

Результаты эксперимента № 1. Данные измерений представлены в табл. 2:

1. Среднее время выполнения операции по уставке рабочего оборудования для разрушения ВОП «Tool Left» оператором в ручном режиме в зоне прямой видимости — 85,4 с.
2. Среднее время выполнения операции в автоматическом режиме — 55 с.
3. Выполнение операции в ручном режиме по СТН невозможно.
4. Время выполнения операции в автоматическом режиме по сравнению с ручным управлением сократилось на 35%.

Результаты эксперимента № 2. Данные измерений представлены в табл. 3:

1. Среднее время выполнения операции прицеливания на ВОП «Fireposition» оператором в ручном режиме в зоне прямой видимости — 23,3 с.
2. Среднее время выполнения операции оператором в ручном режиме по СТН — 27,2 с.
3. Среднее время выполнения операции в автоматическом режиме — 14,6 с.
4. Время выполнения операции в автоматическом режиме по сравнению с ручным управлением в зоне прямой видимости на 37% сократилось, а по сравнению с ручным управлением по СТН сократилось на 46%.

Таблица 2

Определение времени выполнения операции «Toolleft» РТС Teodor (в составе РТС TEL-630) [9]

№	Вид управления	Время выполнения операции РТС Teodor, с											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Оператором в ручном режиме в зоне прямой видимости	83,5	85,1	84,2	87,2	87,3	86,2	84,5	85,0	85,2	85,5	85,4	86,0
3	В автоматическом режиме	55,0	54,7	55,0	55,3	54,9	55,1	55,2	54,8	54,9	55,0	55,1	54,9

<sup>2</sup> Решение коллегии «О концепции развития робототехнических комплексов (систем специального назначения) в системе МЧС России до 2030 года».

Таблица 3

**Определение времени выполнения операции «Fireposition» PTC Teodor (в составе PTK TEL-630) [9]**

№	Вид управления	Время выполнения операции PTC Teodor, с											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Оператором в ручном режиме в зоне прямой видимости	22,3	22,0	23,0	22,9	24,1	23,4	22,8	25,2	23,0	23,1	23,2	24,0
2	Оператором в ручном режиме по СТН	26,1	27,5	27,3	26,8	27,3	28,0	26,8	26,5	27,3	27,2	28,2	27,6
3	В автоматическом режиме	14,6	148	14,5	15,0	14,2	14,4	14,1	14,4	14,8	14,4	14,5	15,0

Таблица 4

**Сведения о наличии в системе управления БПЛА МЧС России функций автоматического управления [9]**

№ п/п	Наименование БПЛА (воздушного робототехнического средства)	Наличие функции автоматического управления
<b>Вертолетного типа</b>		
1	Беспилотный летательный аппарат DJIInspire 1	присутствует
2	Беспилотный летательный аппарат DJIPhantom 3	присутствует
3	Беспилотный летательный аппарат DJIPhantom 4 PROPlus	присутствует
<b>Самолетного типа</b>		
4	Беспилотный летательный аппарат Supercam S150	присутствует
5	Беспилотный летательный аппарат Supercam S250	присутствует
6	Беспилотный летательный аппарат Орлан-10	присутствует
7	Беспилотный летательный аппарат Иркут-10	присутствует

В отличие от наземных РТС все модели воздушных РТС — беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), стоящих на оснащении подразделений МЧС России, обладают функциями автоматического управления, что позволяет им выполнять задачи в автоматическом режиме. В табл. 4 представлены сведения о наличии в системе управления БПЛА МЧС России функций автоматического управления.

Оператор БПЛА DJI Inspire 1 выполнял следующие операции:

1. Операция облета заданной территории БПЛА DJI Inspire 1 в ручном режиме. БПЛА находится в исходном положении на размеченной площадке размером 1x1 м. По команде о начале движения БПЛА производится отсчет времени. Оператор производит взлет на высоту 5 метров, пролетает поочередно 10 метров на север, 10 метров на восток, 10 метров на юг, 10 метров на запад и производит посадку на исходную площадку. После приземления БПЛА фиксируется время выполнения операции.

2. Операция облета заданной территории БПЛА DJI Inspire 1 при помощи функции «Waypoints» (в автоматическом режиме). БПЛА находится в исходном положении на размеченной площадке размером 1x1 м.

По команде о начале движения БПЛА производится отсчет времени. Оператор задает команду автоматического взлета на высоту 5 метров; задает при помощи функции «Waypoints» маршрут облета (квадрат размером 10x10 метров с возвращением в исходное положение) и команду автоматической посадки; БПЛА осуществляет взлет, облетает заданный квадрат и производит посадку на исходной площадке. После приземления БПЛА фиксируется время выполнения операции.

Результаты эксперимента № 3. Данные измерений представлены в табл. 5:

1. Среднее время выполнения операции съемки заданной площади оператором в ручном режиме по СТН — 98,0 с.

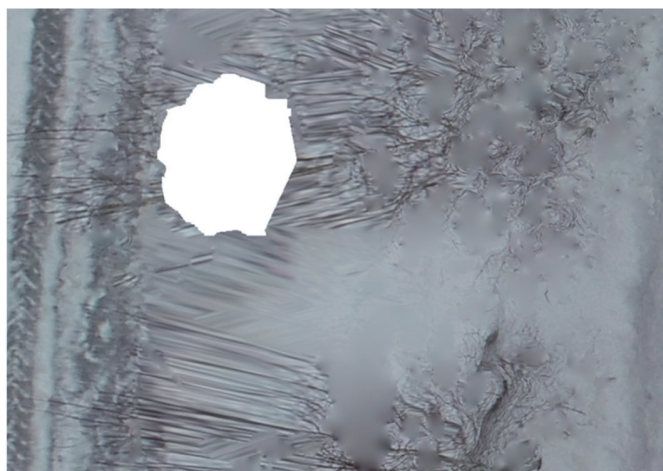
2. Среднее время выполнения операции в автоматическом режиме — 92,2с.

3. Время выполнения операции в автоматическом режиме по сравнению с ручным управлением на 6,3 % сократилось. Увеличение скорости выполнения операции незначительно, однако результаты съемки, представленные на рисунках а и б, наглядно свидетельствуют об эффективности выполнения задачи, выражающейся в качестве получаемой оператором информации.

Таблица 5

**Определение времени выполнения операции съёмки заданной площади БПЛА DJI Inspire 1 [9]**

№	Вид управления	Время выполнения операции БПЛА DJI Inspire 1											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Оператором в ручном режиме по СТН	98,5	97,1	99,2	95,2	97,3	96,2	98,5	99,9	98,2	97,5	99,4	99,0
3	В автоматическом режиме	91,0	92,7	93,0	91,3	91,9	92,1	93,2	91,8	91,9	91,9	92,1	92,9



а)



б)

Рис. Результаты выполнения операции съемки заданной площади БПЛА DJI Inspire 1: а) в ручном режиме по СТН; б) в автоматическом режиме [9]

## Выводы

Таким образом, на основании результатов проведенного экспериментального исследования можно сделать следующие выводы:

1) подтверждена гипотеза о том, что за счет обеспечения выполнения технологических операций РТС в автоматическом режиме возможно сократить время выполнения этих операций по сравнению с ручным режимом;

2) в исследовании рассматривалось выполнение простых операций РТС с программной системой управления — системой управления, в которой управление осуществляется по заранее составленной и остающейся неизменной в процессе реализации управляющей программе. Данный тип управления не предполагает приспособления робота к изменяющейся окружающей обстановке, что затрудняет его применение в условиях реальной ЧС;

3) в условиях реальной ЧС необходимо применять автоматический режим управления с механизмом принятия решений роботом, позволяющим ему приспосабливаться к изменяющейся обстановке в условиях ЧС, которой может быть реализован в адаптивных и интеллектуальных системах управления РТС.

*Адаптивные* — системы управления РТС, в которых управление реализуется в функции от информации о текущем состоянии и изменениях внешней среды и самого робота, получаемой в процессе управления от сенсорной системы РТС.

*Интеллектуальные* — системы управления РТС, в которых адаптивные свойства развиты до уровня, соответствующего интеллектуальной деятельности человека. Это системы с применением технологий искусственного интеллекта, позволяющие роботам более эффективно выполнять задачи без вмешательства человека.

Программный способ управления прост в реализации, но подходит для выполнения не всех задач, т.к. в условиях выполнения АСР при ликвидации ЧС техногенного характера мобильные роботы работают в недетерминированных условиях, т.е. в условиях изменяющейся, неопределенной окружающей обстановки. Программный тип управления подходит для выполнения таких задач, как:

- автоматическая смена рабочего оборудования РТС;
- развертывание РТС и приведение рабочего оборудования в рабочее положение в автоматическом режиме.

Адаптивное управление позволяет системе управления РТС действовать в изменяющихся условиях. Интеллектуальное управление является сложным в реализации и в настоящее время существует лишь в виде теоретических моделей.

## Заключение

Дальнейшее развитие специальной мобильной робототехники связано с повышением доли РТС, которые могут выполнять задачи в автоматическом режиме, что позволит уменьшить время проведения технологических операций и снизить функциональную нагрузку на оператора РТС, тем самым повысить эффективность проведения АСР [12].

Перспективным направлением по повышению эффективности РТС, основанным на уменьшении времени выполнения технологических операций при проведении АСР, является модернизация системы управления РТС для обеспечения работы в автоматическом режиме. В целях выбора этого направления необходимо проанализировать варианты его реализации.

### Литература

1. Рынок промышленной робототехники — рост, тенденции, влияние COVID-19 и прогнозы (2023–2028 гг.) // URL: <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/industrial-robotics-market> (дата обращения: 15.06.2023).
2. Рынок сервисной робототехники — рост, тенденции, влияние COVID-19 и прогнозы (2023–2028 гг.) // URL: <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/service-robotics-market> (дата обращения: 15.06.2023).
3. Мошков В. Б., Баранник А. Ю. Перспективы развития системы робототехники МЧС России в интересах повышения эффективности ведения аварийно-спасательных работ // Технологии гражданской безопасности. 2021. Т. 18. № 5. С. 124–126.
4. Демкин В. И., Луков Д. К. Искусственный интеллект в робототехнике // Вестник современных исследований. 2018. № 6.3 (21). С. 456–458.
5. Носков С. С., Лебедев А. А., Рыбина А. В., Соколова Е. А. Направления модернизации штатной робототехники МЧС России // Сб. материалов II Научно-практической конференции по развитию робототехники в области обеспечения безопасности жизнедеятельности «RoboEmercom». М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2022. С. 170–178.
6. Мировой рынок роботов с ИИ достигнет \$52,63 млрд к 2031 г. // URL: <https://kiossoft.ru/news/2022/07/04/mirovoj-rynok-robotov-s-ii-dostignet-52-63-mlrd-k-2031g-27195> (дата обращения: 15.06.2023).
7. Соколов С. М. Сравнительный анализ степени автономности робототехнических комплексов // Известия ЮФУ. Технические науки. 2023. № 1 (231). С. 65–76.
8. Полевой Е. В., Гудошников А. А., Найденов Д. С., Лопатин Д. С. Анализ современного состояния группировки робототехнических комплексов МЧС России // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2021. № 4 (51). С. 43–53.
9. Найденов Д. С., Полевой Е. В., Ткаченко Д. О. и др. Оценка эффективности выполнения аварийно-спасательных работ с применением робототехнических средств в автоматическом режиме: Отчет о научно-практической работе. Химки: АГЗ МЧС России, 2023. 53 с.
10. Асхадеев А. И., Павлов Е. В., Баранник А. Ю., Лагутина А. В., Козлов В. И., Пеньков И. А., Чирко О. В. Система робототехники МЧС России. Состояние и перспективы развития // Технологии гражданской безопасности. 2022. Т. 19. № 2 (72). С. 41–47.
11. Носков С. С., Солохин В. Ю., Соколова Е. А., Рыбина А. В. Уточнение требований к конструкции автономных робототехнических средств для ведения аварийно-спасательных работ // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 4 (43). С. 38–43.
12. Носков С. С., Гудошников А. А., Байков А. В. и др. Разработка общих технических требований к созданию образцов автономных наземных робототехнических средств для проведения аварийно-спасательных работ: Отчет о научно-исследовательской работе (заключительный). Химки: АГЗ МЧС России, 2018. 67 с.

### Сведения об авторах

**Полевой Евгений Васильевич:** аспирант, АГЗ МЧС России, препод. каф. спасат. робототехн. средств. Химки, Россия.  
SPIN-код: 3112-7783.

**Найденев Дмитрий Сергеевич:** к. в. н., АГЗ МЧС России, ст. препод. каф. спасат. робототехн. средств. Химки, Россия.  
SPIN-код: 7751-0317.

**Лебедев Андрей Александрович:** к. в. н., ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), с. н. с. науч.-исслед. отдела. Москва, Россия.  
SPIN-код: 2907-3706.

### Information about authors

**Polevoy Evgeniy V.:** Graduate Student, Academy of Civil Defense of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Lecturer at the Department of Rescue Robotics. Khimki, Russia.  
SPIN-scientific: 3112-7783.

**Naydenov Dmitry S.:** PhD (Military Sc.), Academy of Civil Defense of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Senior Lecturer at the Department of Rescue Robotics. Khimki, Russia.  
SPIN-scientific: 7751-0317.

**Lebedev Andrey A.:** PhD (Military Sc.), VNIИ GOChS (FC), Senior Researcher, Research Department. Moscow, Russia.  
SPIN-scientific: 2907-3706.

## Издания ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Авторы, название	URL
Международный круглый стол «Системы раннего предупреждения о чрезвычайных ситуациях: теория и практика» (в рамках проведения XIV Международного салона средств обеспечения безопасности «Комплексная безопасность-2023»). Сборник материалов. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2023.	<a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=54473503">https://elibrary.ru/item.asp?id=54473503</a>
Международная научно-практическая конференция «Система мониторинга в Арктической зоне» (в рамках проведения XIV Международного салона средств обеспечения безопасности «Комплексная безопасность-2023»): Сборник материалов. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2023.	<a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=54503316">https://elibrary.ru/item.asp?id=54503316</a>
Пашинин В. А. и др. Обнаружение загрязненности поверхностей объектов агрессивными химическими веществами и соединениями урана. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2023.	<a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=53761369">https://elibrary.ru/item.asp?id=53761369</a>
Устойчивость городов в аспекте климатических изменений: проблемы и пути решения: Сборник докладов панельной дискуссии (круглого стола) в рамках III Международного пожарно-спасательного конгресса МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2023.	<a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=53732701">https://elibrary.ru/item.asp?id=53732701</a>