

Перспективные средства спасения персонала из зон чрезвычайных ситуаций

Promising means of rescuing personnel from emergency zones

doi 10.26310/2071-3010.2020.265.11.007



М. Н. Охочинский,

доцент, кафедра «Ракетостроение», БГТУ «Военмех» им. Д. Ф. Устинова/ученый секретарь, член-корреспондент, Российская академия космонавтики им. К. Э. Циолковского (РАКЦ)

✉ mno1955@yandex.ru

M. N. Ohochinsky,

Associate professor, rocketry department, Baltic state technical university «VOENMEH» named after D. F. Ustinov/academic secretary, member-correspondent, Russian academy of cosmonautics n. a. K. E. Tsiolkovsky (RACTs)

В статье рассматриваются перспективные системы спасения персонала из зон возникновения чрезвычайных ситуаций, в том числе природного и техногенного характера, основанные на применении реактивных средств доставки и эвакуации.

The article considers promising systems for personnel rescue from emergency situations, including natural and man-made ones, based on the use of delivery and evacuation jet vehicles.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, средства спасения, реактивная система, доставка, эвакуация.

Keywords: emergency situation, rescue means, jet system, delivery, evacuation.

Развитие специальной техники спасения

В 1995 году С. К. Шойгу, тогда — руководитель Министерства по чрезвычайным ситуациям РФ, дал большое интервью журналу «Огонек», где на прямой вопрос корреспондента: «... Не создавая картины апокалипсиса, тем не менее, скажем: вал ЧП будет нарастать, верно?» дал такой же прямой ответ: «К сожалению, прогноз таков» [1]. Прошедшие с того времени годы показали, что прогноз этот оправдался.

Чрезвычайная ситуация, в трактовке федерального законодательства, — это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери или нарушение условий жизнедеятельности людей [2].

Если рассматривать чрезвычайные ситуации в информационном аспекте, то можно выделить ряд характерных признаков, главными из которых являются [3]:

1. Скорость изменения показателей, описывающих ситуацию, превышает стандартные возможности оператора (или автоматизированной системы) по восприятию и обработке поступающей информации.
2. Появление информации, для восприятия и обработки которой уже не могут быть применены те приемы и алгоритмы, которые характерны для штатной ситуации.
3. Возникновение существенного дефицита времени практически на каждой стадии развития ситуации.
4. Эмоциональный стресс, связанный с нарушением штатных условий работы и проявлением непосредственных угроз жизни оператора.
5. Необходимость привлечения для выполнения принимаемых управленческих решений сил и средств,

обычно не используемых оператором или находящимся в резерве.

Когда упоминается о повышенной скорости изменения параметров или о дефиците времени, следует иметь в виду, что речь не идет о процессах, обязательно протекающих в реальном, физическом времени. Авария на АЭС действительно может занимать очень короткое время, что и показала Чернобыльская катастрофа. С другой стороны, судно, пославшее сигнал бедствия, может бороться за живучесть несколько часов и затонуть, так и не дождавшись помощи, — в данном случае у спасателей огромный дефицит времени на стадии реализации управленческого решения, определяемый возможностями спасательных средств преодолеть расстояние до места катастрофы, — вспомним финальную стадию гибели подводной лодки «Комсомолец» [4]. Можно отметить, что последствия многих аварий, в особенности, морских, а, главное, объем затрат на ликвидацию их последствий напрямую зависят от времени реакции соответствующих аварийно-спасательных служб, их мобильности и технической оснащенности.

Как отмечал в свое время Ален Бомбар, знаменитый французский исследователь поведения человека в экстремальных условиях, в середине 1950-х годов в кораблекрушениях ежегодно погибало около 200 тысяч человек, причем около 50 тысяч из них использовали индивидуальные спасательные плавсредства [5]. При этом до 90% людей гибли в первые три дня после катастрофы, не дождавшись помощи. Таким образом, главной причиной гибели людей являлась несвоевременность оказания им помощи, чаще всего — невозможность доставки средств спасения в район бедствия и эвакуации пострадавших.

Одним из решений возникшей проблемы стало создание спасательных средств, транспортируемых и сбрасываемых с воздушного носителя. Это, в частности, отечественные контейнеры КАС-150 и КАС-500

или семитонный катер «Гагара», перевозимый самолетами класса Ил-76 и десантируемый с помощью специальной парашютной системы [6]. Правда, проблему дефицита времени такие средства решить не помогают.

Поэтому с учетом дефицита времени на доставку спасательных средств, в особенности при морских авариях, целесообразно было бы усилить возможности спасательных служб за счет их дооснащения специализированными средствами доставки, работающими на ракетном принципе.

Ракетные системы доставки средств спасения в зоны чрезвычайных ситуаций

Считается, что в качестве таких штатных носителей для доставки спасательных средств могут выступать различные ракетные средства [7], в том числе и баллистические носители соответствующей дальности [8].

Для оценки возможных параметров такой системы, используемой в качестве носителя спасательного средства, возможно применение пакета прикладных программ учебной САПР ракетных транспортных систем, разработанный и применяемый в учебном процессе на кафедре «Ракетостроение» БГТУ «Военмех им. Д. Ф. Устинова» [9]. После выполненной серии предварительных оценочных расчетов, полученные результаты подтвердили принципиальную возможность применения в качестве баллистического носителя одноступенчатой твердотопливной ракеты с дальностью полета порядка 800–1000 км. В работе [8], например, в таком качестве рассматривается ракета со стартовой массой 4600–4800 кг, подобная советской ракете «Ока» [10], снятой с вооружения по одному из советско-американских договоров об ограничении вооружений.

Анализ ситуации с аварией судна, произошедшей в удаленном районе Мирового океана, показывает, что при этом чаще всего возникает необходимость быстрой доставки в зону катастрофы комплекта штатных плавсредств — спасательных плотов из числа имеющихся в распоряжении соответствующих служб, например, в МЧС России (Таблица 1).

Для оценки характеристик доставляемой полезной нагрузки был выбран плот ПСН-10 М, обладающий массой укладки (контейнера со спасательным средством) $m_{cc} = 145$ кг.

Таблица 1

Характеристики спасательных плотов, применяемых в МЧС России [11]

Марка плота	Вместимость, чел.	Объем камеры плавучести, м ³	Масса полная, кг	Длина и диаметр укладки, м
ПСН-6 М	6	0.62	100,0	1,15×0,6
ПСН-10 М	10	1.0	145,0	1,40×0,6
4 ММ	4	0.45	57,1	1,14×0,4
10 ММ	10	1.03	102,5	1,35×0,5
12 ММ	12	1.23	119,5	1,35×0,5
20 ММ	20	2.09	171,4	1,60×0,57

Массу парашютной системы, которая должна обеспечить приведение контейнера со скоростью, обеспечивающей нормальное срабатывание основных систем плота, можно оценить, как [12]: $m_{pc} = a \times (V_{пр})^{-b} \times m_{cc} = 18,27$ кг, а суммарная масса полезной нагрузки определим по формуле: $m = m_{cc} + m_{pc} + m_{пу} + m_{кгч} + m_{соп} = 1,4 \times (m_{cc} + m_{pc}) = 228,578$ кг, где $V_{пр} = 7-10$ м/с — скорость приведения объекта, $a = 12,6$, $b = 2,0$ — эмпирические коэффициенты, $m_{пу}$ — масса приборов управления, $m_{кгч}$ — масса корпуса головной части, $m_{соп}$ — масса системы отделения парашюта, а коэффициент 1,4 позволяет учесть массу приборов системы управления, системы отделения парашюта и корпуса головной части [13].

В результате полная масса полезной нагрузки, которую необходимо доставить в район катастрофы для спасения 10 человек, составляет порядка 230 кг.

Расчет с использованием ППП [9] показал, что максимальная дальность полета ракеты класса «Ока» с данной полезной нагрузкой составит примерно 840 км (среднее полетное время с момента старта — до 410 секунд), что делает применение подобного рода носителей для доставки спасательных средств в район морской катастрофы вполне оправданным.

Предложены проекты применения для доставки средств спасения и аэробаллистических систем, имеющих в своем составе ракетную разгонную часть и крылатый аппарат-спаситель, как это предложено в [7]. В соответствии со схемой применения такого средства доставки, на первом этапе происходит разгон полезной нагрузки с помощью баллистического носителя, а затем происходит отделение аппарата-спасателя и перевод его в горизонтальный полет с использованием подъемной силы крыльев и корпуса. Аппарат выполняет движение по зигзагообразной траектории поиска и, после обнаружения терпящих бедствие бортовыми средствами, задействует посадочную систему.

К настоящему времени разработаны компьютерные модели для оценки параметров движения крылатого аппарата, используемого в качестве носителя комплекса средств спасения, которые дают возможность с достаточной степенью точности определить траекторию доставки средств спасения в необходимую точку [14–15].

Отметим, что система доставки средств спасения в зоны катастроф с применением ракетных средств, впервые предложенная еще в начале 1990-х гг., сегодня постепенно «обрастает конкретикой». Появляются и технические решения, защищенные патентами, и компьютерные модели, позволяющие оценить основные проектные характеристики будущих конструкций.

Средства спасения персонала из зон чрезвычайных ситуаций и техногенных катастроф

В связи с лавинообразным развитием разнообразных наукоемких технологий, существенно возрастает стоимость подготовки квалифицированных специалистов, и этот рост пропорционален объему знаний, получаемых сотрудником в ходе обучения. Реальная же «стоимость специалиста» и после окончания обучения продолжает увеличиваться по мере накопления им

профессионального опыта. По оценкам западных специалистов, подготовка профессионального спасателя требует вложений порядка \$5 млн., а подготовка пилота сверхзвукового самолета — до \$20 млн. Поэтому в случае гибели такого специалиста несут значительные финансовые потери и государственные, и другие организации, вкладывающие средства в подготовку своих сотрудников.

Нью-Йоркские события 11 сентября 2001 года показали, что сотрудники, рабочие места которых располагаются в высотных зданиях, в случае пожара или обрушения здания подвергаются повышенному риску. При этом и фирмам-работодателям, и страховым компаниям также наносится немалый финансовый ущерб из-за необходимости выплат больших страховых компенсаций.

Эти два фактора делают проблему спасение жизни человека в ходе природной или техногенной катастрофы не только морально, но и экономически обоснованной задачей. Становится необходимым создание системы для эвакуации персонала из зон чрезвычайных ситуаций и повышенной опасности, к которым относятся: горящие и разрушающиеся здания, зоны техногенных катастроф, зоны экологических катастроф, а также так называемые «горячие точки».

В работах [16–19] был предложен принципиально новый способ эвакуации персонала из зон чрезвычайных ситуаций и техногенных катастроф. Этот способ предусматривает применение ранцевых реактивных устройств индивидуального пользования, которые дают возможность применяемому их человеку выполнять управляемые перемещения и в вертикальном, и в горизонтальном направлении.

Практически во всех известных на сегодняшний день способах эвакуация человека из зоны техногенной катастрофы (например, пожара) производится за счет дополнительного устройства, которое не связано изначально со спасаемым человеком (например, раскладываемая лестница, специальный трап, крановые системы, лебедки, размещенные на вертолете и т. п.). Причем, стоит добавить, обычно перемещение с применением таких систем происходит в основном в вертикальном направлении и преимущественно вниз по отношению к точке нахождения спасаемого. Традиционные методы спасения из зоны чрезвычайной ситуации (например, спасение экипажа самолета, потерпевшего катастрофу) могут быть применены только при точно установленном месте нахождения человека, нуждающегося в эвакуации, сам он не имеет возможности перемещения в другое, более удобное для эвакуации место, либо в заранее оговоренный район. Спасаемый человек может лишь указать место своего нахождения, что существенно снижает вероятность успешной эвакуации.

Система, использующая предложенную технологию спасения, может сочетать в себе парашют и компактное управляемое реактивное устройство типа ранца, закрепляемого поверх укладки парашюта на спине человека с помощью подвесной системы. Такая система позволяет передвигаться и даже висеть в воздухе на непродолжительное время [17].

Человек, применяющий такую систему, производит с любой небольшой открытой площадки (напри-

мер, с крыши горящего здания) подъем на высоту, достаточную для раскрытия парашюта. После завершения работы ракетного двигателя ранца последний сбрасывается, и, находясь в свободном падении, человек раскрывает парашют и в дальнейшем совершает планирующий горизонтальный полет. Дальность такого полета от момента раскрытия парашюта до посадки зависит от умения человека управлять аппаратом и от погодных условий; при благоприятном стечении обстоятельств дистанция может превышать 100 км.

Основными требованиями к такой системе являются относительная простота конструкции и надежность; масса и габариты, позволяющие проводить транспортировку системы на большие расстояния одним оператором; возможность подъема человека массой до 80–90 кг на высоту не менее 800 м; перегрузки активного участка, не превышающие допустимые для человека значения.

Выработать принципиальные конструктивные решения позволяет сценарий целевого функционирования устройства, реализующего такую технологию [17]; на его основе может быть сформирована обобщенная структура устройства [18], предназначенная для генерирования различных конструктивно и структурно непротиворечивых вариантов.

На основе обобщенной структуры, построенной в ходе изучения принципиальных возможностей реализации данной технологии спасения, было сформировано несколько различных имитационных моделей устройств, которые дали возможность оценить некоторые технические характеристики устройства спасения, представленные в Таблице 2.

Таблица 2

Основные характеристики базового варианта реактивно-парашютной системы индивидуального спасения

Характеристика	Значение
Масса конструкции полная, кг	45–50
Масса парашюта, кг	15
Время работы двигательной установки, с	35–40
Стартовая тяговооруженность	2
Максимальная высота подъема, м	до 1000
преодолеваемое расстояние	до 100
Габариты (при сложенном парашюте), не более, мм	400×500×300

Стартовая тяговооруженность (определяющая начальную перегрузку, действующую на человека) была выбрана исходя из медицинских соображений и оптимальных значений характеристики для ракетной системы, производящей подъем на малую высоту с поверхности земли. По мере выгорания топлива масса системы уменьшается, и значение перегрузки к моменту завершения работы двигательной установки возрастет до 4 единиц.

Возможный вариант компоновки реактивного ранца содержит следующие основные элементы:

- ракетную часть, выполненную на основе трубчатой рамы и двух вертикально размещенных на ней

твердотопливных газогенераторов с зарядами торцевого горения;

- блок сопловых насадок для создания тягового усилия при обеспечении безопасности оператора устройства при работе двигательной установки;
- блок управления и стабилизации;
- параплан.

Отметим, что применение твердотопливных газогенераторов в качестве источника рабочего тела продиктовано требованиями надежности, простоты конструкции и малой стоимости (даже с учетом более низкой энергетики твердого топлива по сравнению с жидким). Газ, образующийся при горении твердого топлива, поступает в баллон-охладитель со встроенным фильтром (ресивер), расположенный над газогенераторами горизонтально, а затем — в установленный непосредственно под баллоном блок, где распределяется на три газовада, размещенных через 120° по окружности и заканчивающихся сопловыми насадками. При размещении аппарата на спине оператора сечения среза сопел располагаются над его плечами, поэтому сброс рабочего тела происходит выше центра масс всей системы, что позволяет отказаться от достаточно сложной предстартовой балансировки аппарата [19].

Параплан, примененный в предлагаемом варианте конструкции, может представлять собой одну из серийных моделей.

Добавим для справки, что самая первая в нашей стране попытка создать реактивный ранец, вероятно, относится к 1963–1968 гг., когда в СКБ Тульского механического института велись проектно-конструкторские работы по созданию реактивного ранца. Конструкция была оснащена ЖРД, который работал на керосине и азотной кислоте, в отличие от вдохновившего разработчиков-студентов американского реактивного ранца «Rocket Belt», использовавшего унитарное жидкое топливо — перекись водорода [20]. Предполагаемое время полета должно было почти вдвое превышать показатель зарубежного образца, однако на этапе подготовки испытаний руководство института не решилось дать разрешение на достаточно рискованный эксперимент [21].

В заключение отметим, что оба направления, связанные с применением ракетных транспортных систем в целях спасения персонала, находящегося в опасной зоне, представляются экономически достаточно обоснованными. В первом случае — доставке средств спасения на большое расстояние за малое время — речь вполне может идти о конверсионном использовании морально устаревающей техники специального назначения. Во втором, как уже отмечалось ранее, спасение высококвалифицированных специалистов, работающих в опасных условиях, является задачей, обоснованной не только с моральной, но и с экономической точки зрения.

Список использованных источников

1. С. К. Шойгу. Интервью Министра РФ по чрезвычайным ситуациям//Огонек. 1995. № 16 (апрель).
2. Федеральный Закон Российской Федерации «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». Принят 21 декабря 1994 года; в редакции Федерального закона от 30 декабря 2008 года, № 309-ФЗ.
3. М. Н. Охочинский, Е. Л. Соколов. Инженерная психология. Принятие решения в чрезвычайных ситуациях — система поддержки и проза жизни//Жизнь и безопасность. 1996. № 1. С. 58–71.
4. Д. А. Романов. Трагедия подводной лодки «Комсомолец». Аргументы конструктора. СПб: НИКА, 2009. 432 с.
5. К. Грибовский. Помощь приходит с неба//Техника — молодежи. 1991. № 2. С. 24 — 27.
6. П. Бауэрс. Летательные аппараты нетрадиционных схем. М.: Мир, 1991. С. 107.
7. Г. Г. Вокин. Способ экстренной доставки средств спасения объектам спасения, попавшим в экстремальные условия и терпящим бедствие в удаленных безлюдных районах земного шара с неточно известными координатами и аэробаллистическая система для его осуществления. Патент РФ 2076759. Дата публикации — 11 апреля 1997 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/207/2076759.html>.
8. М. Н. Охочинский, С. А. Чириков. Ракетные системы доставки средств спасения в зоны чрезвычайных ситуаций//В сб.: «Первые Уткинские чтения. Материалы». Т. 1. СПб: БГТУ «Военмех», 2002. С. 80–83.
9. Л. Н. Бызов, М. Н. Охочинский. Пакет прикладных программ «САПР ракетных транспортных систем»: Учебное пособие. СПб: БГТУ «Военмех», 2005. 116 с.
10. А. Б. Широкопад. Энциклопедия отечественного ракетного оружия 1918 — 2002/под общ. ред. А. Е. Тараса. Минск: Харвест, 2003. 544 с.
11. И. В. Меренов. Морские надувные спасательные средства. М.: Транспорт, 1980. 191 с.
12. Г. Т. Береговой, В. И. Ярополов, И. И. Баранецкий и др. Справочник по безопасности космических полетов. М.: Машиностроение, 1989. 336 с.
13. Инженерный справочник по космической технике. Изд. 2-е, перераб. и доп./Под ред. А. В. Солодова. М.: Воениздат, 1976. 432 с.
14. О. В. Арипова, Е. В. Башкина. Летательный аппарат для экстренной доставки груза в зону чрезвычайной ситуации: разработка компьютерной модели движения//В сб.: «Труды Международной НТК «Пятое Уткинские чтения». СПб: БГТУ «Военмех», 2011. С. 133–137.
15. П. Д. Дьячкова, Е. В. Михайлова. Разработка информационной системы для доставки грузов в район аварийной опасности//В сб.: «Труды VI Общероссийской молодежной НТК «Молодежь. Техника. Космос». СПб: БГТУ «Военмех», 2014. С. 106–108.
16. Д. П. Исаченко, М. Н. Охочинский, М. В. Тюрин, С. А. Чириков. Индивидуальная реактивная система спасения//В сб.: «Материалы IV Всероссийской НПК «Актуальные проблемы защиты и безопасности». СПб: РАН, НПО СМ, 2001. С. 551–553.
17. К. А. Афанасьев, А. В. Козлов, М. Н. Охочинский, С. А. Чириков. Сценарий применения ранцевого индивидуального реактивного средства спасения//В сб.: «Международная НПК «Третье Окуневские чтения». Материалы докладов». Том 1: СПб, БГТУ «Военмех», 2002. С. 55–57.
18. А. В. Козлов, М. Н. Охочинский. Компонировка ранцевого индивидуального реактивного средства спасения//В сб.: «Материалы ВНТК «Проблемы проектирования и производства систем и комплексов». Известия Тульского государственного университета. Серия «Проблемы специального машиностроения». Вып. 6 (ч. 2). Тула: 2003. С. 218–222.
19. М. Н. Охочинский, А. А. Сятчихин. Реактивные ранцы: краткий обзор оригинальных конструкций//В сб.: «Международная НТК «Четвертые Уткинские чтения». Материалы». Т. 1. СПб: БГТУ «Военмех», 2009. С. 247–257.
20. Проект реактивного ранца Bell Rocket Belt//Военное обозрение. [Электронный ресурс]. URL: <https://topwar.ru/84904-proekt-reaktivnogo-ranca-bell-rocket-belt.html>.
21. РС: 50 лет движения к цели/под ред. В. В. Ветрова. Тула: Изд-во ТулГУ, 2004. 352 с.

References

1. S. K. Shoigu. Interview with the Minister of the Russian Federation for Emergency Situations//Ogonyok. 1995. No. 16 (April).
2. Federal Law of the Russian Federation «On the Protection of the population and Territories from natural and Man-made Emergencies». Adopted on December 21, 1994; as amended by Federal Law No. 309-FZ of December 30, 2008.
3. M. N. Ohochinsky, E. L. Sokolov. Engineering psychology. Decision-making in emergency situations — support system and prose of life//Life and Security. 1996. No. 1. Pp. 58–71.
4. D. A. Romanov. The tragedy of the submarine «Komsomolets». The constructor arguments. St. Petersburg: NIKA, 2009. 432 p.

5. K. Gribovsky. Help comes from the sky//Technika — molodezhi. 1991. No. 2. pp. 24 — 27.
6. P. Bowers. Aircraft of non-traditional schemes. Moscow: Mir, 1991. p. 107.
7. G. G. Vokin. A method of emergency delivery of rescue equipment to rescue objects that have fallen into extreme conditions and are in distress in remote uninhabited areas of the globe with inaccurately known coordinates and an aeroballistic system for its implementation. RF patent 2076759. Publication date-April 11, 1997 [Electronic resource]. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/207/2076759.html>.
8. M. N. Ohochinsky, S. A. Chirikov. Rocket systems for delivering rescue equipment to emergency zones//Proceedings of the first Utkin Readings. Materials. Vol. 1. St. Petersburg: BSTU «Voenmeh», 2002. p. 80 — 83.
9. L. N. Byzov, M. N. Ohochinsky. Package of application programs «CAD of rocket transport systems»: Textbook. St. Petersburg: BSTU «Voenmeh», 2005. 116 p.
10. A. B. Shirokorad. Encyclopedia of domestic rocket weapons 1918 — 2002/under the general editorship of A. E. Taras. Minsk: Harvest, 2003. 544 p.
11. I. V. Merenov. Marine inflatable rescue vehicles. Moscow: Transport, 1980. 191 p.
12. G. T. Beregovoy, V. I. Yaropolov, I. I. Baranetsky, etc. Handbook of space flight safety. Moscow: Mashinostroenie, 1989. 336 p.
13. Engineering handbook of space technology. 2nd ed., reprint. and add./Ed. by A. V. Solodov. M.: Voenizdat, 1976. 432 p.
14. O. V. Aripova, E. V. Bashkina. Aircraft for emergency cargo delivery to the emergency zone: development of a computer model of movement//Proceedings of the International STC «Fifth Utkin Readings». SPb: BSTU «Voenmeh», 2011. P. 133–137.
15. P. D. Dyachkova, E. V. Mikhailova. Development of an information system for the delivery of goods to the area of emergency danger//Proceedings of the VI All-Russian Youth NTC «Youth. Technic. Space». St. Petersburg: BSTU «Voenmeh», 2014. pp. 106–108.
16. D. P. Isachenko, M. N. Ohochinsky, M. V. Tyurin, S. A. Chirikov. Individual jet rescue system//Materials of the IV All-Russian RPC «Actual problems of protection and security». St. Petersburg: RARAN, NPO SM, 2001. pp. 551 — 553.
17. K. A. Afanasyev, A. V. Kozlov, M. N. Ohochinsky, S. A. Chirikov. Scenario of application of the individual jetpack rescue vehicle//International NPC «Third Okunev Readings». Materials of the reports. Volume 1. St. Petersburg, BSTU «Voenmeh», 2002. p. 55 — 57.
18. A. V. Kozlov, M. N. Ohochinsky. Layout of the individual jetpack rescue vehicle//Materials of the VNTC «Problems of design and production of systems and complexes». Proceedings of the Tula State University. A series of «Problems in mechanical engineering». Issue 6 (part 2). Tula: 2003. pp. 218–222.
19. M. N. Ohochinsky, A. A. Syatchihin. Jetpacks: a brief overview of the original designs//International STC «Fourth Utkin Readings». Materials. Vol. 1. St. Petersburg: BSTU «Voenmeh», 2009. p. 247 — 257.
20. The Bell Rocket Belt Jetpack project//Military review. [Electronic resource]. URL: <https://topwar.ru/84904-proekt-reaktivnogo-ranca-bell-rocket-belt.html>.
21. RS: 50 years of movement to the goal/ed. by V. V. Vetrov. Tula: TuLSU Publishing House, 2004. 352 p.