

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСА ДЛЯ
ТУШЕНИЯ ЛАНДШАФТНЫХ ПОЖАРОВ НА БАЗЕ КВАДРОЦИКЛА**

Покровский А.А., Кротова Н.А., Легкова И.А., Колобов М.Ю.

Покровский Аркадий Алексеевич, Кротова Наталья Анатольевна, Легкова Ирина Анатольевна
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
г. Иваново, Россия. 153040, Ивановская область, г. Иваново, пр. Строителей, 33.
E-mail: aapokrovsky@mail.ru, nzhirova@yandex.ru, legkovai@mail.ru
Колобов Михаил Юрьевич
Ивановский государственный химико-технологический университет,
г. Иваново, Россия. 153000, Ивановская область, г. Иваново, пр. Шереметевский, 7.
E-mail: mikhaikolobov@rambler.ru

В статье на основании проведенного аналитического обзора применения малогабаритных комплексов для тушения ландшафтных пожаров подобраны инженерно-технические решения увеличивающие эксплуатационные характеристики квадроцикла. Высокоэффективная работа применяемой на пожаре техники напрямую зависит от действий личного состава, своевременного технического обслуживания узлов и агрегатов. Авторами обосновывается применение малогабаритной техники для тушения ландшафтных пожаров, способной повысить эффективность и безопасность работы пожарных, поскольку имеет ряд неопровержимых достоинств, полученных в ходе исследования. Авторы приводят экономическое и тактическое обоснование целесообразности предложенных решений по разработке грузовой тележки для квадроцикла. Поэтому разработка новых инженерно-технических решений создания грузовой тележки для оперативного реагирования по исследованию ландшафта и тушения возникшего пожара является актуальной задачей.

Ключевые слова: квадроцикл, грузовая тележка, тягово-скоростные характеристики, работоспособность, тактическое обоснование, инженерно-технические решения, 3D-модель.

**ENGINEERING AND TECHNICAL SOLUTIONS FOR CREATING A COMPLEX FOR
EXTINGUISHING LANDSCAPE FIRES ON THE BASIS OF ATV**

Pokrovsky A.A., Kropotova N.A., Legkova I.A., Kolobov M.Yu.

Pokrovsky Arkady Alekseevich, Kropotova Natalia Anatolyevna, Legkova Irina Anatolyevna
Ivanovo Fire and Rescue Academy of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia,
Ivanovo, Russia. 153040, Ivanovo region, Ivanovo, Stroiteley ave., 33.
E-mail: aapokrovsky@mail.ru, nzhirova@yandex.ru, legkovai@mail.ru
Kolobov Mikhail Yurievich
Ivanovo State University of Chemical Technology,
Ivanovo, Russia. 153000, Ivanovo region, Ivanovo, Sheremetevsky ave., 7.
E-mail: mikhaikolobov@rambler.ru

In the article, on the basis of an analytical review of the use of small-sized complexes for extinguishing landscape fires, engineering solutions are selected that increase the operational characteristics of an ATV. Highly efficient operation of equipment used in a fire directly depends on the actions of personnel, timely maintenance of components and assemblies. The authors substantiate the use of small-sized equipment for extinguishing landscape fires, which can increase the efficiency and safety of firefighters, since it has a number of irrefutable advantages obtained during the study. The authors provide an economic and tactical substantiation of the feasibility of the proposed solutions for the development of a cargo cart for an ATV. Therefore, the development of new engineering and technical solutions for the creation of a cargo carriage for a prompt response to the study of the landscape and extinguishing a fire that has arisen is an urgent task.

Keywords: ATV, cargo trolley, traction and speed characteristics, operability, tactical justification, engineering solutions, 3D model.

В числе главных задач в области обеспечения пожарной безопасности населения и территорий является оснащение подразделений пожарной охраны современной пожарной и спасательной техникой, техническими средствами, а также усовершенствованными образцами пожарной техники, пожарнотехнического вооружения и спасательного оборудования.

Поставленные задачи являются актуальными для современных пожарноспасательных частей, поскольку изо дня в день происходят случаи загораний и аварий в местах, в которые затруднены пути проезда или отсутствуют таковые вовсе [1]. Усложняя, тем самым, задачу подразделениям по прибытию и реагированию на возникающие чрезвычайные ситуации подразделениями пожарноспасательных частей. Техника, стоящая на вооружении, не в состоянии порой справиться с доставкой личного состава, огнетушащих веществ и пожарнотехнического вооружения к очагам загораний или местам возникновения аварий [2, 3].

Применение только основных пожарных автомобилей, оборудованных на шасси с полным приводом, для тушения ландшафтных пожаров допустимо, но как показывает практика, малоэффективно. Этому способствует ряд факторов, зависящих как от самой техники, от условий ее применения, так и от факторов, способствующих развитию ландшафтного пожара.

А именно:

- ограниченная проходимость основных пожарных автомобилей, обусловленная весом и габаритами техники;
- ограниченная мобильность, при тушении с использованием рукавных линий в несколько рукавов;
- время, затрачиваемое на развертывание и последующее свертывание линий напорных рукавов;
- невозможность тушения, не прекращая движения;
- расход воды при использовании ручных стволов;
- высокий расход топлива при проезде участков местности, а также на работу насоса;
- количество задействованного личного состава;
- наличие широкого фронта и удаленность отдельных очагов пожара;

- высокая скорость распространения пожара;
- отсутствие путей подъезда и труднопроходимость местности;
- удаленность от источников пожарного водоснабжения.

Ландшафтные пожары, происходящие на территории Российской Федерации, наносят колоссальный ущерб населению, окружающей среде и экономике в целом. В этой связи борьба с ландшафтными пожарами становится одной из приоритетных задач в развитии парка техники и оснащении спасательных формирований и подразделений пожарной охраны нашей страны. образцами современной техники, отвечающей высоким требованиям [4]. Также немаловажным остается факт экономической целесообразности внедрений образцов новой техники или же переоборудование и усовершенствование уже стоящей на вооружении техники.

В настоящий момент главной ударной единицей, стоящей на вооружении подразделений пожарной охраны, является автоцистерна. Имеющая как полноприводное исполнение, так и городской вариант шасси. На базе грузовых автомобилей Камаз, Маз, Урал, а также некоторых образцов иностранных марок грузовых автомобилей, таких как Iveco и Man. Также широкое распространение в структуре обеспечения техникой противопожарных служб получили малогабаритные лесопатрульные комплексы (МЛПК) на базе автомобилей УАЗ и Соболь Ижевского и Горьковского автомобильных заводов. С недавних пор для разведки обстановки и патрулирования применяют, вставшие на вооружение, снегоболотоходы (квадроциклы).

Использование малогабаритных лесопатрульных комплексов для тушения и квадроциклов (рис. 1) для разведки очагов в значительной мере упрощает, а в большинстве случаев и решает, задачу по прекращению распространения и ликвидации ландшафтных пожаров. Использование пожарных автоцистерн для решения этих задач, ввиду отсутствия путей проезда, либо затруднительно, либо не целесообразно, из-за низкой эффективности их применения, путем прокладки магистральных рукавных линий большой протяженности для тушения, из-за большой протяженности фронта ландшафтного пожара и высокой скорости расхода воды. А в условиях сильного ветра, может нести угрозу для личного состава и тех-

ники, по причине удаленности личного состава от машин на большие расстояния и труднопрогнозируемой быстроизменяющейся обстановки на месте пожара, и как следствие, либо низкой скоростью реакции, обусловленной вышеперечисленными факторами, либо возможностью быть отрезанными огнем от путей эвакуации.



а)



б)

Рис. 1. Малогабаритная техника, стоящая на вооружении в подразделениях пожарной охраны:

а - квадроцикл РМ-500, б - МЛПК на базе шасси УАЗ

Fig. 1. Small-sized equipment in service in fire departments:

a - PM-500 ATV, b - MLPK based on UAZ chassis

Предлагаемая грузовая тележка включает в комплектацию оборудование: установка противопожарная высокого давления (УПВД), монтируемая на грузовой платформе, емкость для воды, аппарат газодымозащитника в количестве двух единиц. При необходимости данную тележку можно оснастить дополнительным необходимым ручным противопожарным оборудованием. Для того, чтобы дать более полную характеристику предлагаемой грузовой платформы квадроцикла с установленным оборудованием, а также произвести оценку способности своевременно прибытия к месту возникшего очага для его ликвидации необходимо проанализировать и рассчитать следующие эксплуатационные свойства: тягово-скоростные, тормозные, устойчивость движения, управляемость, маневренность, плавность хода [5, 6].

Проведем расчет эксплуатационных характеристик грузовой платформы квадроцикла [7]. Тягово-скоростные характеристики квадроцикла определяются его способностью к движению под действием продольных сил ве-

Поэтому предлагается дополнить квадроцикл РМ-500 грузовой тележкой (рис. 2), для увеличения функциональности по применению для проведения не только разведки, но и тушения, ликвидации ландшафтных пожаров.

дущих колес. Тяговые свойства позволяют квадроциклу преодолеть рельефные особенности ландшафта, а также буксировать грузовую платформу с оборудованием и двигаться по бездорожью.

Крутящий момент двигателя M_d передается через трансмиссию к ведущим колесам. Приведенные в технической документации значения характеристик двигателя соответствует условиям стендовых испытаний. При работе техники в реальных условиях эти параметры могут отличаться. Поэтому для определения крутящего момента M_d можно воспользоваться формулой:

$$M_d = K_c \cdot M_e \quad (1)$$

где M_e – крутящий момент двигателя при стендовых испытаниях,

K_c – коэффициент работы стэнда,

$K_c = 0,88$ [8], M_e – крутящий момент вала.

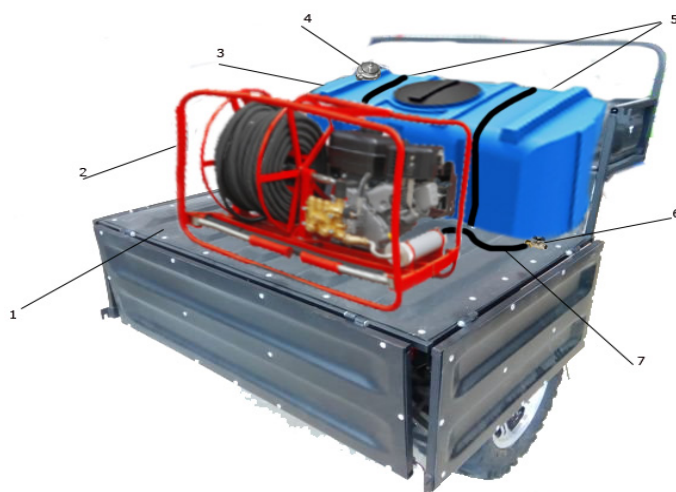


Рис. 2. Эскизный проект грузовой платформы с установленным оборудованием:
 1 – грузовая платформа, 2 – УПВД Ермак, 3 – емкость R 200, 4 – заправочный узел,
 5 – крепеж емкости, 6 – питающе-сбросной узел, 7 – всасывающий рукав
 Fig. 2. Draft design of the cargo platform with the installed equipment:
 1 - cargo platform, 2 - UPVD Ermak, 3 - capacity R 200, 4 - filling unit,
 5 - container fasteners, 6 - supply and discharge unit, 7 - suction sleeve

$$M_d = 0.88 \cdot 55 = 48,4 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Суммарная тяговая сила P_k , которую может обеспечить двигатель

$$P_k = \frac{M_d}{r_d} \quad (2)$$

где r_d – динамический радиус колеса.

$$P_k = \frac{48,4 \cdot 10^3}{635} = 76,2 \text{ Н}$$

Найденная сила P_k определяет способность колеса, находящегося под нагрузкой передавать касательные силы при взаимодействии с дорогой. Сила сцепления шины с доро-

гой P_φ является максимальным значением горизонтальной реакции T_n , которая пропорциональна нормальной реакции колеса R_n :

$$P_\varphi = T_n = \varphi \cdot R_n \quad (3)$$

где φ – коэффициент сцепления; $\varphi = 0,35$ [8].

$$T_n = \sqrt{X_n^2 + Y_n^2} \quad (4)$$

$$R_n = G_n \cdot g \quad (5)$$

где G_n – вес снаряженного квадроцикла,

g - ускорение свободного падения.

$$R_n = 6300 \cdot 9,81 = 61803 \text{ Н}$$

$$P_\varphi = 0,35 \cdot 61803 = 21631 \text{ Н}$$

Сопротивление качению колеса с пневматической шиной по деформируемой дороге (песок, пашня) возникает за счет затрат энергии на деформацию грунта (образование

колеи) и на преодоление сил трения между колесом и грунтом.

Силу сопротивления качению можно вычислить по формуле:

$$P_f = f \sum_1^n R_n = f \cdot G_n \cdot g \cdot \cos \alpha \quad (6)$$

где f – коэффициент сопротивления качению, $f = 0,3$ [8];

α – угол продольного уклона дороги, $\alpha = 10^\circ$.

$$P_f = 0,3 \cdot 6300 \cdot 9,81 \cdot \cos 10^\circ = 18259 \text{ Н}$$

Мощность необходимую для преодоления сил сопротивления качению ведущих колес определим через скорость:

$$N_f = P_f \cdot v \cdot 10^{-3} \quad (7)$$

$$N_f = 18259 \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 14,6 \text{ кВт}$$

Сила сопротивления подъему квадроцикла:

$$P_i = G_n \cdot g \cdot \sin \alpha \quad (8)$$

$$P_i = 6300 \cdot 9,81 \cdot \sin 10^\circ = 10732 \text{ Н}$$

Мощность необходимая для преодоления силы сопротивления подъему:

$$N_i = P_i \cdot v \cdot 10^{-3} \quad (9)$$

$$N_i = 10732 \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 8,5 \text{ кВт}$$

Эксплуатационные показатели предлагаемой грузовой платформы соответствуют тягово-скоростным эксплуатационным характеристикам.

Произведем расчет характеристик по массе и габаритам основных элементов конст-

рукции на грузовой платформе. Определим общий вес оборудования, установленного на платформу, при условии известных величин массы используемого оборудования, приведенного в таблице 1, с запасом воды в емкости по формуле (9).

Таблица 1.

Вес оборудования, установленного на грузовую платформу
Table 1. Weight of equipment installed on the cargo platform

№ п/п	Оборудование	Вес, кг
1	УПВД Ермак	62
2	емкость R 200 с водой	210
3	заправочный узел	1,1
4	крепеж емкости	5
5	питающе-сбросной узел	0,7
6	аппарат дыхательный со сжатым воздухом (2 ед.)	20,5

Определим общий вес оборудования, установленного на платформу с запасом воды в емкости:

$$M_{об} = m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 + m_6 \quad (10)$$

где $M_{об}$ – суммарная масса установленного оборудования, кг;

$m_{1...5}$ – масса каждого установленного узла, кг.

$$M_{об} = 62 + 210 + 1,1 + 5 + 0,7 + 21 = 289,8 \text{ (кг)}$$

Максимальная масса груза M_{max} для грузовой платформы составляет 450 кг. Условие соответствия разрешенной грузоподъемности, с учетом коэффициента безопасности (25 %) – выдержано:

$$M_{max} > M_{об}, \quad (11)$$

где $M_{max} = 450$ кг – максимальная грузоподъемность грузовой платформы.

Емкость для воды R 200 и установку пожарную высокого давления Ермак располагаем симметрично на продольной оси в глубокой части грузовой платформы (рис. 3), а 3D модель показывает комплекс квадроцикла и грузовой тележки как технической единицы, способной выполнять основную работу по ис-

следованию ландшафта, а также тушению возникающих загораний и пожаров (рис. 4).

Проведем тактическое обоснование грузовой платформы квадроцикла с установленным оборудованием [10].

Для понимания эффективности введения тактической единицы РМ-500, оборудованного грузовой платформой с установленным оборудованием на тушение ландшафтного пожара, сравним с введением АЦ 5.0–40 на шасси КамАЗ – 43118 (как наиболее распространенную тактическую единицу пожарно-технического вооружения), при всех прочих равных условиях.

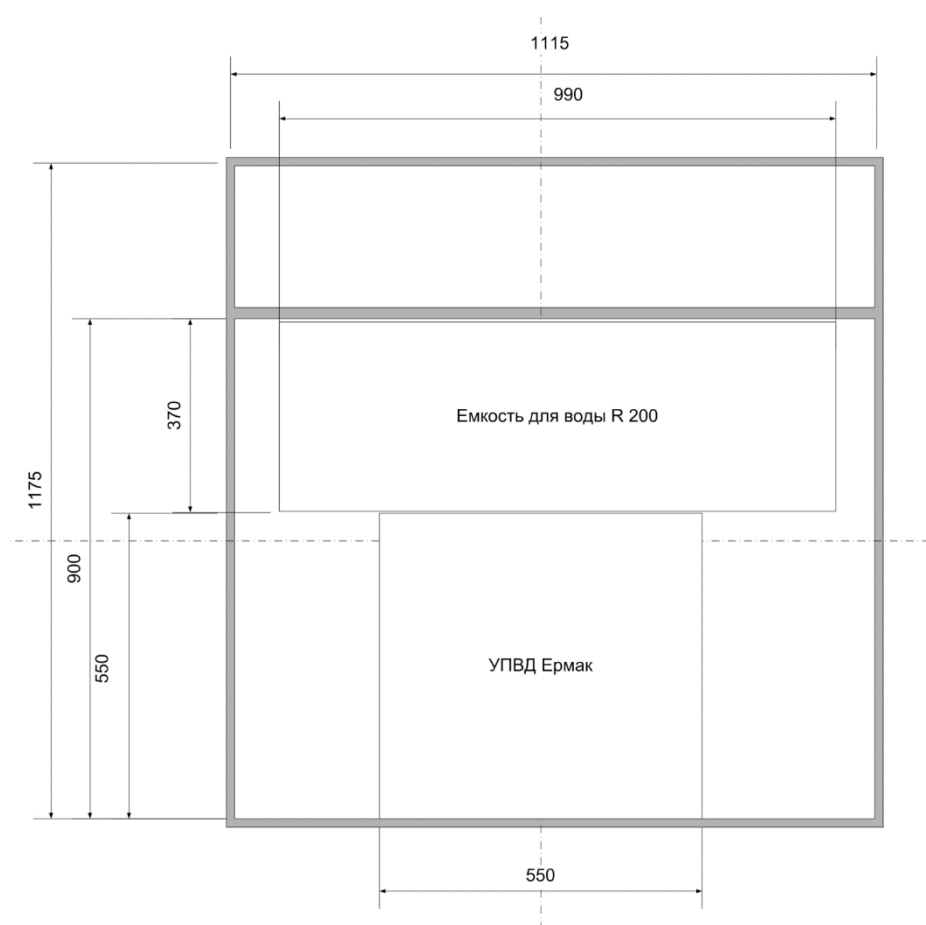


Рис. 3. Расположение оборудования на грузовой платформе
Fig. 3. Location of equipment on the cargo platform

Важным показателем, который влияет на стремительное развитие ландшафтного по-

жара, является время его свободного развития, который можно найти по формуле:

$$t_{св} = t_{обн} + t_{сооб} + t_{сб} + t_{сл} + t_{бр} \text{ (мин)}, \quad (12)$$



Рис. 4. 3D-модель квадроцикла PM-500 с грузовой тележкой
Fig. 4. 3D-model of the PM-500 ATV with a cargo trolley

где $t_{св}$ – время свободного развития пожара на момент прибытия подразделения; $t_{обн}$ – время развития пожара с момента его возникновения до момента его обнаружения (2 мин – при наличии АПС или АУПТ, 2 – 5 мин – при наличии круглосуточного дежурства, 5 мин – во всех остальных случаях);

$t_{сб}$ – время сообщения о пожаре в пожарную охрану (1 мин – если телефон находится в помещении дежурного, 2 мин – если телефон в другом помещении);

$t_{сб} = 1$ мин – время сбора личного состава по тревоге;

$t_{сл}$ – время следования пожарного подразделения (2 мин на 1 км пути); $t_{бр}$ – время боевого развертывания (3 мин при подаче первого ствола, 5 мин в остальных случаях).

Рассматривая формулу (12) и принимая равными значения $t_{обн}$, $t_{сооб}$, $t_{сб}$, $t_{сл}$. Отличие будет во времени боевого развертывания, у АЦ 5.0-40 на шасси Камаз-43118 $t_{бр} = 3$ мин, у PM-500 оборудованного грузовой платформой с установленным оборудованием $t_{бр} = 20$ с (получено опытным путем при использовании УПВД Ермак).

Также следует учесть конструктивные отличия и особенности работы, рассматриваемой техники. Подача воды в ствол АЦ 5.0–40 осуществляется из неподвижного состояния автоцистерны, так как крутящий момент двигателя полностью переходит через коробку

отбора мощности и промежуточные валы в насос. Таким образом для тушения автоцистерне необходимо совершить остановку, произвести боевое развертывание, тушение, сбор пожарно-технического вооружения, проехать на следующий участок тушения пожара и снова совершить описанный цикл работ, что влечет существенное увеличение временных показателей, влияющих на развитие пожара.

При подаче воды из УПВД Ермак, установленной на платформе снегоболотохода PM-500 остановка не требуется. Тушение можно производить на ходу, двигаясь вдоль кромки пожара, со скоростью, обеспечивающей наиболее эффективное тушение, так как УПВД имеет свой собственный двигатель внутреннего сгорания, который обеспечивает работу насоса, не связанный с двигателем снегоболотохода.

Далее рассмотрим количество личного состава, задействованного на выполнение регламентных работ по тушению пожара в двух случаях: первый для представленной комплектации квадроцикла с грузовой тележкой, а второй для автоцистерны. Боевой расчет на автоцистерне включает, как правило, 5–7 человек. Экипаж квадроцикла – 2 человека. Что также является важным показателем.

В условиях тушения ландшафтных пожаров актуальным обстоятельством является удаленность очага пожара от источников воды.

И как следствие рациональное использование огнетушащих веществ, является не менее важным фактором для эффективного тушения пожара.

$$T = \frac{W}{q_{ст} \cdot 60} \quad (13)$$

где T – время работы водяных или пенных стволов, мин;
 W – объем огнетушащего вещества в емкости, л;
 $q_{ст}$ – расход огнетушащего вещества через стволы, л/с.

Временные характеристики работы водяных и пенных стволов от автоцистерны без установки ее на водоисточник (без учета потерь огнетушащих веществ в рукавной линии) можно определить по формуле (13):

Данные для исследуемых объектов:
 для АЦ $W_{ац} = 5000$ л, для СВД УПВД Ермак $W_{рм} = 200$ л; для РС-50 $q_{ст} = 3,6$ л/с, для СВД УПВД Ермак $q_{ст} = 10$ л/м.

$$T_{ац} = \frac{W_{ац}}{q_{ст} \cdot 60} = \frac{5000}{3,6 \cdot 60} = 23 \text{ (мин)};$$

$$T_{рм} = \frac{W_{рм}}{q_{ст} \cdot 60} = \frac{200}{10} = 20 \text{ (мин)};$$

$$\frac{W_{ац}}{W_{рм}} = \frac{5000}{200} = 25 \quad (14)$$

Как видно из представленных выше вычислений (14) при приблизительно равном времени работы стволов, количество израсходованной воды АЦ больше в 25 раз! Для на-

глядности сравнения посчитаем время работы насоса АЦ 5.0–40 при одинаковом запасе воды в 200 литров:

$$T_{ац2} = \frac{W_{ац2}}{q_{ст} \cdot 60} = \frac{200}{3,6 \cdot 60} = 0,93 \text{ (мин)}.$$

При тушении ландшафтного пожара, в условиях, усложненных сильным ветром и как следствие высокой скоростью распространения огня большое внимание следует уделить безопасности и правильному размещению пожарной техники и личного состава относительного фронта пожара.

Исходя из условий порой мгновенно меняющейся и трудно прогнозируемой ситуации, необходимо учитывать пути и места для эвакуации.

Здесь выходит на первый план уровень проходимости техники [9]. Снегоболотоход маневреннее, пожарной цистерны, что обусловлено намного меньшим весом снегоболотохода, меньшими углами свеса и габаритами.

В случае застревания, экипажу квадроцикла вполне по силам самостоятельно вытаскивать машину, как показывает практика [11].

Если застрянет пожарная цистерна, то ее эвакуация трудоемкий процесс, требующий затрат времени и как правило при привлечении другой пожарной машины или тягача.

При движении по лесополосам снегоболотоход может двигаться вне проездов и накатанных дорог, зачастую просто между деревьями.

Подводя итог, можно с уверенностью утверждать, введение тактической единицы квадроцикла оборудованного грузовой платформой с установленным оборудованием на тушение ландшафтного пожара положительно скажется на времени тушения пожара, так и на затрачиваемых для этого людских и материальных ресурсов. Разумеется, он не способен полностью заменить отделения на АЦ на тушении пожаров, но введение их на тушение совместно, поможет подразделениям более успешно справляться с ландшафтными пожарами.

Анализ тактических и технических особенностей применения усовершенствованного квадроцикла РМ-500 (см. табл. 2), выявил, что данное решение целесообразно для внедрения тушения ландшафтных пожаров.

Сравнительный анализ предлагаемого решения по тактико-техническим характеристикам
Table 2. Comparative analysis of the proposed solution in terms of tactical and technical characteristics

Характеристика критерия	АЦ 5.0-40	PM-500
Задействованный личный состав	5-7	2
Подача воды на ходу	-	+
Удаленность очага пожара от источников воды	+	-
Объем огнетушащих веществ при тушении одинаковых источников, л	5000	200
Время работы водяных или пенных стволов, мин	23	20
Адаптация и контроль трудно прогнозируемой ситуации	+	++
Уровень проходимости техники	+	+++
Эвакуация техники силами личного состава	-	+
Лавирование среди деревьев	-	+

Емкость для воды R 200 в ширину 370 мм, УПВД Ермак имеет одинаковую длину и ширину равные 550 мм соответственно. Размер глубокой части грузовой платформы (900×1115) мм. Таким образом, основные элементы конструкции размещаются в глубокой части грузовой платформы, не выступая за ее габаритный размер и давая свободно закрываться бортам.

Разработана новая конструкция грузовой платформы, установленной на снегоболотоход РМ-500 с УПВД Ермак и емкостью для воды, предназначена для тушения ландшафтных пожаров и возможностью проезда к удаленным очагам пожара в труднопроходимой местности, в отсутствие фактических путей подъезда другой пожарной техники,

Введение тактической единицы квадроцикла РМ-500, оборудованного грузовой платформой с установленным оборудованием на тушение ландшафтного пожара, положительно скажется на времени тушения пожара, так и на затрачиваемых для этого материальных ресурсах и задействованном личном составе. Разумеется, он не способен полностью заменить отделения на АЦ на тушении пожаров, но введение их на тушение совместно, поможет подразделениям более успешно справляться с ландшафтными пожарами.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кропотова Н.А.** Улучшение проходимости робототехнических машин в условиях сельской местности путем выбора движителя. Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России: сборник материалов Всероссийской научно-

методической конференции с международным участием, посвященной 100-летию высшего аграрного образования в Ивановской области. Иваново: ФГБОУ ВО ИГСХА, 2018. С. 788–791.

2. **Моисеева Е.Ю., Кропотова Н.А.** Решение вопросов безопасности эксплуатации механизмов пожарных автомобилей. Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: сборник VIII всероссийской научно-практической конференции. Железногорск: Сибирская ПСА ГПС МЧС России, 2019. С. 245–249.

3. **Гасанов Г.А., Злобин Т.А., Медведев С.А.** Аналитическая оценка работы пожарных автомобилей при воздействии пагубных климатических факторов. Энергия-2017: сборник материалов XII международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Т. 4 Электромехатроника и управление. Иваново, 2017. С. 161–163.

4. **Лукашов С.М., Легкова И.А.** Новинки отечественной пожарной техники. Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции. Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2021. С. 88–93.

5. **Зарубин В.П., Пучков П.В., Покровский А.А., Легкова И.А., Иванов В.Е., Кропотова Н.А.** Повышение долговечности трансмиссий пожарных автомобилей улучшением смазочных материалов. Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (Бенардосовские чтения): материалы Международной (XX Всероссийской) научно-

технической конференции. Иваново, 2019. Т. III. С. 253–255.

6. **Решетова Е.Ю., Кропотова Н.А.** Надежность работоспособности механических систем как показатель охраны труда. Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции. Иваново: ФГБОУ ВО ИПСА ГПС МЧС России, 2020. С. 84–87.

7. **Сычев Е.П., Кропотова Н.А.** Методика повышения надежности деталей машин. Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции. Иваново: ФГБОУ ВО ИПСА ГПС МЧС России, 2020. С. 115–120.

8. **Андриенко Л.А., Байков Б.А.** Детали машин: Учебник. Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 465 с.

9. **Мудрых Д.С., Кропотова Н.А.** Техническое решение, направленное на решение вопросов коррозионной стойкости пожарного автомобиля в условиях сельской местности. Исторический опыт, современные проблемы и перспективы образовательной и научной деятельности в области обеспечения пожарной безопасности: сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции. Москва: Академия ГПС МЧС России, 2018. С. 426–429.

10. **Муковнин А.Ю., Кропотова Н.А.** Модернизация квадроцикла для повышения тактико-технических возможностей тушения ландшафтных пожаров. Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции. Иваново: ФГБОУ ВО ИПСА ГПС МЧС России, 2021. С. 302–307.

11. **Яндалеев Н.С., Кропотова Н.А.** Технические решения по модернизации квадроцикла для повышения надежности техники, применяемой в сельской местности. Наука и молодежь: новые идеи и решения в АПК: VI Всероссийский Фестиваль науки студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященный 90-летию ИГСХА им. Д.К. Беляева: сборник материалов Всероссийских научно-практических конференций. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, 2021. С. 363–373.

REFERENCES

1. **Kropotova N.A.** Improving the patency of robotic vehicles in rural areas by choosing a

propulsion device. Agricultural science in the conditions of modernization and innovative development of the agro-industrial complex of Russia: a collection of materials of the All-Russian scientific and methodological conference with international participation, dedicated to the 100th anniversary of higher agricultural education in the Ivanovo region. Ivanovo: FGBOU VO IGSKhA, 2018. P. 788–791.

2. **Moiseeva E.Yu., Kropotova N.A.** Solving the issues of safety of operation of mechanisms of fire-fighting vehicles. Young Scientists in Solving Topical Security Problems: Collection of the VIII All-Russian Scientific and Practical Conference. Zheleznogorsk: Siberian PSA GPS EMERCOM of Russia, 2019. P. 245–249.

3. **Gasanov G.A., Zlobin T.A., Medvedko S.A.** Analytical assessment of the work of fire trucks when exposed to harmful climatic factors. Energy-2017: collection of materials of the XII international scientific and technical conference of students, graduate students and young scientists. Т. 4 Electromechanotronics and control. Ivanovo, 2017. P. 161–163.

4. **Lukashov S.M., Legkova I.A.** Novelty of domestic firefighting equipment. Reliability and durability of machines and mechanisms: collection of materials of the XII All-Russian scientific and practical conference. Ivanovo: IASA State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2021. P. 88–93.

5. **Zarubin V.P., Puchkov P.V., Pokrovsky A.A., Legkova I.A., Ivanov V.E., Kropotova N.A.** Improving the durability of fire engine transmissions by improving lubricants. State and prospects for the development of electrical and heat technology (Benardos readings): materials of the International (XX All-Russian) scientific and technical conference. Ivanovo, 2019. Vol. III. P. 253–255.

6. **Reshetova E.Yu., Kropotova N.A.** The reliability of the performance of mechanical systems as an indicator of labor protection. Reliability and durability of machines and mechanisms: collection of materials of the XI All-Russian scientific-practical conference. Ivanovo: FGBOU VO IASA State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2020. P. 84–87.

7. **Sychev E.P., Kropotova N.A.** Technique for improving the reliability of machine parts. Reliability and durability of machines and mechanisms: collection of materials of the XI All-Russian scientific-practical conference. Ivanovo:

FGBOU VO IASA State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2020. P. 115–120.

8. **Andrienko L.A., Baikov B.A.** Machine parts: Textbook. Moscow: MSTU im. N.E. Bauman, 2014. 465 p.

9. **Wise D.S., Kropotova N.A.** A technical solution aimed at solving the issues of corrosion resistance of a fire engine in rural areas. Historical experience, modern problems and prospects of educational and scientific activities in the field of fire safety: a collection of abstracts of the international scientific and practical conference. Moscow: Academy of State Fire Service EMERCOM of Russia, 2018. P. 426–429.

10. **Mukovnin A.Yu., Kropotova N.A.** Modernization of the ATV to improve the tactical and technical capabilities of extinguishing land-

scape fires. Reliability and durability of machines and mechanisms: collection of materials of the XI All-Russian scientific-practical conference. Ivanovo: FGBOU VO IASA State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2021. P. 302–307.

11. **Yandaleev N.S., Kropotova N.A.** Technical solutions for the modernization of the ATV to improve the reliability of equipment used in rural areas. Science and youth: new ideas and solutions in the agro-industrial complex: VI All-Russian Festival of Science of Students, Postgraduates and Young Scientists, dedicated to the 90th anniversary of the I.S. D.K. Belyaeva: collection of materials of All-Russian scientific and practical conferences. Ivanovo: FGBOU VO Ivanovskaya State Agricultural Academy, 2021. P. 363–373.