

Copyright © 2018 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
Voennyi Sbornik
Has been issued since 1858.
E-ISSN: 2409-1707
2018, 6(2): 45-67

DOI: 10.13187/vs.2018.2.45

www.ejournal6.com

Articles and Statements

Intra-Soil Demining Humanitarian System for Compulsory Blasting of Mines

Valery P. Kalinitchenko ^{a, b, *}, George S. Larin ^c^a Institute of Soil Fertility of South Russia, Russian Federation^b All-Russian Scientific-Research Institute of Phytopathology, Russian Federation^c Russian State University of Judgment, Russian Federation

Abstract

The global humanitarian problem of mine clearance is unsatisfactorily resolving by the world community. The intra-soil system is proposed for mine clearing by compulsory blasting. The system consists of a group of demining devices. The grouping of demining devices is based on transportation unit. The demining device consists of the flat vertical frame of two segments, is supplied with reducer, drive with power block, control unit, transport hitch with pins, electro-mechanical sensor of transportation unit manipulator position. Segments of a frame are connected among themselves by spigot connection. On the forward segment of a frame are installed rotor gear chisel which contains a disk of chisel, ring chisel, basic and aligning gear wheels. On a back segment of a frame is mounted the vertical positioning wheel of a drive. Ring chisel is supplied with the cutting bodies directed to an external surface of a ring chisel. Transport unit comprises a manipulator for every demining device. Manipulator is equipped with seizure. With the help of the manipulator a device is brought into the operating position, and returned to the transport position. The transport unit is provided with stops that fix the device in the transport position.

The device in the operating position is almost completely submerged in the soil and moves through a minefield, cutting the gap in the soil. When on the course of device there is a mine, the teeth of ring chisel pull the mine out from an installation site, eject forward and mechanically trigger the detonator of mine. According to the operation time of detonator the mine blasts. After the blow from the ring chisel the mine flies away forward and up till blasting. The explosion center is at a distance from the device, weakens the impact of a shock wave on the device and reduces a probability of its damage in result of mine blasting. The metal and energy consumption of device is low, the factor of mine clearing high, the system is reliable. Technology has a triple purpose – a) robotics, b) deserted mine clearance, c) favorable prerequisites for further humanitarian use of the area for recreational and agricultural purposes.

Keywords: desert intra-soil demining device, shock wave, transportation unit, reliability, recreation, agriculture.

* Corresponding author

E-mail addresses: kalinitch@mail.ru (V.P. Kalinitchenko)

1. Введение

Глобальная гуманитарная проблема обезвреживания мин решается мировым сообществом неудовлетворительно (Валецкий, 2009; Рахимов, 2009; Рачков, 2005; Сердцев и др., 2000; Токарев, 2009a; Токарев, 2009b; Щекунов, Юхин, 2007; International Standards, 1996; Trevelyan, 2000). В то же время обязанностью государства является реабилитация территорий для безопасного проживания граждан (Нухажиев, 2011; International Standards, 1996).

Разминирование территорий производится недопустимо медленно, десятилетиями (Иванченко, 2010; Коршунов, 2010; Нухажиев, 2011; Шеломенцев, 2010). Во всем мире земли долгое время остаются опасными. Ждут, пока на минах подорвутся животные, и когда число подрывов сокращается, начинается стихийный доступ на территорию людей. Это крайне небезопасно, поскольку не все мины взорвались, у некоторых под действием времени повреждены взрыватели, в результате они могут сработать спонтанно.

Имеются сообщения о перспективном способе выжигания взрывчатого заряда мины без подрыва путём применения тех или иных химических реагентов, соответствующих природе использованного в конкретной мине взрывчатого вещества. Но новая процедура сопряжена с необходимостью решения старых технических проблем. Это поиск, извлечение, или обеспечение подрыва на месте установки мины. Появляются новые проблемы, в частности, экзотическая задача выполнения в корпусе ещё не подорванной мины отверстий для выпуска продуктов сгорания взрывчатого вещества (Patel et al., 2018). Так что в деталях выжигание взрывчатого заряда мины требует своих решений, причём высокого технического уровня.

Применяют устаревшие медленные и чрезвычайно дорогие способы разминирования. Ведущей негативной чертой действующих процедур разминирования является применение поиска вручную, 80 и более процентов территорий разминирования (Карев и др., 2002), что недопустимо в 21 веке. Особенно с участием женщин в разминировании (Шеломенцев, 2010). Применяют системы разминирования военного назначения, которые не могут быть адаптированы для разминирования в гуманитарных целях ввиду низкого качества разминирования (Боевые машины разминирования, 2010; Валецкий, 2009; FFG Minebreaker, 2012).

Практика «борьбы» с минной опасностью до настоящего времени, увы, сводится к тому, что плодятся фонды с громкими человеколюбивыми названиями, деятельность которых сводится лишь к словам о том, что имеющаяся ситуация нехороша.

Результат применения военных систем для разминирования территории, выполненных на базе тяжелой военной техники, неприемлем не только с точки зрения выполнения требований ООН 99,6 % к качеству разминирования, но, особенно, с точки зрения представлений об охране окружающей среды. Вместо сохранения земель, военные устройства буквально уничтожают почву. Природоохранный и рекреационный аспекты технологической активности в биосфере являются важнейшими, поскольку определяют её основное свойство в ноосфере – устойчивость биосферы, наличие привлекательных условий для проживания в ней людей. Это задачи решает предложенная нами биогеосистемотехника – методология и технологии не имитационного создания окружающей среды, привлекательной для проживания людей и при этом обеспечивающей расширенную производственную деятельность (Калиниченко и др., 2011; Kalinitchenko et al., 2014), включая высокое качество гуманитарного разминирования.

2. Методология технических решений для разминирования

Имеются разнообразные технические решения боевых машин разминирования (БМР), общей чертой которых являются большая масса и невыполнение требований ООН к качеству разминирования (International Standards, 1996).

Системным недостатком существующих устройств является имитационный принцип работы. Исповедование этого принципа разработчиками соответствующих систем приводит к тиражированию устаревших технических решений. Даже роботизированные системы строят на основе механотроники, но только в части современных методов контроля минной обстановки, а исполнительные механизмы, которые, собственно, и выполняют

разминирование, остаются неизменными в течение многих десятилетий (Агарков и др., 2009; Боевые машины разминирования, 2010; Щекунов, Юхин, 2007; McFee et al., 2018).

Известна советская серия БМП (БМП-3М, 2018). Одна единица разминирования имеет массу 43 т, что неприемлемо для свойств почв, по которым такая машина перемещается (Рисунок 1).



Рис. 1. БМП-3М. Фото из архива А. Хлопотова. URL: <https://www.google.ru/search?q=бмп-3>

Систему БМП скопировали и модифицировали в Израиле, фирма Urdan Metal & Casting Industries Ltd производит под названием Mine Clearing Roller System (MCRS) (2018). Существует исполнение устройств, построенных по имитационному принципу, для сплошного разминирования территории. Еще один вариант циклопической конструкции (Рисунок 2).



Рис. 2. Система сплошного разминирования

Известна система разминирования с фрезерным барабаном на шасси танка Лео 1 А4 (Энгельбрехт, Кампер, 2002). Для подрыва мин применяют механическое воздействие фрезерным барабаном (Рисунок 3).

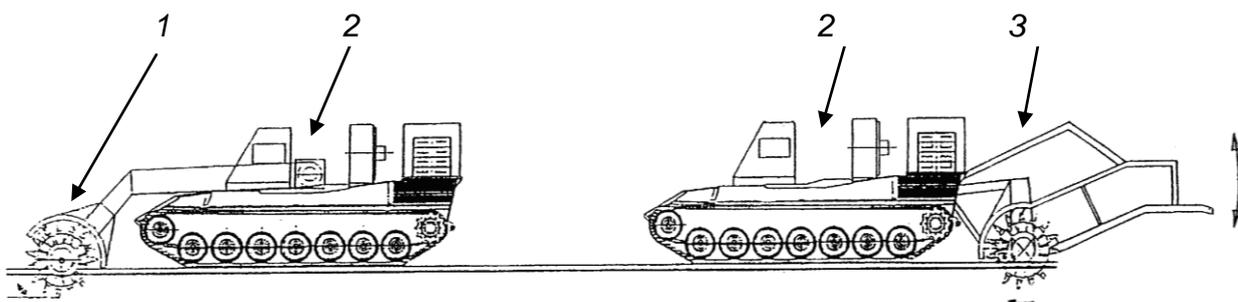


Рис. 3. Система разминирования с фрезерным барабаном

1 – фронтальное навесное устройство с фрезерным барабаном первичного разминирования, 2 – шасси танка, 3 – фронтальное навесное устройство с фрезерным барабаном повторного разминирования.

Недостаток системы в большой парусности по направлению взрывной волны, что снижает надежность системы. Обработку широкого фронта минного поля производят фрезерным барабаном большого диаметра. Небольшая частота вращения фрезерного барабана обуславливает отсутствие эффекта динамического воздействия на мину. Мина не отбрасывается фрезерным барабаном от системы вперед. Имеется необходимость повторного разминирования с целью достижения приемлемого качества разминирования.

Известны бойковые минные тралы ([Тралы на минных полях, 2007](#); [Ueno et al., 2013](#)). На поднятый над землей горизонтальный барабан крепятся цепи с грузами, барабан раскручивается, цепи и грузы ударяют в почву. Мины либо срабатывают, либо их отбрасывает центробежной силой. Траление достаточно надежно, но работа трала требует отбора мощности у двигателя машины, на которую установлен трал. Процесс работы сопровождается густой завесой пыли и комьев почвы, что приводит в необходимости работы вслепую ([Рисунок 4](#)).

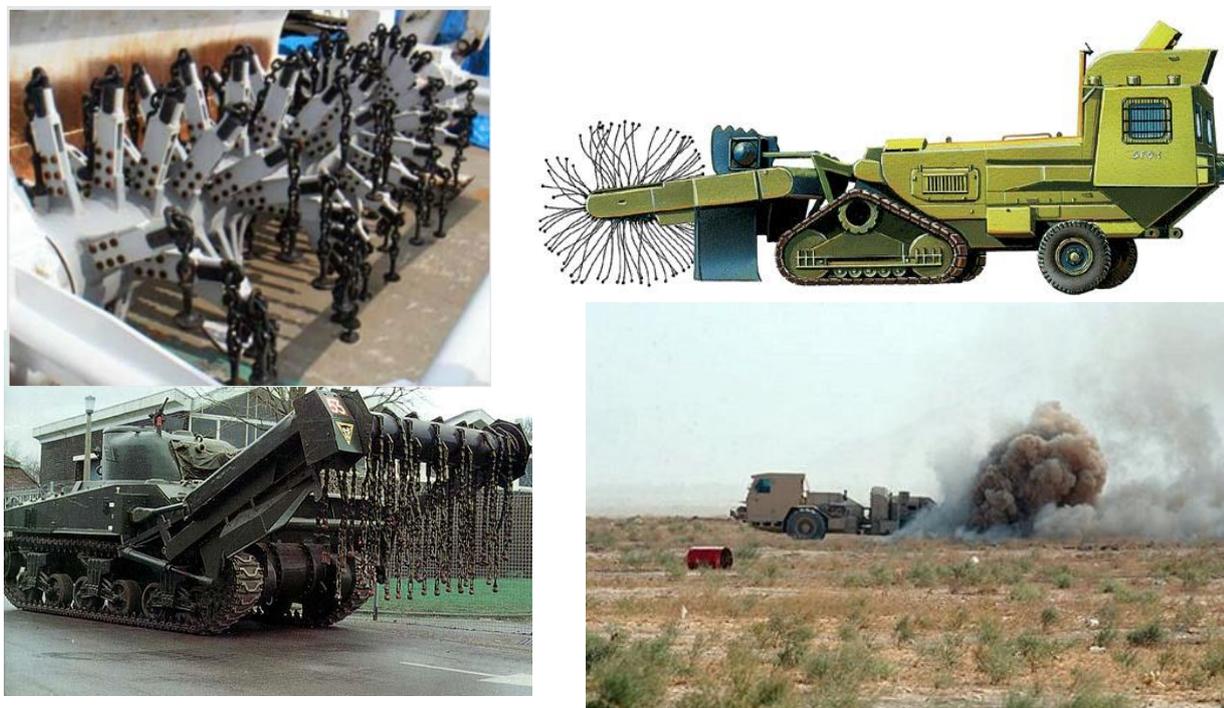


Рис. 4. Бойковые минные тралы

Имеется сообщение о разработке в РФ автономного бойкового минного трала Уран-6 ([Рисунок 5](#)), который называют роботом ([Уран-6, 2018](#)).



Рис. 5. Бойковый дистанционно управляемый минный трал Уран-6

Автономный бойковый минный трал Уран-6 имеет все перечисленные выше недостатки имитационных систем разминирования. Его масса несколько меньше, чем у прошлых разработок, ввиду отсутствия персонала на борту, который не надо защищать от непосредственного воздействия взрыва. Но масса устройства, все равно, велика ввиду неизменности принципа действия. Сообщают также о варианте исполнения устройства, где вместо бойкового рабочего органа применены фрезы, повторяя рассмотренную выше систему разминирования с фрезерным барабаном как шасси танка Лео 1 А4, как и всё её недостатки. Поскольку, система Уран построена на базе беспилотного танка, т.е. является приспособленным техническим решением, ожидать от неё принципиально новых результатов не следует.

В целях экономии энергии на проведение разминирования применяют системы с пассивными рабочими органами (Ueno et al., 2013) (Рисунок 6).



Рис. 6. Система разминирования с пассивными рабочими органами

Однако качество разминирования у системы с пассивными рабочими органами еще ниже, чем у роторных систем.

Совмещают реактивную систему линейного подрыва для создания проходов в минных полях и систему ручного повторного разминирования территории (Уран-6, 2018; УР-83П, 2018) (Рисунок 7, Рисунок 8).



Рис. 7. УР-83П. Переносная установка разминирования



Рис. 8. Дивизионная самоходная установка разминирования УР-77 «Метеорит»

Подрыв доставляемого реактивным способом линейного заряда взрывчатого вещества обуславливает спонтанность траектории разминирования и относительно низкое качество разминирования. Это опасно для последующей работы персонала на минном поле, а также для использования территории в мирных целях. Неудовлетворительная реальная совместимость реактивного линейного разминирования и последующего продолжения работ в ручном режиме приводит даже к необходимости постановочных примеров успешной работы системы (Разевиг и др., 2010).

Для чего саперы, изображенные на Рисунке 9, переносят блок грунта, оставшегося после прохода канавокопателя, которым имитировали след подрыва линейного заряда, как ручной транспорт грунта связан с разминированием, непонятно. Возможно, эта манипуляция изображает работу с миной, но откуда быть мине именно по следу подрыва линейного заряда? Недоумение вызывает также и то обстоятельство, что саперы, проводящие разминирование, экипированы бронежилетами, но защитные щитки их шлемов подняты.



Рис. 9. Разминирование в Чечне и Ингушетии

Известны менее ресурсоемкие, менее энергоемкие, более работоспособные и безопасные способы разминирования, причем даже основанные на методах механотроники (Брискин и др., 2007; Бровин, 1965; Нагоев и др., 2010; Рачков, 2005; Щербаков, Бровин, 2008). В частности, способ обезвреживания мин, который реализуется путем наезда на мину мобильного робота-тральщика (Кудрявцев, 2007). В транспортном положении группировка роботов-тральщиков базируется на основной самодвижущейся платформе (Рисунок 10).

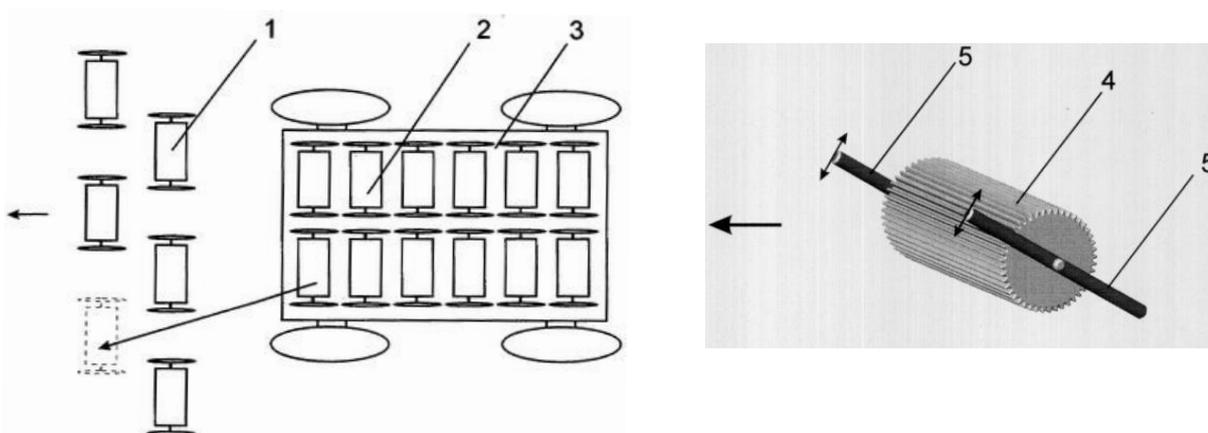


Рис. 10. Разминирования с помощью автономных мобильных роботов-тральщиков
1 – автономный мобильный робот-тральщик в работе, 2 – запасной робот-тральщик,
3 – платформа, 4 – каток, 5 – реактивный рычаг управления.

Уничтожение мины обеспечивается при наезде робота-тральщика. Бреша, возникающие в результате выхода из строя роботов-тральщиков, восстанавливаются запасными тральщиками. Недостаток системы тот же, что и остальных известных систем – применена механическая имитация штатного срабатывания мины, в результате ударная волна воздействует непосредственно на робота, имеющий высокую парусность по направлению взрывной волны, а также и на основную платформу. Это обуславливает высокую вероятность выхода из строя, как отдельного робота, так и всей системы.

2.1. Трансцендентальная роторная система гуманитарного разминирования

Нами разработана трансцендентальная (не имеющая прямых аналогий с известными процессами, не имитационная) роторная система гуманитарного разминирования,

в которой подрыв мины выполняется ударом снизу, причем устройство расположено большей частью внутри почвы.

Технической задачей, которую решает трансцендентальная роторная система гуманитарного разминирования, является ослабление воздействия взрывной волны на устройство для разминирования принудительным подрывом, поскольку устройство имеет малую парусность по отношению к взрывной волны, подрыв мины обеспечивается на удалении от устройства. Обеспечено автономное перемещение элементов группировки по заданному курсу и управления курсом, Конструктивное выполнение обеспечивает повышение надежности кинематических элементов привода, снижение энергоемкости. высокое качество разминирования, высокую надежность и живучесть системы разминирования (Калиниченко, 2009; Калиниченко, 2012; Калиниченко и др., 2014; Kalinitchenko et al., 2014).

В результате достигается повышение надежности устройства для разминирования принудительным подрывом, снижение металлоемкости и стоимости, повышение эффективности и безопасности процесса разминирования.

3. Результаты и обсуждение

Новизна технического решения для гуманитарного разминирования посредством принудительного подрыва мин основана на отказе от имитационного подхода к разминированию. Применен принцип ударно-динамического воздействия на минный объект не сверху, как обычно, а снизу. Это позволяет осуществлять подрыв мин с высокой надежностью и на удалении от устройства, что снижает требования к противовзрывной защите устройства, автономный программный способ управления без участия оператора, информационный способ координации единичных элементов системы разминирования. Изобретение поясняется на [Рисунках 11-17](#).

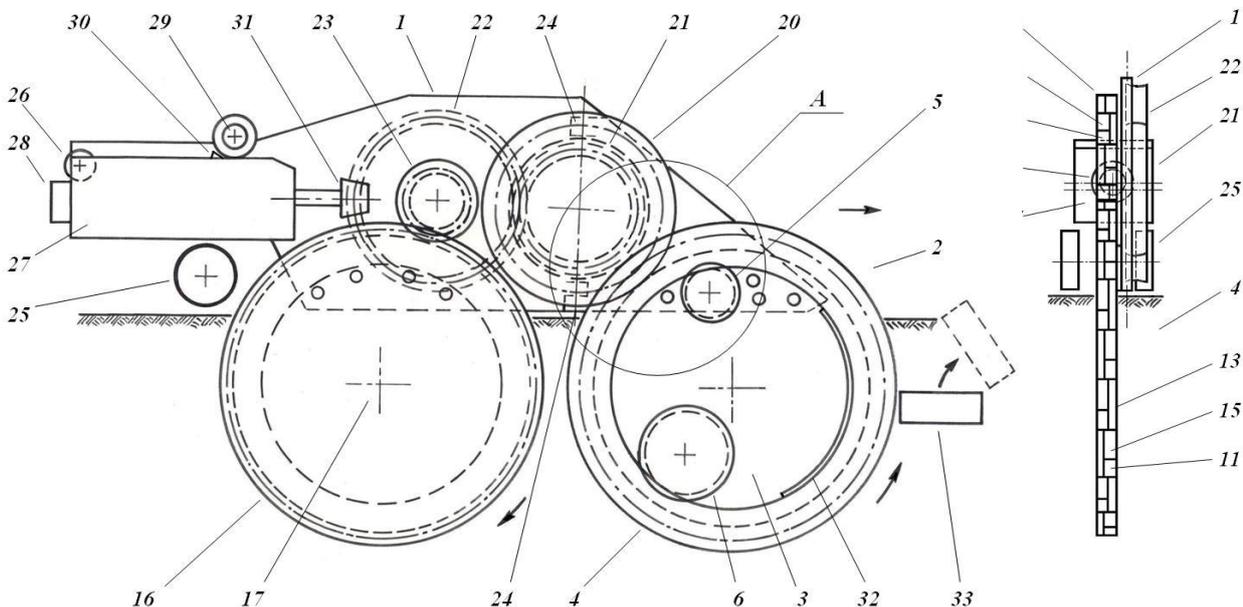


Рис. 11. Устройство для разминирования принудительным подрывом, слева – вид сбоку, справа – вид спереди (обозначения в тексте)

Устройство содержит раму 1, роторный щелерез 2, диск щелереза 3, кольцевой щелерез 4, опорную 5, центрирующую 6 шестерни привода. Кольцевой щелерез 4 снабжен выполненными поочередно слева и справа внутренними прямыми впадинами зацепления 7. Опорная 5 и центрирующая 6 шестерни привода выполнены с поочередно расположенными слева и справа наружными зубьями зацепления 8, комплементарными внутренним впадинам зацепления 7 кольцевого щелереза 4. Кольцевой щелерез 4 внутренней цилиндрической опорной поверхностью 9 опирается с зацеплением на наружную

цилиндрическую опорную поверхность опорной 5, центрирующей 6 шестерней привода. Кольцевой щелерез 4 снабжен наружными впадинами зацепления 10 и зубьями зацепления 11 с режущими органами 12, выходящими в сторону наружной цилиндрической опорной поверхности 13 кольцевого щелереза 4. Наружные впадины зацепления 10 выполнены с задней опорной поверхностью 14. Перед режущим органом на боковой поверхности кольцевого щелереза выполнена емкость для приема грунта 15. За ротором установлено вертикальное позиционирующее колесо привода 16 в подшипнике диска 17.

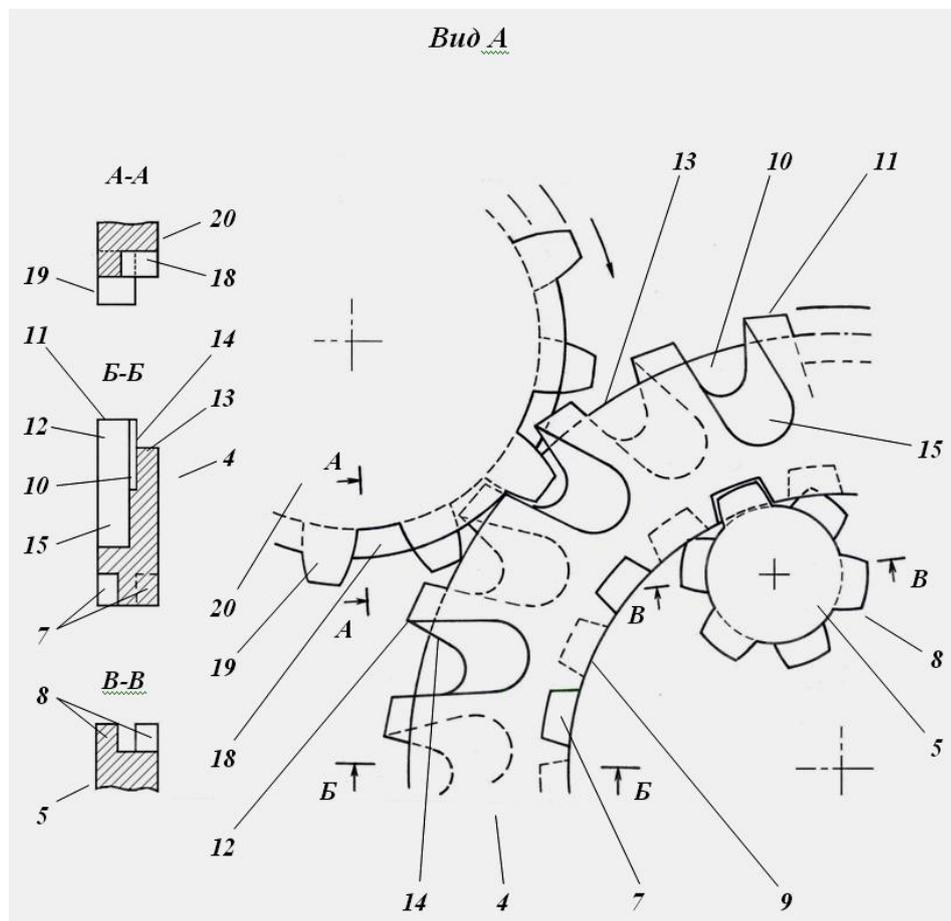


Рис. 12. Устройство для разминирования принудительным подрывом, вид А по Рисунку 11 (обозначения в тексте)

Кольцевой щелерез 4 наружными впадинами зацепления 10 и зубьями зацепления 11 соединен с наружными впадинами зацепления 18 и зубьями зацепления 19 шестерни привода кольцевого щелереза 20. Шестерня привода 20 снабжена наружной цилиндрической опорной поверхностью 13, которая опирается с зацеплением на наружную цилиндрическую опорную поверхность шестерни привода 20.

На валу шестерни привода 20 установлена промежуточная шестерня 21, находящаяся в зубчатом зацеплении с шестерней 22. Шестерня 22 установлена на одном валу с шестерней 23, которая выполняет привод вертикального позиционирующего колеса 16.

Шестерня 22 установлена на задней части рамы, шестерня 21 установлена на передней части рамы устройства. Задняя и передняя части рамы устройства соединены шкворнями 24. Вершина зуба и дно впадины по толщине шестерни привода 21 выполнены сферически выпуклыми. Образующей сферы является цилиндр, образуемый линией, проходящей параллельно оси шкворня 24 через центральную часть соответствующего элемента зацепления шестерни 21. Ось шкворня 24 проходит через ось вращения шестерни 21 и расположена нормально к линии, соединяющей оси вращения шестерней 21, 22 с целью минимизации перекоса зацепления при изменении курса устройства, в процессе которого

происходит взаимное скольжение поверхностей зацепления шестерней 21, 22. Шестерня 22 выполнена с зубьями зацепления сферическими вогнутыми комплементарно зубьям шестерни 21.

Устройство снабжено парой нижних опорных колес 25 и парой верхних опорных колес 26, расположенных по краям устройства симметрично его продольной оси.

Устройство снабжено энергетическим силовым блоком привода 27, блоком управления 28.

Крутящий момент к редуктору из шестерней 20-23 от энергетического силового блока привода 27 передается шестерней 31.

Диск щелереза 3 снабжен демпфирующим антифрикционным сегментом 32.

Кольцевой щелерез 4 наружными зубьями зацепления 11 воздействует на мину 33, установленную в грунте (почве).

Устройство снабжено транспортным приспособлением в виде транспортных штифтов 29, электронно-механическим датчиком положения 30 захвата внешнего манипулятора. Устройство в транспортном положении находится в транспортном модуле, который содержит манипулятор 34, установленный в транспортном блоке на оси 35 и снабженный захватом 36. Транспортный модуль снабжен упорами 37, фиксирующими устройство в транспортном положении.

Предлагаемое устройство для разминирования принудительным подрывом с транспортным модулем работает следующим образом.

При движении устройства по минному полю крутящий момент от энергетического силового блока привода 27 передается шестерней 31 к редуктору, состоящему из шестерней 20-23, и распределяется шестернями 20, 23 между роторным щелерезом 2 и вертикально-позиционирующим колесом привода 16. Роторный щелерез 2 с наружным приводом расположен впереди устройства. Работает снизу вверх. Вертикально-позиционирующее колесо привода 16 установлено за роторным щелерезом 2.

Кольцевой щелерез 4 фиксируется в пространстве в направлении перпендикулярном плоскости [Рисунок 11](#) поочередно слева и справа расположенными, соответственно, на нем, а также на приводной 20, опорной 5, центрирующей 6 шестернях, наружными впадинами зацепления 18 и зубьями зацепления 19, впадинами зацепления 10 и зубьями зацепления 11 привода и впадинами зацепления и позиционирования 7 и зубьями зацепления и позиционирования 8. В плоскости [Рисунок 11](#) кольцевой щелерез 4 позиционируется собственной опорной поверхностью 9 на соответствующих опорных поверхностях шестерни привода кольцевого щелереза 20, опорной 5, центрирующей 6 шестерней.

К кольцевому щелерезу 4 крутящий момент передается впадинами зацепления 18 и зубьями зацепления 19 шестерни привода 20 посредством впадин зацепления 10 и зубьев зацепления 11.

Перемещение кольцевого щелереза 4 в плоскости диска щелереза 3 ограничено цилиндрическими поверхностями обкатки шестерней 20, 5, 6, на которые опирается кольцевой щелерез 4.

Кольцевой щелерез 4 режущими органами 12 прорезает в почве щель. Грунт в процессе резания поступает в емкость для приема грунта 15, затем ротационным путем разбрасывается по поверхности почвы центробежной силой. Задняя опорная поверхность 14 наружной впадины зацепления 10 и зуба зацепления 11 кольцевого щелереза 4 предотвращает соприкосновение режущей кромки режущего органа 12 и зуба зацепления 19 шестерни привода кольцевого щелереза 20.

Позиционирующее колесо привода 16 фиксируется в пространстве в подшипнике 18, установленном на диске 17. К колесу привода 16 крутящий момент передается шестерней 23. Колесо 16 выполнено с грунтовыми зацепами. Зацепы снабжены боковыми режущими кромками. Колесо привода 16, опираясь на дно щели грунтовыми зацепами, обеспечивает подачу роторного щелереза 2 с кольцевым щелерезом 4 вперед в забой. Наружная цилиндрическая опорная поверхность вертикально-позиционирующего колеса привода 16 препятствует избыточному погружению колеса в грунт дна щели.

Когда по курсу устройства встречается мина 33, зубья зацепления 11 режущими органами 12 выдергивают с места установки, производят механическую детонацию взрывателя, отбрасывают мину вперед. Согласно времени срабатывания взрывателя

происходит подрыв мины. Ротор 2 выбрасывает мину 33 от себя вперед и, под воздействием реакции слоя почвы, в котором находится мина, вверх.

Время срабатывания взрывателя противопехотной, противотанковой мины порядка 1 с. Небольшой фронт обработки почвы устройством обуславливает небольшое потребление энергии, что позволяет назначить высокую окружную скорость ротора и обеспечить эффект динамического воздействия на мину. При окружной скорости наружной поверхности ротора 7-12 м/сек после ударного соприкосновения с миной и взвода ее взрывателя ротор отбросит ее на расстояние от 1 м до 5 м. Мина отлетает от устройства вперед и вверх до момента подрыва. Это удаляет центр взрыва от устройства, ослабляет воздействие ударной волны на устройство и снижает вероятность его повреждения в результате подрыва мины.

Если по какой-то причине, например, повреждение взрывателя или иная подобная причина отказа боевой части мины, она не детонирует под воздействием предлагаемого устройства, то остается на поверхности почвы в незамаскированном виде и легко обнаруживается визуально после обработки минного поля предлагаемым устройством. Мина, лежащая на поверхности, может быть подорвана повторным воздействием устройства. Если какая-то из мин все же останется в почве, то вероятность штатного срабатывания поврежденного от ударов взрывателя после нескольких актов механического воздействия на него со стороны устройства будет малой.

Устройство выполнено узким. За счет этого парусность устройства в плоскости фронта ударной волны взрыва небольшая. Устройство выполнено преимущественно в подземном исполнении и воспринимает ударную волну только своей относительно небольшой надземной частью. Это ослабляет отклик устройства на взрыв.

Демпфирующий антифрикционный сегмент 32. Элемент 32 при взрыве упруго деформируется под воздействием усилия нажатия со стороны кольцевого щелереза 4.

Изменение курса устройства обеспечивается путем перекоса рамы 1 относительно оси шкворней 24.

Для обеспечения в процессе работы перекоса рамы 1 относительно оси шкворней 24 шестерня 21, установленная на передней части рамы 1 устройства, выполнена со сферическими выпуклыми зубьями зацепления. Шестерня 22, установленная на задней части рамы устройства, выполнена со сферическими вогнутыми зубьями зацепления симметричными зубьям шестерни 21.

Центр массы устройства расположен над осью колеса 16 и немного смещен вперед по направлению движения устройства.

Устройство управляется дистанционно, что повышает безопасность персонала. Устройство управляют посредством блока управления курсом 28 программно по ГлоНаС, GPS, или визуально дистанционно.

Начало и завершение разминирования выполняют с помощью транспортного модуля, на котором могут базироваться несколько устройств.

Транспортный модуль устанавливают в исходную позицию на краю минного поля так, чтобы устройства находящейся в модуле группировки были ориентированы в сторону минного поля. Транспортный модуль по [Рисункам 13-16](#) снабжен манипулятором 34, один конец которого соединен с шасси осью вращения 35, а другой снабжен захватом 36 с двумя проушинами. Манипулятор 34 снабжен подъемным устройством, которое сообщает рычагу движение относительно оси вращения 35. Относительно оси манипулятор 34 имеет возможность опускаться вниз в исходное положение и подниматься в транспортное положение с помощью подъемного устройства. На устройстве выполнены транспортные штифты 29 с сервоприводом в направлении их продольной оси, которые в выдвинутом положении располагаются в проушинах захвата 36 манипулятора 34. Транспортные штифты расположены по направлению движения устройства за центром его тяжести. В транспортном положении по [Рисунку 13](#) манипулятор 34 с устройством поднят в верхнее положение. Левый по схеме упор 37 транспортного модуля упирается в заднюю часть устройства и задает ему горизонтальное положение. Правый по схеме упор 37 транспортного модуля упирается в переднюю часть устройства и фиксирует его горизонтальное положение по [Рисунку 13](#).

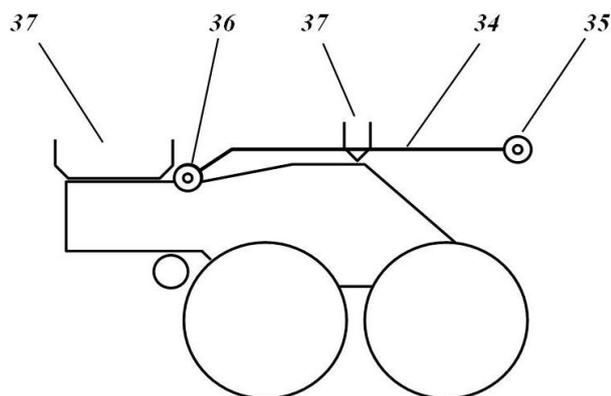


Рис. 13. Устройство в транспортном модуле в транспортном положении.

Для того чтобы начать разминирование манипулятор 34 транспортного модуля опускают вниз согласно [Рисунку 14](#).

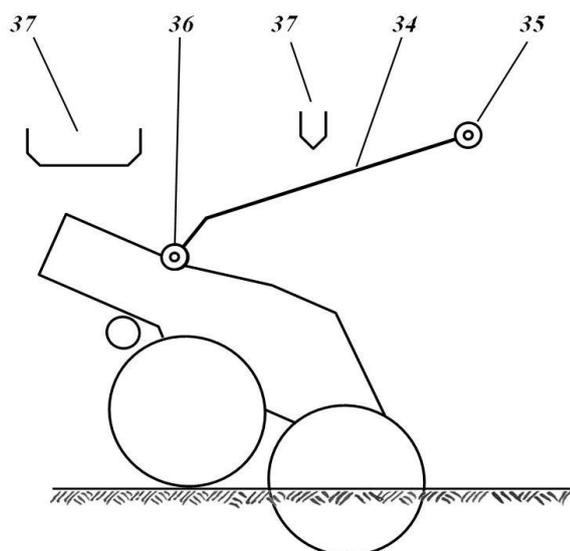


Рис. 14. Устройство в фазе извлечения из транспортного модуля

Усилие в режиме привода манипулятора 34 в направлении «вниз» выбрано небольшим. При этом устройство под действием собственного веса отделяется от правого по схеме упора 37 транспортного модуля и опускается вниз. Левый по схеме упор 37 транспортного модуля упирается в заднюю часть устройства и задает ему наклонное положение $40-45^\circ$ в сторону ротора, при этом пара верхних опорных колес 26 перемещается вдоль левого по схеме упора 37 транспортного модуля вправо по [Рисунку 14](#). Ротор устройства включают в рабочий режим малого хода, опускают его на почву, задают ему наибольшее начальное заглубление, затем включают устройство в работу на номинальном режиме. Манипулятор 34 продолжает опускаться и придает устройству усилие в направлении рабочего режима движения. Устройство под действием этого усилия, а также под действием собственного веса движется вдоль направления заданного манипулятором 34 системы транспортного модуля, который удерживает устройство в вертикальном

направлении относительно плоскости движения и задает ему наклон в этой плоскости в направлении движения.

Устройство, приведенное манипулятором 34 в нижнее положение, пройдя расстояние 0,7-1,0 м по горизонтали вдоль направляющей системы транспортного модуля, заглубляется в почву на 0,7-0,8 номинальной глубины так, что удерживается в вертикальном положении образованной им в почве щелью. Ходовое колесо 16 при этом находится в начальной части образованной ротором 2 щели на глубине 0,2-0,3 номинальной. Затем транспортные штифты 29 с помощью сервопривода выводят из проушин захвата 36 манипулятора 34 с целью исключения деформации элементов конструкции, но устройство остается под воздействием манипулятора 34, направляющая которого зафиксирована на раме 1 и удерживает ее в вертикальном положении. По мере движения проушины захвата 36 справа и слева скользят вдоль верхнего ребра энергоблока 27, удерживают устройство в вертикальном положении и вдавливают его в почву. Ходовое колесо опускается вниз по круто уходящему вглубь почвы начальному участку щели на глубину 0,5-0,7 номинальной. После этого устройство сходит с направляющей системы и автономно продолжает заглубление до заданной вертикальной отметки щели, и входит в номинальный режим функционирования по [Рисунку 15](#).

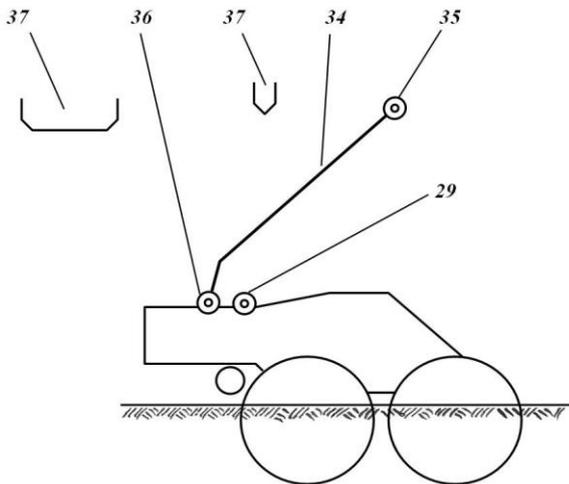


Рис. 15. Устройство на выходе из транспортного модуля

Возврат устройства в транспортную систему выполняется следующим образом.

В оболочке ГлоНАС (GPS) устройство в рабочем режиме занимает позицию под транспортным модулем по [Рисунку 16](#).

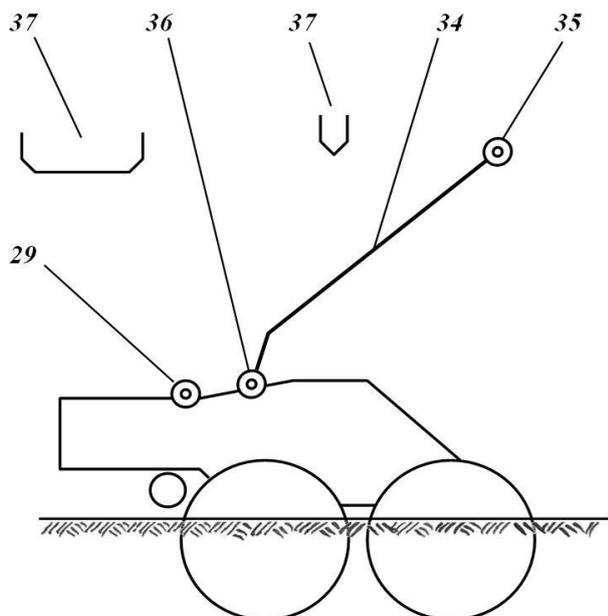


Рис. 16. Устройство в фазе возврата в транспортный модуль

При этом на расстоянии 1 м до позиции присоединения манипулятора 34 к устройству начинается опускание манипулятора 34 в нижнее положение. На расстоянии 0,5 м до позиции присоединения манипулятора 34 к устройству он касается верхней кромки рамы устройства, прижимается к ней с небольшим усилием, определяемым режимом привода манипулятора 34 в направлении «вниз» скользит по раме своей направляющей прорезью, выполненной между проушинами 36. Позиционирующие плоскости проушин 36 скользят относительно соответствующих плоскостей транспортных штифтов 29 устройства. В этой позиции устройство переходит в режим медленного перемещения со скоростью 0,1-0,15 номинальной рабочей для фиксации устройства относительно манипулятора 34 без инерционных явлений при механическом соединении проушин 36 и транспортных штифтов 29 по сигналу контроллера узла захвата. По мере движения манипулятора 34 он соприкасается с верхним ребром рамы 1, и своей прорезью скользит по этому ребру, затем верхней поверхности энергоблока 27, позиционируясь относительно оси транспортных штифтов 29. При этом направляющая прорезь манипулятора 34 скользит вдоль рамы 1 и поверхности энергоблока 27 с небольшим вертикальным усилием, только фиксируясь относительно рамы 1 боковыми внутренними поверхностями выреза. Как только оси транспортных штифтов 29 устройства и проушин захвата 36 совпадут, устройство останавливается по сигналу блока управления 28. Сигнал блока управления 28 вырабатывается, например, электрическим датчиком положения. Механизм датчика положения срабатывает в момент, когда перемещающийся вдоль рамы 1 устройства манипулятор 34 проушинами 36 механически воздействует на механический датчик электронно-механического привода датчика, например на его скошенный выступ 30. Для назначения момента срабатывания сервопривода транспортных штифтов 29 возможно использовать оптоэлектронный, электрический емкостный или любой иной датчики положения механических деталей. Момент срабатывания можно назначать также и без дублирования только в одном варианте – ГлоНаС (GPS). После совмещения осей транспортных штифтов устройства и проушин рычага манипулирования транспортные штифты 29 посредством сервопривода вводятся в проушины захвата 36.

После фиксации устройства манипулятору 34 сообщается движение вокруг оси вращения 35, установленной на шасси транспортного модуля, с усилием, определяемым режимом привода в направлении «вверх», достаточным для извлечения и подъема устройства. Устройство извлекается из почвы, и поднимается в транспортный модуль и фиксируется в модуле манипулятором 34 и упорами 37.

Ввиду особенности размещения транспортных штифтов относительно центра тяжести устройства, в процессе подъема левый по схеме упор 37 транспортного модуля первым

входит в механический контакт с устройством посредством установочного ролика. Затем устройство поднимается дальше, в процессе подъема под действием левого упора 37 положение устройства приближается к горизонтальному. По достижении контакта передней части рамы устройства с правым по схеме упором 37 транспортного модуля, расположенном на манипуляторе 34, по сигналу датчика положения, подъем прекращается. Фиксируется горизонтальное транспортное положение устройства.

Аналогичным образом выполняется процесс приведения в рабочее положение, задается начальная траектория устройства, производится возврат каждого устройства, входящего в группировку, базирующуюся в транспортном модуле. Устройство(а) готово(ы) к перемещению транспортным модулем на новую позицию разминирования.

Трансцендентальная роторная система гуманитарного разминирования по сравнению с аналогом имеет новые элементы. Это опорные колеса 26, транспортные штифты 29, электронно-механический датчик положения 30 захвата манипулятора, транспортный модуль, включающий манипулятор 34 на оси 35, захват 36, упоры транспортного модуля 37. Применение транспортного модуля обеспечивает мобильность и удобство работы системы. Транспортный модуль позволяет: транспортировать группировку устройств к объекту разминирования, обеспечить высокую скорость приведения группировки устройств в рабочее состояние на объекте разминирования, быстрое снятие устройства с объекта разминирования и перевод группировки устройств в транспортное положение.

Использование предлагаемого технического решения позволяет повысить надежность устройства для разминирования принудительным подрывом, а также собственно процесса разминирования, снизить стоимость, повысить эффективность и безопасность процесса разминирования. Имеет значение возможность на качественно новом уровне применить современные методы обнаружения взрывоопасных веществ в почве, разработать роботизированные комплексы разминирования нового поколения (Evsenin et al., 2007; Васильев и др., 1998; Ивашов и др., 2008; Ивашов и др., 2009; Карев и др., 2001; Котельников и др., 2005; Нагоев и др., 2010; Нухажиев, 2011; Щербаков и др., 2005; Щербаков и др., 2009; Afolabi A., Afolabi T. 2013; Kotel'nikov, Yakovlev. 2002). Результат достигается ослаблением воздействия взрывной волны на устройство для разминирования принудительным подрывом ввиду его малого поперечного размера и размещения преимущественно в почве. Применено динамическое воздействие на мину за счет высокой окружной скорости зацепов кольцевого щелереза позволяет извлекать мину из грунта и отбрасывать ее от устройства до момента подрыва. Использован автономный режим следования по заданному курсу за счет применения сочлененной рамы и устройства управления. Обеспечена высокая надежность кинематических элементов привода за счет применения привода кольцевого щелереза с внешней стороны и демпфирующего антифрикционного сегмента. Устройство характеризуется низкой металлоемкостью за счет компактности, автономности и применения информационного способа координации перекрытия обрабатываемой площади минного поля, вместо обычного для стандартных систем координирования катков для подрыва механической системой на основе сосредоточенного массивного движителя. Многократно снижается энергоемкость за счет уменьшения в 5-10 раз количества грунта, обрабатываемого в процессе разминирования, уменьшения массы устройства и транспортного блока, поскольку он не нуждается в защите от взрывов, особенно в расчете на единицу площади разминирования. Положительным свойством предлагаемого способа, устройства для его реализации, транспортного блока является возможность реализации безлюдной технологии разминирования на основе ГлоНАС (GPS). Перспектива определяется широкими возможностями биогеосистемотехники (Kalinitchenko, 2012; Kalinitchenko, 2014; Kalinitchenko, 2015a; Kalinitchenko, 2015b; Kalinitchenko, 2016; Kalinitchenko et al., 2016; Kalinitchenko, et al., 2018).

4. Заключение

Предложена технология двойного назначения: безлюдное разминирование, благоприятные рекреационные предпосылки дальнейшего гуманитарного использования территории в рекреационных и сельскохозяйственных целях. Важнейшим следствием разминирования по предлагаемой системе является не только выполнение требований ООН к качеству разминирования 99,6 %, но также и рекреационный характер воздействия на

биогеосистему. Ротационное рыхление почвы благоприятно сказывается на будущем рекреационном облике территории, поскольку после выполнения предложенного варианта разминирования растительность получает приоритетные условия развития. В случае сельскохозяйственного использования земель территория имеет более высокое, чем окружающие, не обработанные территории, плодородие.

Литература

Агарков и др., 2009 – Агарков С., Зиновьев В., Камшилов Г. ФНПЦ «СТАНКОМАШ»: Многоцелевые средства разминирования // *Русский инженер*. 2009. № 23. С. 90–91.

БМР-3М, 2018 – БМР-3М [Электронный ресурс]. URL: <https://www.google.ru/search?q=бмр-3> (дата обращения 27 июня 2018).

Боевые машины разминирования, 2010 – Боевые машины разминирования. *Военное обозрение*. 6 сентября 2010.

Брискин и др., 2007 – Брискин Е.С., Жога В.В., Покровский Д.Н., Шурыгин В.А. Мобильный робототехнический комплекс для гуманитарного разминирования // *Мехатроника, автоматизация, управление*. 2007. № 3. С. 28–37.

Бровин, 1965 – Бровин А.В. Современные взгляды на траление взрывоопасных предметов в водной среде // *Морской сборник*. Т. 1965. № 12. С. 31–34.

Валецкий, 2009 – Валецкий О.В. Минное оружие: вопросы минирования и разминирования. М.: Изд-во: Крафт+, 2009. 576 с.

Васильев и др., 1998 – Васильев И.А., Ивашов С.И., Саблин В.Н. Широкозахватная радиотехническая система обнаружения мин // *Радиотехника*. 1998. №4.

Иванченко, 2010 – Иванченко Н.Ю. Разминирование территории Карелии в 1944–1946 гг. // *Военно-исторический журнал*. 2010. № 12. С. 40–43.

Ивашов и др., 2009 – Ивашов С.И., Васильев И.А., Журавлев А.В., Разевиг В.В. Разработка технологии голографических подповерхностных радиолокаторов и ее применение // *Успехи современной радиоэлектроники. Зарубежная радиоэлектроника*. 2009. № 1–2. С. 4.

Ивашов и др., 2008 – Ивашов С.И., Разевиг В.В., Парфенцев И.В., Харченко И.А., Алексеев Е.Г. Использование современных методов обработки изображений в операциях по гуманитарному разминированию по материалам воздушного фотографирования // *Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия: Приборостроение*. 2008. № 2. С. 89–103.

Калиниченко, 2009 – Калиниченко В.П. Устройство для ротационного внутрипочвенного рыхления. Патент РФ на изобретение RU №2376737 С1. Патентообладатель Институт плодородия почв юга России. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 декабря 2009 г. МПК А01В 33/02 (2006.01) А01В 33/02 (2006.01). Заявка №2008118583/12(021536) от 08.05.2008. Опубликовано 27.12.2009. Бюл. №36, 2009.

Калиниченко, 2012 – Калиниченко В.П. Устройство для разминирования принудительным подрывом. МПК F41H 11/16. Патент РФ на изобретение RU №2442946 С1. Патентообладатель: Калиниченко В.П. Заявка №2010135189/11(049977) от 23.08.2010. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 10 февраля 2012 г. Опубликовано 20.02.2012. Бюл. №5, 2012.

Калиниченко и др., 2014 – Калиниченко В.П., Батукаев А.А., Зармаев А.А. Патент на полезную модель RU №146371 U1. МПК F41H11/16 (2011.01). Устройство для разминирования принудительным подрывом с транспортным модулем. Патентообладатель(ли): Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Чеченский государственный университет (ФГБОУ ВПО "Чеченский государственный университет") (RU), Учреждение Институт плодородия почв юга России (RU). Заявка № 2014114454 от 11.04.2014. Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 8 сентября 2014 г. Опубликовано 10.10.2014.

Карев и др., 2001 – Карев А.И., Раевский В.Г., Коняев Ю.А., Румянцев А.С., Колесниченко В.И. Гамма-активационная технология гуманитарного разминирования // *Наукоемкие технологии*, 2001.

Карев и др., 2002 – Карев А.И., Раевский В.Г., Коняев Ю.А., Румянцев А.С., Аверченко А.М., Илющенко Р.Р. Мобильный комплекс обнаружения взрывчатых веществ. Технология разминирования XXI века // *Электроника (Наука. Технология. Бизнес)*, №1. 2002. [Электронный ресурс]. URL: www.electronics.ru/files/article_pdf/1/article_1300_432.pdf

Коршунов, 2010 – Коршунов Э.Л. Разминирование Северо-Западных территорий России (1944–2009 гг.) // *Защита и безопасность*. 2010. № 52. С. 38–40.

Котельников и др., 2005 – Котельников Г.А., Котельников С.А., Степанчиков В.И., Яковлев Г.В. О возможности обнаружения ВВ посредством совместного использования ядерных реакций // *Специальная техника*, 2005. №5. [Электронный ресурс]. URL: http://www.ess.ru/sites/default/files/files/articles/2005/05/2005_05_05.pdf (дата обращения 27 июня 2018).

Кудрявцев, 2007 – Кудрявцев И.А., Корнеев М.А., Ефремов В.Н., Дроздов Н.А. Система разминирования. Патент РФ RU 2298761 С1. МПК F41H11/16 (2006.01). Заявка: 2005134090/02, 03.11.2005. Опубликовано 10.05.2007.

Машина разминирования FFG Minebreaker, 2012 – Машина разминирования FFG Minebreaker // *Военное обозрение*. 19 января 2012.

Нагоев и др., 2010 – Нагоев З.В., Габоева Л.А., Башоров З.А. Мультиагентный роботизированный поиск на примере задачи автоматического разминирования // *Известия Южного федерального университета*. 2010. Технические науки. Т. 104. № 3. С. 32–36.

Нухажиев, 2011 – Нухажиев Нурди. Уполномоченный по правам человека в Чеченской Республике. Разминирование // *Взгляд (деловая газета)*. 23 декабря, 2011.

Разевиг и др., 2010 – Разевиг В.В., Бугаев А.С., Ивашов С.И., Журавлев А.В., Биктел Т., Капинери Л. Экспериментальная оценка параметров голографических подповерхностных радиолокаторов в сравнении с оптической голографией // *Радиотехника*. 2010. №9. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.radiotec.ru/catalog.php?cat=jr1&art=7936>

Разминирование в Чечне и Ингушетии, 2018 – Разминирование в Чечне и Ингушетии. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.u-f.ru/News/u250/2013/11/06/664609> (дата обращения 27 июня 2018).

Рахимов, 2009 – Рахимов С.Ф. Защита прав ребенка и проблемы запрещения оружия неизбирательного действия // *Пробелы в российском законодательстве*. 2009. № 1. С. 106–108.

Рачков, 2005 – Рачков М.Ю. Мобильные автономные системы для автоматизации разминирования // *Машиностроение и инженерное образование*, 2005. № 2, С. 2–10.

Сердцев и др., 2000 – Сердцев Н.И., Аверченко А.М., Пахомов В.П., Крамаренко В.Н., Ермаков А.А., Мухомых А.А. Гуманитарное разминирование: состояние, задачи и пути их решения // *Стратегическая стабильность*. 2000. №2. С. 33–40. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.politicwar.ru/politika/255134.html#.WzSQqNIzbc> дата обращения 27 июня 2018.

Токарев, 2009a – Токарев А.П. Особенности гуманитарного разминирования // *Научные и образовательные проблемы гражданской защиты*, 2009. № 2. С. 59–61.

Токарев, 2009b – Токарев А.П. Технологии гуманитарного разминирования // В сборнике: *Современные аспекты гуманитарных операций при чрезвычайных ситуациях и вооруженных конфликтах / Материалы XIV международной научно-практической конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций*. 2009. Москва, С. 273–275.

Тралы на минных полях, 2007 – Тралы на минных полях. (2007). *Вокруг света*, 2007. №12. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vokrugsveta.ru/vs/article/6148/> (дата обращения 27 июня 2018).

УР-83П, 2018 – Установка разминирования УР-83П [Электронный ресурс]. URL: <https://topwar.ru/10543-vzryv-protiv-miny-zmey-gorynych-v-rol-i-sapera.html> (дата обращения 27 июня 2018).

Уран-6, 2018 – Уран-6. Военное Обозрение. Вооружение. Инженерные войска и транспорт [Электронный ресурс]. URL: http://ria.ru/defense_safety/20141101/1031300334.html дата обращения 27 июня 2018.

Шеломенцев, 2010 – Шеломенцев С.В., Юхин А.Н., Токарев А.П. Опыт работы по разминированию местности, проводимых силами подразделений МЧС России // *Научные и образовательные проблемы гражданской защиты*. 2010. № 2. С. 50–55.

Щекунов, Юхин, 2007 – Щекунов В.В., Юхин А.Н. Разминирование как гуманитарная проблема // *Технологии гражданской безопасности*. 2007. Т. 4. № 4. С. 60–61.

Щербаков, Бровин, 2008 – Щербаков Г.Н., Бровин А.В. Возможные направления совершенствования средств траления акваторий в целях гуманитарного разминирования // *Спецтехника и связь*, 2008. № 01. С. 28–33.

Щербаков и др., 2005 – Щербаков Г.Н., Анцелевич М.А., Удинцев Д.Н. Выбор электромагнитного метода зондирования для поиска объектов в толще укрывающих сред // *Специальная техника*, № 1. [Электронный ресурс]. URL: http://www.ess.ru/sites/default/files/files/articles/2005/01/2005_01_01.pdf (дата обращения 27 июня 2018).

Щербаков и др., 2009 – Щербаков Г.Н., Николаев А.В., Бровин А.В. Магнитоакустическая локация – новый метод обнаружения подводных ферромагнитных объектов // *Специальная техника*, 2009. № 4. С. 36–44.

Энгельбрехт, Кампер, 2002 – Энгельбрехт Уве (DE), Кампер Йорг (DE). Система разминирования. Патент РФ RU 2190825 С2. МПК F41H11/16. Заявка №99105118/02 от 06.08.1997. Опубликовано: 10.10.2002.

Afolabi, Afolabi, 2013 – Afolabi A.O., Afolabi T.J. Implementation of Electronic Nose Technique In Explosives Detection // *The International Journal Of Engineering And Science (IJES)*, 2013. Vol. 2, Is. 7, pp. 10–17. [Electronic resource]. URL: www.theijes.com <http://www.theijes.com/papers/v2-i7/Part.5/Bo275010017.pdf> date of access 27 June 2018.

Evsenin et al., 2007 – Evsenin A., Gorshkov I., Kalinin V., Kuznetsov A., Osetrov O., Vakhtin D., Yurmanov P. (2007). Detection of Dirty Bombs using Nanosecond Neutron Analysis Technique // *Proc. of the NATO ARW on Prevention, Detection and Response to Nuclear and Radiological Threats*, Yerevan, Armenia, May, 2007, S. Apikyan, D. Diamond, R. Way (eds.), Springer, pp. 125–140. [Electronic resource]. URL: <http://atomic-energy.ru/technology/33714> (date of access 27 June 2018).

International Standards, 1996 – International Standards for Humanitarian Mine Clearance Operations. UN. 1996. 75 p.

Kalinitchenko, 2012 – Kalinichenko V.P. Combined device for soil subsurface rotational loosening. Patent RU № 2440708 С2. Application number 2009144950/12 (064025) on 03.12.09. Registered in the State Register of Inventions of the Russian Federation 27 January 2012. Published 27.01.2012. Bull. No 3, 2012.

Kalinitchenko, 2014 – Kalinichenko V. Biogeosystem Technique as a problem // *Biogeosystem Technique*, 2014. No 1, pp. 4–19. DOI: 10.13187/bgt.2014.1.4

Kalinitchenko, 2015a – Kalinichenko, V.P. Biogeosystem Technique as a paradigm of non-waste technology in the biosphere // *Biogeosystem Technique*. 2015. 3(1), 4–28, DOI: 10.13187/bgt.2015.3.4

Kalinichenko, 2015b – Kalinichenko, V.P. Biogeosystem Technique as the method for Earth's climate stabilizing // *Biogeosystem Technique*, 2015. 4, 104–137, DOI: 10.13187/bgt.2015.4.104

Kalinitchenko, 2016 – Kalinichenko, V.P. Optimizing the matter flow in biosphere and the climate of the Earth at the stage of technogenesis by methods of Biogeosystem Technique (problem-analytical review) // *International Journal of Environmental Problems*, 2016. 4(2), 99–130.

Kalinitchenko, 2017 – Kalinichenko Valery P. (2017). Renewal of Energy and Life in the Biosphere // *European Journal of Renewable Energy*, 2(1): 3–28. DOI: 10.1318.7/ejore.2017.1.3

Kalinitchenko et al., 2014 – Kalinichenko V.P., Sharshak V.K., Mironchenko S.F., Chernenko V.V., Ladan E.P., Genev E.D., Illarionov V.V., Udalov A.V., Udalov V.V., Kippel E.V. Changes in the properties of soils in a solonetz soil complex thirty years after reclamation // *Eurasian Soil Science*, 2014. Vol. 47, Is. 4, pp. 319–333. DOI: 10.1134/S1064229314040024.

Kalinitchenko et al., 2016 – Kalinichenko Valery, Abdulmalik Batukaev, Ali Zarmaev, Viktor Startsev, Vladimir Chernenko, Zaurbek Dikaev, Svetlana Sushkova. Biogeosystem Technique as the way to certainty of soil, hydrosphere, environment and climate // *Geophysical Research Abstracts*, 2016. 18, EGU2016-3419.

Kalinitchenko et al., 2018 – Kalinichenko Valery, Abdulmalik Batukaev, Alexey Glinushkin, Michael Sokolov, Svetlana Sushkova, Tatiana Minkina, Tatiana Bauer, and Inna Zamulina.

Biogeosystem Technique method for remediation of technogenically disturbed soils // *Geophysical Research Abstracts*, 2018. Vol. 20, EGU2018-8278, EGU General Assembly.

[Kotel'nikov, Yakovlev, 2002](#) – *Kotel'nikov G.A., Yakovlev G.V.* Improvement of the method for detecting explosives by the characteristic nuclear reactions // *Приборы и техника эксперимента*, 2002. Vol. 45, No 4.

[Mine Clearing Roller System, 2018](#) – Mine Clearing Roller System (MCRS) <http://www.urdan.co.il/en/node/42> date of access 27 June 2018

[45 McFee et al., 2018](#) – *McFee John E., Victor C. Aitken, Yogadhis Das, Kevin L. Russell, Chris A. Brosinsky, Robert H. Chesney, Philip Church, George Gundesen, Edward T. H. Clifford, E. Barclay Selkirk, Harry Ing, Robert O. Ellingson, Steven G. Penzes, Mick Saruwatari, Kevin Saruwatari, Craig Poulson* (2018). Patent US 6026135. 15.02.2000. Multisensor vehicle-mounted mine detector. [Electronic resource]. URL: <https://patents.google.com/patent/US6026135A/en> date of access 27 June 2018

[Patel et al., 2018](#) – *Patel D.L., Dillon J., Wright N.* (2018). In-Situ Landmine Neutralization Using Chemicals to Initiate Low Order Burning of Main Charge // US Army, CECOM, R&D Center Night Vision & Electronic Sensors Directorate, Fort Belvoir, Virginia 22060-5806. [Electronic resource]. URL: <https://web.archive.org/web/20060408184828/http://www.humanitarian-demining.org/demining/pubs/neutral/insituchem.asp> (date of access 27 June 2018).

[Trevelyan, 2000](#) – *Trevelyan J.* Technology Needs for Humanitarian Demining. University of Western Australia. Nedlands 6907, Western Australia. 2000. Issue 1. February 1st.

[Ueno et al., 2013](#) – *Ueno E., Amemiya K., Ikuta M., Nishino O.* Mine-clearing System for Use in International Peacekeeping // *Hitachi Review*, 2013, Vol. 62, No. 3, p. 224-228. [Electronic resource]. URL: http://www.hitachi.com/rev/pdf/2013/r2013_03_102.pdf (date of access 27 June 2018).

References

[45 McFee et al., 2018](#) – *McFee John E., Victor C. Aitken, Yogadhis Das, Kevin L. Russell, Chris A. Brosinsky, Robert H. Chesney, Philip Church, George Gundesen, Edward T. H. Clifford, E. Barclay Selkirk, Harry Ing, Robert O. Ellingson, Steven G. Penzes, Mick Saruwatari, Kevin Saruwatari, Craig Poulson* (2018). Patent US 6026135. 15.02.2000. Multisensor vehicle-mounted mine detector [Electronic resource]. URL: <https://patents.google.com/patent/US6026135A/en> (date of access 27 June 2018).

[Afolabi, Afolabi, 2013](#) – *Afolabi A.O., Afolabi T.J.* (2013). Implementation of Electronic Nose Technique In Explosives Detection // *The International Journal Of Engineering And Science (IJES)*. Vol. 2, Is. 7, pp. 10–17. ISSN(e): 2319 – 1813 ISSN(p): 2319 – 1805 [Electronic resource]. URL: <http://www.theijes.com/papers/v2-i7/Part.5/B0275010017.pdf> (date of access 27 June 2018).

[Agarkov et al., 2009](#) – *Agarkov S., Zinoviev V., Kamshilov G.* (2009). FNPC "STANKOMASH": Multipurpose means of demining. *Russian engineer*, No 23, pp. 90-91.

[Briskin et al., 2007](#) – *Briskin E.S., Zhoga V.V., Pokrovsky D.N., Shurygin V.A.* (2007). Mobile robotics complex for humanitarian demining. *Mechatronics, automation, control*, No 3, pp. 28–37.

[Brovin, 2010](#) – *Brovin A.V.* (2010). Modern views on the trawling of explosive objects in the water environment. *Sea Collection*, Vol. 1965, No 12, pp. 31–34.

[Demining combat vehicles, 2010](#) – Demining combat vehicles. *Military Review*. September 6, 2010.

[Engelbrecht, Kamper, 2002](#) – *Engelbrecht Uwe (DE), Camper Jörg (DE)* (2002). Demining system. Patent of the Russian Federation RU 2190825 C2. IPC F41H11 / 16. Application No. 99105118/02 of 06.08.1997. Published: 10.10.2002.

[Evsenin et al., 2007](#) – *Evsenin A., Gorshkov I., Kalinin V., Kuznetsov A., Osetrov O., Vakhtin D., Yurmanov P.* (2007). Detection of Dirty Bombs using Nanosecond Neutron Analysis Technique // *Proc. of the NATO ARW on Prevention, Detection and Response to Nuclear and Radiological Threats*, Yerevan, Armenia, May, 2007, S. Apikyan, D. Diamond, R. Way (eds.), Springer, pp. 125–140 [Electronic resource]. URL: <http://atomic-energy.ru/technology/33714> (date of access 27 June 2018).

[International Standards, 1996](#) – International Standards for Humanitarian Mine Clearance Operations. UN. 1996. 75 p.

[Ivanchenko, 2010](#) – *Ivanchenko N.Yu.* (2010). Clearing of the territory of Karelia in 1944-1946. *Military-Historical Journal*, No 12, pp. 40–43.

[Ivashov et al., 2008](#) – *Ivashov S.I., Razevig V.V., Parfentsev I.V., Kharchenko I.A., Alekseev E.G.* (2008). Use of modern methods of image processing in operations on humanitarian demining on the basis of aerial photographing materials. *Vestnik of the Moscow State Technical University. N.E. Bauman. Series: Instrument making*, No 2, pp. 89–103.

[Ivashov et al., 2009](#) – *Ivashov S.I., Vasiliev I.A., Zhuravlev A.V., Razevig V.V.* (2009). Development of technology of holographic subsurface radars and its application. // Advances in modern radio electronics. *Foreign radio electronics*, № 1–2. C. 4.

[Kalinichenko et al., 2014](#) – *Kalinichenko V.P., Batukaev A.A., Zarmaev A.A.* (2014). Patent for utility model RU №146371 U1. IPC F41H11 / 16 (2011.01). The device for demining forced disruption with the transport module. Patent holder (s): Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education Chechen State University (RUE), Institution: Soil Fertility Institute of the South of Russia (RU). Application No. 2014114454 of 11/04/2014. Registered in the State Register of Utility Models of the Russian Federation on September 8, 2014. Published 10.10.2014.

[Kalinichenko, 2009](#) – *Kalinichenko V.P.* (2009). Device for rotary soil loosening. The patent of the Russian Federation for the invention RU № 2376737 C1. Patent of the Institute of Soil Fertility in the South of Russia. Registered in the State Register of Inventions of the Russian Federation on December 27, 2009 IPC A01B 33/02 (2006.01) A01B 33/02 (2006.01). Application No. 2008118583/12 (021536) of 08/05/2008. Published on 27.12.2009. Bul. №36.

[Kalinichenko, 2012](#) – *Kalinichenko V.P.* (2012). The device for demining by forced undermining. IPC F41H 11/16. Patent of the Russian Federation for the invention RU № 2442946 C1. The patentee: Kalinichenko V.P. Application No. 2010135189/11 (049977) of August 23, 2010. Registered in the State Register of Inventions of the Russian Federation on February 10, 2012. Published on February 20, 2012. Bul. №5.

[Kalinichenko, 2015a](#) – *Kalinichenko, V.P.* (2015a). Biogeosystem Technique as a paradigm of non-waste technology in the biosphere. *Biogeosystem Technique* 3(1), 4–28, DOI: 10.13187/bgt.2015.3.4

[Kalinichenko, 2015b](#) – *Kalinichenko, V.P.* (2015b). Biogeosystem Technique as the method for Earth's climate stabilizing. *Biogeosystem Technique* 4, 104–137, DOI: 10.13187/bgt.2015.4.104

[Kalinichenko et al., 2014](#) – *Kalinichenko V.P., Sharshak V.K., Mironchenko S.F., Chernenko V.V., Ladan E.P., Genev E.D., Illarionov V.V., Udalov A.V., Udalov V.V., Kippel E.V.* (2014). Changes in the properties of soils in a solonetz soil complex thirty years after reclamation. *Eurasian Soil Science*, Vol. 47, Is. 4, pp. 319–333. DOI: 10.1134/S1064229314040024.

[Kalinichenko et al., 2016](#) – *Kalinichenko Valery, Abdulmalik Batukaev, Ali Zarmaev, Viktor Startsev, Vladimir Chernenko, Zaurbek Dikaev, Svetlana Sushkova* (2016). Biogeosystem Technique as the way to certainty of soil, hydrosphere, environment and climate. *Geophysical Research Abstracts*, 18, EGU2016-3419.

[Kalinichenko et al., 2018](#) – *Kalinichenko Valery, Abdulmalik Batukaev, Alexey Glinushkin, Michael Sokolov, Svetlana Sushkova, Tatiana Minkina, Tatiana Bauer, and Inna Zamulina* (2018). Biogeosystem Technique method for remediation of technogenically disturbed soils. *Geophysical Research Abstracts* Vol. 20, EGU2018-8278, EGU General Assembly.

[Kalinichenko, 2012](#) – *Kalinichenko V.P.* (2012). Combined device for soil subsurface rotational loosening. Patent RU № 2440708 C2. Application number 2009144950/12 (064025) on 03.12.09. Registered in the State Register of Inventions of the Russian Federation 27 January 2012. Published 27.01.2012. Bull. No 3.

[Kalinichenko, 2014](#) – *Kalinichenko V.* (2014). Biogeosystem Technique as a problem. *Biogeosystem Technique*, No 1, pp. 4–19. DOI: 10.13187/bgt.2014.1.4

[Kalinichenko, 2016](#) – *Kalinichenko, V.P.* (2016). Optimizing the matter flow in biosphere and the climate of the Earth at the stage of technogenesis by methods of Biogeosystem Technique (problem-analytical review). *International Journal of Environmental Problems*, 4(2), 99–130

[Kalinichenko, 2017](#) – *Kalinichenko Valery P.* (2017). Renewal of Energy and Life in the Biosphere. *European Journal of Renewable Energy*, 2(1): 3–28. DOI: 10.1318.7/ejore.2017.1.3

Karev et al., 2001 – Karev A.I., Raevsky V.G., Konyaev Yu.A., Rumyantsev A.S., Kolesnichenko V.I. (2001). Gamma-activation technology of humanitarian demining. *High technology*.

Karev et al., 2002 – Karev A.I., Raevsky V.G., Konyaev Yu.A., Rumyantsev A.S., Averchenko A.M., Ilyushchenko R.R. (2002). Mobile complex for detection of explosives. Technology demining of the XXI century. *Electronics (Science, Technology, Business)*, No 1, [Electronic resource]. URL: www.electronics.ru/files/article_pdf/1/article_1300_432.pdf

Korshunov, 2010 – Korshunov E.L. (2010). Demining of the North-West Territories of Russia (1944-2009). *Protection and Security*. No 52. pp. 38–40.

Kotel'nikov et al., 2005 – Kotel'nikov G.A., Kotel'nikov S.A., Stepanchikov V.I., Yakovlev G.V. (2005). On the possibility of detecting explosives through the joint use of nuclear reactions. *Special technique*, No 5. [Electronic resource]. URL: http://www.ess.ru/sites/default/files/files/articles/2005/05/2005_05_05.pdf (the date of access June 27, 2018).

Kotel'nikov, Yakovlev, 2002 – Kotel'nikov G.A., Yakovlev G.V. (2002). Improvement of the method for detecting explosives by the characteristic nuclear reactions // *Pribory i tehnika jeksperimenta*, Vol. 45, No 4.

Kudryavtsev, 2007 – Kudryavtsev I.A., Korneev M.A., Efremov V.N., Drozdov N.A. (2007). Demining system. Patent of the Russian Federation RU 2298761 C1. IPC F41H11 / 16 (2006.01) Application: 2005134090/02, 03.11.2005. Posted on 05/10/2007.

Mine clearance in Chechnya and Ingushetia, 2018 – Demining in Chechnya and Ingushetia. [Electronic resource]. URL: <http://www.u-f.ru/News/u250/2013/11/06/664609> (the date of access June 27, 2018).

Mine Clearing Roller System, 2018 – Mine Clearing Roller System (MCRS) [Electronic resource]. URL: <http://www.urdan.co.il/en/node/42> (date of access 27 June 2018).

Minebreaker FFG, 2012 – Demining machine FFG Minebreaker. *Military review*, January 19, 2012.

Minefield trawls, 2007 – *Minefield trawls* (2007). *Around the World*, No. 12. [Electronic resource]. URL: <http://www.vokrugsveta.ru/vs/article/6148/> (the date of access June 27, 2018).

Nagoyev et al., 2010 – Nagoyev Z.V., Gaboeva L.A., Bashorov Z.A. (2010). Multiagent robot search on the example of the problem of automatic demining. *Izvestiya Southern Federal University. Technical Sciences*, Vol. 104, No 3, pp. 32-36.

Nukhazhiev, 2011 – Nukhazhiev Nurdi (2011). Ombudsman for Human Rights in the Chechen Republic. Mine clearance. *Glance (business newspaper)*, December 23.

Patel et al., 2018 – Patel D.L., Dillon J. and Wright N. (2018). In-Situ Landmine Neutralization Using Chemicals to Initiate Low Order Burning of Main Charge. US Army, CECOM, R&D Center Night Vision & Electronic Sensors Directorate, Fort Belvoir, Virginia 22060-5806. [Electronic resource]. URL: <https://web.archive.org/web/20060408184828/>, <http://www.humanitarian-demining.org/demining/pubs/neutral/insituchem.asp> (date of access 27 June 2018).

Rachkov, 2005 – Rachkov M.Yu. (2005). Mobile autonomous systems for automation of mine clearance. *Mechanical engineering and engineering education*. No 2. pp. 2–10.

Rakhimov, 2009 – Rakhimov S.F. (2009). Protection of the rights of the child and the problem of the prohibition of indiscriminate weapons, *Gaps in Russian legislation*, No 1, pp. 106-108.

Razevig et al., 2010 – Razevig VV, Bugaev A.S., Ivashov S.I., Zhuravlev A.V., Biktel T., Kapineri L. (2010). Experimental evaluation of holographic subsurface radar parameters in comparison with optical holography. *Radiotekhnika*, No 9 [Electronic resource]. URL: <http://www.radiotec.ru/catalog.php?cat=jr1&art=7936>

Serdtshev et al., 2000 – Serdtsev N.I., Averchenko A.M., Pakhomov V.P., Kramarenko V.N., Ermakov A.A., Mukhortykh A.A. (2000). Humanitarian demining: the state, tasks and ways to solve. *Strategic stability*, No 2, pp. 33–40. [Electronic resource]. URL: <http://www.politicwar.ru/politika/255134.html#.WzSQqNIzbc> (the date of access June 27, 2018).

Shchekunov, Yukhin, 2007 – Schekunov V.V., Yukhin A.N. (2007). Demining as a humanitarian problem. *Civil safety technologies*. Vol. 4, No 4, pp. 60–61.

Shcherbakov et al., 2005 – Shcherbakov G.N., Ancelevich M.A., Udintsev D.N. (2005). Choice of the electromagnetic method for searching objects in the layer of sheltered environments. *Special Technique*, No 1. [Electronic resource]. URL: http://www.ess.ru/sites/default/files/files/articles/2005/01/2005_01_01.pdf the circulation (the date of access June 27, 2018).

[Shcherbakov et al., 2009](#) – *Shcherbakov G.N., Nikolaev A.V., Brovin A.V.* (2009). Magneto-acoustic location – a new method for detecting underwater ferromagnetic objects. *Special Technique*, No 4, pp. 36–44.

[Shcherbakov, Brovin, 2008](#) – *Shcherbakov G.N., Brovin A.V.* (2008). Possible directions for improving the means of the water areas trawling for humanitarian demining. *Special equipment and communications*, No 01, pp. 28–33.

[Shelomentsev, 2010](#) – *Shelomentsev S.V., Yukhin A.N., Tokarev A.P.* (2010). Experience in area demining conducted by the units of the Ministry of Emergencies of Russia. *Scientific and educational problems of civil protection*, No 2, pp. 50–55.

[Tokarev, 2009a](#) – *Tokarev A.P.* (2009a). Features of humanitarian demining. *Scientific and educational problems of civil protection*, No 2, pp. 59–61.

[Tokarev, 2009b](#) – *Tokarev A.P.* (2009b). Technologies of humanitarian demining. In the collection: Modern aspects of humanitarian operations in emergency situations and armed conflicts / Proceedings of the XIV international scientific and practical conference on the problems of protecting the population and territories from emergencies. Moscow, pp. 273–275.

[Trevelyan, 2000](#) – *Trevelyan J.* (2000). Technology Needs for Humanitarian Demining. University of Western Australia. Nedlands 6907, Western Australia. Issue 1. February 1st.

[Ueno et al., 2013](#) – *Ueno E., Amemiya K., Ikuta M., Nishino O.* (2013). Mine-clearing System for Use in International Peacekeeping. *Hitachi Review*, Vol. 62, No. 3, p. 224–228. [Electronic resource]. URL: http://www.hitachi.com/rev/pdf/2013/r2013_03_102.pdf (date of access 27 June 2018).

[UR-83P, 2018](#) – Mine-clearing installation UR-83P [Electronic resource]. URL: <https://topwar.ru/10543-vzryv-protiv-miny-zmey-gorynych-v-rol-i-sapera.html> the date of access June 27, 2018.

[Uranium-6, 2018](#) – Uranium-6. *Military Review. Armament. Engineering troops and transport* [Electronic resource]. URL: http://ria.ru/defense_safety/20141101/1031300334.html the date of access June 27, 2018.

[Valetsky, 2009](#) – *Valetsky O.V.* (2009). Mining weapons: issues of mining and demining. Moscow: Publishing House: Kraft +, 576 p.

[Vasiliev et al., 1998](#) – *Vasiliev I.A., Ivashov S.I., Sablin V.N.* (1998). A wide-range radio engineering system for detecting mines. *Radiotekhnika*, №4.

[BMP-3M, 2018](#) – BMP-3M [Electronic resource]. URL: <https://www.google.com/search?q=bmp-3>, date of access June 27, 2018.

Внутрипочвенная система гуманитарного разминирования территории принудительным подрывом мин

Валерий Петрович Калиниченко ^{a, b, *}, Георгий Сергеевич Ларин ^c

^a Институт плодородия почв юга России, Российская Федерация

^b Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Российская Федерация

^c Российский государственный университет правосудия, Российская Федерация

Аннотация. Глобальная гуманитарная проблема обезвреживания мин решается мировым сообществом неудовлетворительно. Предложена внутрипочвенная система разминирования территории принудительным подрывом мин. Система выполнена в виде группировки устройств для разминирования. Группировка устройств базируется в транспортном блоке. Устройство состоит из плоской вертикальной рамы, выполненной из двух сегментов, снабжено редуктором, энергетическим силовым блоком привода, блоком управления, транспортным приспособлением в виде транспортных штифтов, электронно-механическим датчиком положения захвата устройства манипулятором транспортного блока. Сегменты рамы соединены между собой шкворневым соединением. На переднем по

* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: kalinitch@mail.ru (В.П. Калиниченко)

направлению движения устройства сегменте рамы установлен роторный щелерез, который содержит диск щелереза, кольцевой щелерез, опорную, центрирующую шестерни привода. На заднем сегменте рамы установлено вертикальное позиционирующее колесо привода. Кольцевой щелерез снабжен режущими органами, направленными к наружной поверхности кольцевого щелереза. Транспортный модуль содержит снабженный захватом манипулятор для каждого устройства для разминирования. С помощью манипулятора устройство приводят в рабочее положение, и возвращают в транспортное положение. Транспортный модуль снабжен упорами, которые фиксируют устройство в транспортном положении после подъема манипулятором на борт. Устройство в рабочем положении погружено практически полностью в почву и перемещается по минному полю, прорезая в почве щель. Когда по курсу встречается мина, зубья зацепления кольцевого щелереза режущими органами зацепляют ее, выдергивают с места установки, отбрасывают вперед, при этом производится механическая детонация взрывателя. Соответственно времени срабатывания взрывателя активируется и происходит подрыв мины. Центр взрыва удален от устройства, что ослабляет воздействие ударной волны на устройство, снижает вероятность его повреждения. Технология имеет двойное назначение – а) безлюдное разминирование, б) благоприятные рекреационные предпосылки дальнейшего гуманитарного использования территории в рекреационных и сельскохозяйственных целях.

Ключевые слова: внутрпочвенная система разминирования, взрывная волна, транспортный модуль, надежность, рекреация, агрономия.