

# **Анализ существующих методов контроля качества очистки местности от взрывоопасных предметов**

*Б.А. МЯКИШЕВ,  
кандидат военных наук*

*подполковник В.А. КИСЕЛЕВ,  
кандидат военных наук*

*полковник А.А. ПРИТОЛЮК,  
кандидат военных наук*

**АННОТАЦИЯ:** Проблема очистки местности от взрывоопасных предметов. Разработанная методика позволяет обоснованно определить объем инспекционных мероприятий, оценивать качество очистки местности.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** средства поражения, мины, взрывоопасные предметы (ВОП), очистка местности от ВОП.

**SUMMARY:** The problem of clearing the area of explosive ordnance. The developed technique allows to reasonably determine the scope of inspection activities, to assess the quality of area treatment.

**KEYWORDS:** ordnance, mines, explosive ordnance (EO), clearing the area of EO.

ПОСЛЕ окончания Второй мировой войны во многих регионах мира продолжают возникать многочисленные вооруженные конфликты, которые сопровождаются широким применением противоборствующими сторонами различных средств поражения. Следствием этих конфликтов явилось крупномасштабное загрязнение минами и другими взрывоопасными предметами (ВОП) больших территорий в самых различных регионах земного шара. В настоящее время в более чем 70-и странах установлено около 110 млн мин, не считая других засоряющих местность взрывоопасных предметов, превышающих число установленных мин и представляющих собой не меньшую опасность, чем сами мины.

По данным Международного Красного Креста в мире только на минах ежемесячно погибает около 800 человек, в своем большинстве это гражданское население. Всего с 1975 года на минах погибло или получило ранение около 1 млн человек, т. е. ежегодно ВОП являются причиной гибели 10 тыс. человек и ранений 20 тыс. человек.

Проблема загрязнения территорий взрывоопасными предметами имеет особую актуальность и для России, где и сегодня требуется проведение крупномасштабных операций по очистке территорий, бывших ареной боевых действий, а также территорий, засоренных ВОП в результате аварий на складах, арсеналах или предприятиях, производящих боеприпасы и взрывчатые материалы. Например, общая площадь Северо — Западного региона, на которой велись боевые действия в годы Великой Отечественной войны составляет более 260 тыс км<sup>2</sup> или это около 40 % от всей площади региона. Практика очистки территории Ленинградской области от ВОП показывает, что территории, на которых велись боевые действия, имеют засоренность взрывоопасными предметами в среднем 3,7 единиц на 1 гектар, а в районах бывших линий обороны — от 40 до 150 единиц.

На территории бывшего СССР с 1946 г. по 70-е г.г. проводились массовые работы по очистке местности от ВОП. Работы по сплошной очистке

местности от ВОП велись на глубину 0,2-0,4 м, исходя из технических возможностей существовавших в то время средств поиска.

Взрывоопасные предметы, находящиеся со времен войны на глубинах промерзания, снова появляются в почвенном слое из-за физического эффекта «выталкивания» в результате ежегодного промерзания грунта. Опыт и расчеты показывают, что такой подъем взрывоопасных предметов в грунте может составлять в среднем до 2 см в год. Поэтому значительные территории Российской Федерации, на которых в свое время велись работы по очистке местности от взрывоопасных предметов, вновь оказались опасными и в ряде случаев были исключены из хозяйственного пользования.

На сегодняшний день на территориях 9 субъектов Российской Федерации требуют очистки земли общей площадью около 350 тыс. км<sup>2</sup>.

Согласно документам (Международным стандартам противоминной деятельности (МСПМД) ООН — IMAS; Инструкции по очистке местности от взрывоопасных предметов Приказу ГК СВ от 1974 года №55; Временной инструкции по очистке местности от взрывоопасных предметов в зоне вооруженных конфликтов. Утверждена НГШ. 1995 г.; Руководству по устройству и преодолению инженерных заграждений Приказу ГК СВ от 1985 г.; Руководству по очистке местности от взрывоопасных предметов. Проект территории считается очищенной от неразорвавшихся боеприпасов (НВБ), мин и других ВОП, когда обеспечено полное удаление и (или) уничтожение всех мин и ВОП из определенного района в пределах заданной глубины залегания.

Люди, проживающие на местности, очищенной от мин и других ВОП, или ведущие какую-либо хозяйственную деятельность на ней, должны быть уверены в своей полной безопасности. Степень уверенности в безопасности как раз и определяется качеством очистки. Качество очистки должно гарантировать полную безопасность землепользования территорий.

Этапом, завершающим очистку местности от ВОП, является контроль качества очистки. Контроль качества — это задача не менее важная, чем сама очистка местности, так как он должен дать уверенность обществу в безопасности деятельности на очищенной территории.

Ярким примером важности контроля качества очистки местности является Кувейт, где в ходе проведения контроля качества очистки местности на двадцати участках американского сектора было обнаружено 200 единиц взрывоопасных предметов (табл. 1).

Термин «качество» находит широкое применение в различных сферах деятельности человека. Большой толковый словарь русского языка дает следующее определение понятия «качество»: качество — есть степень достоинства, ценности, пригодности вещи, действия и т. д., соответствие тому, какими они должны быть.

Если рассмотреть понятие «качество продукции», то в некоторых работах оно определяется как:

1. Совокупность свойств и мера полезности продукции, удовлетворяющие определенным общественным и личным потребностям в соответствии с ее предназначением.

2. Совокупность свойств объекта (результатов процесса) в той или иной мере отражающих требования потребителя.

В общем случае мерой качества является отношение всех свойств и характеристик объекта, которые интересуют потребителя, или которые предъявляет к нему потребитель, к свойствам и характеристикам, которые удовлетворяют потребителя:

$$\eta_k = \frac{C_{удовл}}{C_{инт}} \leq 1, \quad (1)$$

Таблица 1

Сведения о качестве очистки местности от ВОП неправительственными организациями в Кувейте (зона ответственности США) за период с февраля 1992 г. по август 1993 г.

| Номер п.п. | Площадь участка, очищенного от ВОП, км <sup>2</sup> | Найдено ВОП в ходе очистки, единиц | Найдено ВОП в ходе контроля качества очистки местности, единиц | Процент пропущенных ВОП в ходе очистки местности, % |
|------------|---|------------------------------------|--|---|
| 1          | 2   | 3                                  | 4  | 5   |
| 1          | 90,4  | 47 291                             | 19   | 0,040   |
| 2          | 94  | 42 550                             | 7  | 0,017   |
| 3          | 108,8   | 13 431                             | 12   | 0,089   |
| 4          | 165,5   | 122 163                            | 6  | 0,005   |
| 5          | 88,6  | 2 841                              | 2  | 0,070   |
| 6          | 90,8  | 97 842                             | 6  | 0,006   |
| 7          | 90,2  | 59 972                             | 17   | 0,028   |
| 8          | 91,6  | 49 802                             | 14   | 0,028   |
| 9          | 87,6  | 20 048                             | 3  | 0,015   |
| 10         | 108,1   | 138 880                            | 8  | 0,005   |
| 11         | 108,2   | 129 115                            | 11   | 0,009   |
| 12         | 95,3  | 201 119                            | 30   | 0,015   |
| 13         | 39,2  | 56 538                             | 14   | 0,025   |
| 14         | 47,1  | 46 958                             | 16   | 0,034   |
| 15         | 85,4  | 52 239                             | 8  | 0,015   |
| 16         | 71  | 17 291                             | 5  | 0,023   |
| 17         | 90  | 88 903                             | 1  | 0,001   |
| 18         | 35,4  | 555 571                            | 2  | 0,0004  |
| 19         | 60,7  | 87 660                             | 5  | 0,005   |
| 20         | 108,2   | 68 562                             | 14   | 0,02  |
| Всего      | 3168,7  | 1 898 776                          | 200  | 0,012   |

где  $C_{\text{инт}}$  — количество всех свойств и характеристик объекта, которые интересуют потребителя;

$C_{\text{удовл}}$  — количество всех свойств и характеристик, которые удовлетворяют потребителя;

Применительно к очистке местности от ВОП качество оценивается отношением количества обнаруженных ВОП к их общему количеству на данной местности

$$P_{\text{оч}} = \frac{N_{\text{обнар}}^{\text{ВОП}}}{N_{\Sigma}^{\text{ВОП}}} \leq 1, \quad (2)$$

где  $N_{\text{обнар}}^{\text{ВОП}}$  — количество обнаруженных ВОП в ходе очистки;

$N_{\Sigma}^{\text{ВОП}}$  — общее количество ВОП, засоряющих местность.

В первых изданиях МСПМД ООН качество очистки местности от ВОП определялось количественным показателем как вероятность очистки. Вероятность очистки должна была быть равной не менее 99,6 % ( $P_{\text{оч}} \geq 0,996$ ), причем сама величина данного показателя никак не обосновывалась. Многие организации (в том числе и коммерческие) и ведомства в основу своих инструкций как раз и взяли международные стандарты первого издания. В настоящее время действующие МСПМД ООН (издание 2003 года) количественный показатель качества очистки, ввиду отсутствия какого-либо обоснования, не определяют и задают как

критерий качества очистки отсутствие на местности после ее очистки всех ВОП на определенной глубине. Но сегодня можно довольно часто встретить руководящие документы некоторых организаций и ведомств, а также некоторые исследовательские работы, где количественный показатель качества задан не обоснованным числом 0,996.

Этот подход принят Противоминным центром (ПМЦ) ООН и изложен в его стандартах.

В настоящее время существует два подхода к контролю качества очистки местности от ВОП.

Первый подход, основанный на методе математической статистики, носит название «метод случайного отбора проб». Качество очистки местности определяется по альтернативному признаку — «местность очищена от ВОП» или «местность не очищена от ВОП».

Целью контроля качества очистки местности является обеспечение достаточной уверенности в том, что организация по разминированию удалила или уничтожила все мины, НВБ и другие ВОП из определенного района в пределах определенной глубины залегания.

**Второй подход — проверка очищенной местности на основе пропорционального (или процентного) отбора проб.** Этот подход изложен в регламентирующих документах МО РФ. В соответствии с этим подходом для проведения контрольных мероприятий на очищенной местности назначается контрольный участок объемом 10%...12% от представленной для контроля местности. Качество очистки местности оценивается также по альтернативному признаку - если на контрольном участке будет обнаружен ВОП, то вся представленная для контроля местность подлежит повторной очистке.

Существенными недостатками этого подхода являются:

*во-первых*, представляемая для контроля местность (10 %...12 % от всей очищенной от ВОП местности) проверяется сплошным одним участком, а результаты контроля распространяются на всю очищенную местность, то есть вероятность того, что «пропущенный» в ходе очистки взрывоопасный предмет попадет на контрольный участок, будет равна 0,1...0,12. При таком способе контроля можно допустить к использованию дефектную продукцию, даже если ее объем в партии достигает 20-50 % [7]. Такое положение может привести к гибели или ранению землепользователей и к неоправданным затратам на повторную очистку местности;

*во-вторых*, отсутствует какое-либо обоснование степени доверия к результатам контроля качества. Основой для назначения контрольного участка объемом 10 %...12 % от очищенной местности послужил предшествующий опыт очистки местности от ВОП, то есть обоснование данного способа контроля строится на прецеденте. В этом случае контроль не дает полной уверенности в том, что качество очистки местности соответствует установленным требованиям.

Данный метод контроля документально закреплен в нормативных документах министерства обороны Российской Федерации.

Следует добавить, что пропорциональный (процентный) способ контроля противоречит требованиям МСПМД (IMAS) и самой международной практике очистки местности от ВОП, что является одной из причин, исключающей самостоятельное участие России в международных программах и проектах по очистке территорий, загрязненных ВОП.

Рассмотрим статистический метод контроля качества продукции, когда о качестве партии продукции судят по выборочным наблюдениям. Эта идея впервые была высказана еще в 1846 году академиком М.В.

Остроградским. За последние 15-20 лет статистические методы контроля качества продукции получили самое широкое распространение почти во всех отраслях промышленности. Целью выборочного контроля является стремление установить качество продукции по данным контроля ограниченного числа изделий (выборки).

Сущность случайного выборочного контроля заключается в следующем. На основе математической статистики и теории вероятностей установлено, что если в партии одинаковых и произведенных по одной технологии, состоящих из  $N$ -го количества изделий случайным образом проверить определенное количество изделий, то можно с определенной доверительной вероятностью утверждать, что партия изделий либо отвечает, либо не отвечает заданному уровню качества.

Для оценки качества партии изделий введено понятие — *критическое несоответствие*, под которым понимается такое несоответствие изделия требованиям, при котором оно не может быть допущено к применению. Количество критических несоответствий устанавливается по договоренности производителя с потребителем.

Величина критических несоответствий определяет риск потребителя получить негодные для применения изделия.

При контроле по альтернативному признаку превышение установленного количества критических несоответствий неизбежно ведет к неприятию партии, а при меньшем количестве, к приемке.

Количество проверяемых изделий, или «выборка» определяется по формуле, полученной из теории вероятностей

$$n = \left( N - \frac{d}{2} \right) (1 - \beta), \quad (3)$$

где:  $N$  — объем партии (единиц изделий);

$\beta$  — установленная вероятность невыявления, по меньшей мере, одного критического несоответствия требованиям,

$$\beta = 1 - P_q; \quad (4)$$

$P_q$  — вероятность выявления критического несоответствия требованиям или условно допустимая вероятность очистки;

$d$  — максимальное количество критических несоответствующих единиц «признанных возможными» (допускаемых) в партии; если « $p$ » равно максимальному проценту несоответствующих единиц, установленному для партии, то

$$d = Np; \quad (5)$$

$p$  — вероятность появления несоответствующих единиц, или заданный уровень качества.

Ввиду полного сходства контроля качества очистки местности от ВОП с контролем качества партий промышленной продукции, эти теоретические положения приняты в качестве основных для контроля качества очистки местности от ВОП в МСПМД ООН.

Для применения этих положений в ПМЦ ООН разработаны и приняты следующие положения.

В качестве единицы изделия (измерения партии) принят 1 м<sup>2</sup> очищенной на заданную глубину местности. В этом случае объем партии (территория, очищенная от ВОП) и объем выборки (территория, на которой необходимо провести контроль) измеряется в квадратных метрах.

Введено понятие «заданный уровень качества» (ЗУК), который представляет собой критическое значение «загрязненности» контролируемой территории с точки зрения присутствия не отвечающих требованиям предметов на 1 м<sup>2</sup> площади.

По сути ЗУК является максимально допустимой величиной риска «быть пораженным» взрывоопасным предметом.

ЗУК принят равным 0,35%, величина которого определена на основе исследований Крэнфильдского университета и равен риску заражения врача от больного СПИДом, гепатитом при оказании ему медицинской помощи без хирургических перчаток.

Величина ЗУК может меняться. ЗУК в размере 0,35 % нельзя приравнивать к очистке местности от ВОП с вероятностью  $P_{оч} = 0,9965$ .

МСПМД ООН определяют три категории землепользования в зависимости от интенсивности предполагаемого будущего использования. Для каждой категории землепользования (ЗП-1, ЗП-2, ЗП-3) введено три уровня контроля качества очистки местности — пониженный, нормальный и усиленный. Для каждого уровня в зависимости от категории землепользования определены условно допустимы вероятности очистки. Для пониженного —  $P = 0,71$  (ЗП-3);  $0,81$  (ЗП-2);  $0,91$  (ЗП-1), для нормального —  $P = 0,75$  (ЗП-3);  $0,85$  (ЗП-2);  $0,95$  (ЗП-1) и для усиленного —  $P = 0,79$  (ЗП-3);  $0,89$  (ЗП-2);  $0,99$  (ЗП-3). На наш взгляд постановка величин вероятностей очистки в зависимости от интенсивности будущего землепользования, а также отсутствие обоснования этих величин позволяет говорить о не корректности этих действий.

В ходе проведения сравнительного анализа рекомендованных регламентирующими документами МО РФ и МСПМД объемов контрольных проверок (выборок) и доверительной вероятности распространения характеристики («отсутствие ВОП на местности после ее очистки»), полученной в ходе инспекционных наблюдений, на всю очищенную местность (генеральную совокупность) были получены следующие результаты:

1. при использовании пропорционального способа контроля вероятность распространения результатов контрольных наблюдений равна  $0,1-0,12$ ;

2. при использовании выборочного способа контроля величины доверительной вероятности имеют величину, равную  $0,89-0,99$ .

В настоящее время в Военном институте (инженерных войск) Общевойсковой академии Вооруженных Сил Российской Федерации проведены исследования в области очистки местности от ВОП и ее контроля. В результате исследований был получен научно обоснованный математический аппарат, позволяющий при использовании выборочного метода контроля получить объем выборки с установленной доверительной вероятностью, а также определить вероятность очистки местности с учетом влияния условий местности, на которой проводилась очистка, технических характеристик средств поиска и обученности личного состава. Доверительная вероятность, применимая в математических расчетах по определению объемов контроля, позволяет измерять доверие к результатам контроля, а полученная расчетным путем вероятность очистки местности от ВОП позволяет более точно, а главное вполне обосновано определить объем инспекционных мероприятий.

Из всего сказанного выше, можно сделать вывод, что проверка очищенной местности на основе пропорционального отбора проб не дает полной уверенности в качестве очистки, а, следовательно, и в безопасном использовании очищенных земель. Метод выборочного контроля качества очистки местности позволяет довольно с большой долей вероятности говорить о качестве очистки, кроме того, данный метод теоретически обоснован и подтвержден многолетней практикой. Поэтому существует необходимость его внедрения в регламентирующие противоминную деятельность документы МО РФ и практику войск.