



УДК 355.42, 358.4, 623.746-519  
ГРНТИ 78.01.21

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНЫХ НАРЯДОВ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ МАЛОГО КЛАССА ДЛЯ ЗАДЕРЖКИ ВЫДВИЖЕНИЯ КОЛОНН ПРОТИВНИКА

*А.В. АНАНЬЕВ, кандидат технических наук  
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)  
С.В. ФИЛАТОВ  
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)*

В статье предложено применение ударных беспилотных летательных аппаратов малого класса для минирования дорог в целях воспрепятствования выдвигания колонн автомобильной (бронетехники) техники. В отличие от известных основной задачей данного способа является гарантированное обеспечение подрыва передовых машин колонны на N-трудно объезжаемых участках дороги. Количество подрывов (или N-минированных участков дороги) напрямую определяется требуемым временем задержки выдвигания. Подрыв передовой машины сопровождается систематическим ведением огня с использованием ударных беспилотных летательных аппаратов малого класса для затруднения процесса разминирования. Для определения потребных нарядов ударных беспилотных летательных аппаратов малого класса, способных обеспечить достаточный вынос авиационных средств минирования, разработана вероятностная методика. Как вариант, разработанный способ минирования с использованием ударных беспилотных летательных аппаратов малого класса и методика оценки его эффективности могут быть использованы при совместных действиях формирований ударной авиации и разведывательно-ударных групп беспилотных летательных аппаратов малого класса при решении задач поражения высококомобильных резервов противника.

*Ключевые слова:* минирование, беспилотный летательный аппарат малого класса, оценка эффективности, совместное применение, пилотируемая и беспилотная авиация.

## METHOD FOR DETERMINING THE REQUIRED ORDERS OF SMALL-CLASS UNMANNED AERIAL VEHICLES TO DELAY THE ADVANCE OF ENEMY COLUMNS

*A.V. ANANEV, Candidate of Technical sciences  
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)  
S.V. FILATOV  
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)*

The article suggests the use of small-class unmanned aerial vehicles for mining roads in order to prohibit the extension of columns of automotive vehicles. In contrast to the known methods, the main task of this method is to ensure that the advanced vehicles of the column are undermined on N-hard-to-avoid sections of the road. The number of explosions (or N-mined road sections) is directly determined by the required extension delay time. Undermining the advanced vehicle is accompanied by systematic firing with the use of small-class unmanned aerial vehicles to complicate the clearance process. A probabilistic method has been developed to determine the required orders of small-class unmanned aerial vehicles that can provide sufficient removal of aircraft mining equipment. As an option, the developed method of mining using the small-class unmanned aerial vehicle and the method of



evaluating its effectiveness can be used in joint actions of shock aviation formations and reconnaissance and strike groups of the small-class unmanned aerial vehicle when solving problems of defeating highly mobile enemy reserves.

*Keywords:* mining, small-class unmanned aerial vehicle, efficiency assessment, joint application, manned and unmanned aircraft.

**Введение.** Анализ боевого применения авиации в ходе военных конфликтов свидетельствует о существенном количестве самолетовылетов на поражение резервов противника, находящихся в колоннах на маршрутах выдвижения. Так, например, в годы Великой Отечественной войны около 25 % всех самолетовылетов немецкой авиации в период 1941–1944 годов было направлено на срыв выполнения задач по перебазированию личного состава, вооружения и военной техники по автомобильным дорогам, а в начальный период войны эта цифра достигала 46 % [1]. Этот же факт актуализирует применение авиации именно по колоннам противника, выдвигающимся из районов сосредоточения, так как в этот момент его подразделения вышли из укрытий и маскировочных сооружений и, соответственно, наиболее уязвимы как объекты поражения авиации.

Противодействовать вводу в бой резервов противника, в том числе с применением авиации, возможно посредством дистанционного минирования. Так, еще в годы Великой Отечественной войны [2] третья часть танков немецких захватчиков «Тигров» и «Пантер» была уничтожена минами.

В работе [3] отмечено, что с середины 80-х годов в армии США официально закреплено понятие «минная война», в основу концепции которой положено применение систем дистанционного минирования. В ходе дистанционного минирования осуществляется массированная постановка мин, преимущественно для задержки войск второго эшелона при нахождении своей группировки в обороне.

**Актуальность.** Вместе с этим следует отметить, что в современных армиях существуют высокоманевренные силы, например такие, как бригады «Страйкер» в армии США [4]. Обеспечить своевременное нанесение авиационного удара по таким колоннам, при условии их быстрого передвижения по хорошим дорогам возможно только при условии нахождения дежурных сил авиации в положении дежурства «в воздухе». Очевидно, что это повлечет высокий расход авиационного ресурса. Поэтому, в работах [5, 6] предложено совместное применение сил и средств бомбардировочной авиации (БА), находящихся в положении дежурства «на земле», и разведывательно-ударных групп (РУГ) БпЛА малого класса (МК), находящихся в зонах дежурства (районах особого внимания). Роль, отводимая РУГ БпЛА МК, заключается в своевременном вскрытии действий противника, нанесении предварительных ударов и минирования, обеспечивающих действия основных ударных сил – дежурных сил БА компенсацией их времени реакции из положения дежурства «на земле».

Однако, при минировании с воздуха с использованием пилотируемых авиационных комплексов применяются обычные авиационные бомбы калибром до 1500 кг включительно и толстостенные авиабомбы всех калибров, а также специальные авиационные мины разовых бомбовых кассет (РБК), противотанковые и противопехотные мины из КМГУ (контейнер малогабаритных грузов универсальный). При этом достигается высокая плотность минирования, обеспечиваемая «связкой»: самолет – кассетная бомба – дистанционно устанавливаемая мина [2], что обеспечивает продолжительное время разминирования.

В случае с ударными беспилотными летательными аппаратами (БпЛАу) МК такого эффекта безусловно добиться невозможно, поэтому требуется выработка новых подходов к их применению, а возможно и сочетания с кассетным минированием. Эффективность минирования с использованием БпЛАу МК, в классическом понимании постановки мин на заданной площади с заданной плотностью минирования, уменьшается применением известных способов разминирования [7], а также перспективных робототехнических разработок [8, 9, 10].



Но вместе с этим, пренебрегать возможностью минирования с БпЛАу МК, по мнению авторов, неправильно. Масса полезной нагрузки БпЛАу МК, доходящая до 8–10 кг, позволяет осуществлять доставку до двух противотанковых мин (ПТМ). Минирование ПТМ целесообразно дополнить минированием противопехотными минами [2, 11], что гарантированно увеличит время разминирования и соответственно время задержки колонн противника. Сам факт наличия «бабочек смерти» [11, 12] деморализует личный состав пехотных подразделений, заставляя дожидаться времени самоликвидации мин.

Дополнить эффект минирования с использованием БпЛАу МК позволит сброс мин с БпЛАу МК в лужи и ямы на дорогах [12]. В случае наличия растительности (деревьев, высоких кустарников) вдоль дорог затруднение разминирования можно обеспечить за счет сброса с БпЛАу МК «паутинок» на кроны деревьев. Для повышения скрытности минирования сброс мин целесообразно осуществлять ночью и (или) в условиях ограниченной видимости [12].

Следует понимать, что сама организация и выполнение процесса разминирования достаточно ресурсоемкое мероприятие. Так, например, для противодействия минированию маршрутов выдвижения техники на каждом опасном участке выделяется своя группа разминирования [13].

Известный математический аппарат оценки эффективности минирования с использованием авиационных комплексов нацелен на определение потребных нарядов авиации для обеспечения заданной плотности установки мин на фиксированной площади (например, стоянки авиационной техники). Известны также методики оценки эффективности снижения пропускной способности автодорог в результате минирования, которым посвящены работы [14, 15], однако они и не дают возможность расчета потребных нарядов РУГ БпЛАу МК для обеспечения задержки выдвижения колонн на требуемое время с заданной вероятностью.

На основе изложенного, следует заключить, что минирование с использованием БпЛАу МК для воспреещения выдвижения резервов противника при совместном применении с ударной авиацией актуально, однако в существующей практике дистанционного минирования с использованием авиационных комплексов соответствующие способы и методики их оценки отсутствуют.

В случае с БпЛАу МК основная ставка должна быть сделана на сам факт «подрыва» на mine, как минимум одной единицы техники. Это повлечет за собой вероятную остановку колонны техники для оценки обстановки, осмотра дороги и прилегающей территории для выполнения мероприятий разминирования или принятия решения на объезд.

В качестве средств минирования, применяемых с БпЛАу МК, в данной работе будут рассмотрены противотанковые мины ПТМ-1 применяемые из КМГУ. Данный боеприпас может снаряжаться контактными и неконтактными взрывателями, а также взрывателями длительного замедления. Контактный взрыватель подрывает мину при наезде на него транспортного средства и техники. Неконтактный взрыватель, например, минно-вибрационного типа, срабатывает при прохождении техники на некотором удалении техники от мины. Взрыватели длительного замедления подрывают мины через установленное время после срабатывания. Все мины имеют самоликвидатор, который обеспечивает подрыв мин через определённое время, а также устройство подрыва мины в случае вывёртывания взрывателя или перемещения мины от места установки.

Предлагаемый в работе способ проиллюстрирован на рисунке 1, где обозначено: БпЛАоэр – БпЛА оптико-электронной разведки, *мсбр* – мотострелковая бригада, *бан* – бомбардировочный авиационный полк, ПУ – пункт управления,  $R_{кр}$  – критический рубеж поражения резервов противника,  $R_{m=1...M}$  – *i*-ый рубеж постановки мин РУГ БпЛАу МК, *M* – число рубежей минирования, НСУ – наземная система управления.

Предлагаемый способ минирования с использованием БпЛАу МК при воспреещении выдвижения колонн противника на заданное время включает следующие шаги.



Шаг 1. Определяется требуемое время задержки выдвижения резервов с учетом маршевых возможностей противника по дороге и критический рубеж  $R_{кр}$ , за который продвижение резервов противника недопустимо. Критический рубеж рассчитывается на основе максимальной дальности эффективного ведения огня тактических вооружений, имеющихся в составе выдвигающихся резервов противника [6, 16].

Шаг 2. Определяется потребный наряд БпЛАу МК на  $i$ -ом рубеже постановки мин, обеспечивающий подрыв головной машины колонны с вероятностью не менее заданной.

Шаг 3. Определяется количество рубежей минирования  $M$ , обеспечивающее требуемое время задержки при минировании с БпЛАу МК с вероятностью не менее заданной.

Шаг 4. Определяется общий потребный наряд БпЛАу МК для выполнения боевой задачи.

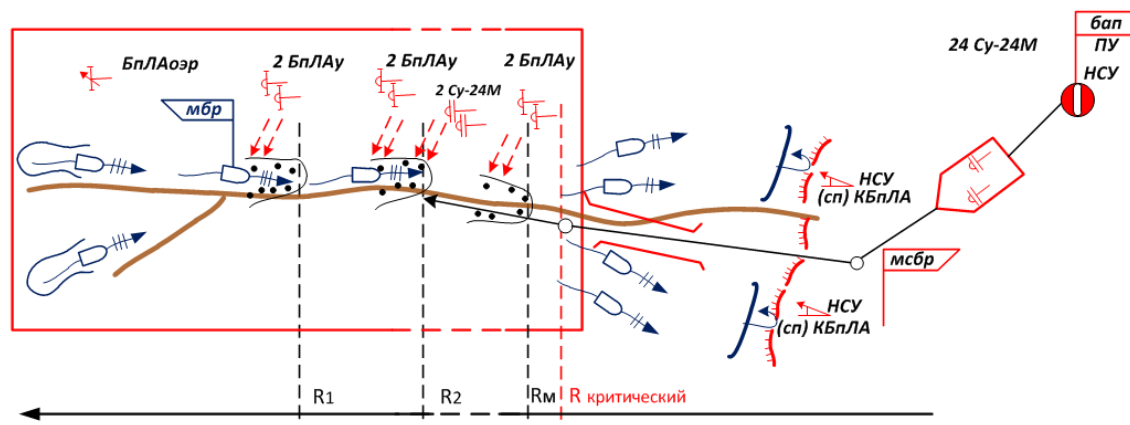


Рисунок 1 – Способ минирования с использованием БпЛА МК

Проведем расчеты потребного наряда БпЛАу МК для заданной вероятности однократного подрыва на  $i$ -ом рубеже минирования  $R_i$ , представленном на рисунке 2, где обозначено:  $L$  – ширина колонны техники,  $\sigma_x$  – среднеквадратическое отклонение по дальности,  $\sigma_y$  – среднеквадратическое отклонение по направлению.

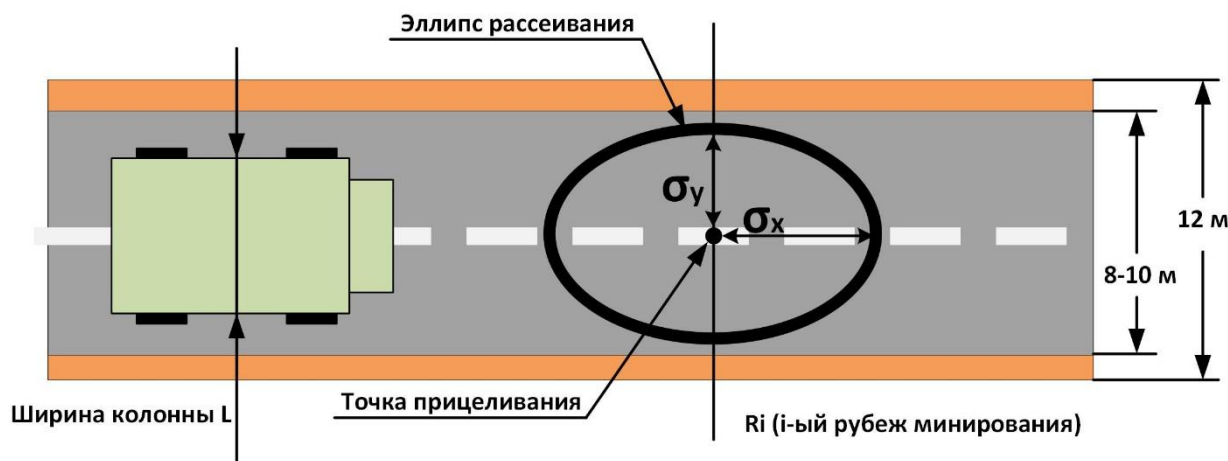


Рисунок 2 – Участок минирования

При обеспечении заданной вероятности подрыва на  $i$ -ом рубеже минирования  $R_i$  примем следующие условия:

БпЛАу при сбросе ПТМ осуществляет заход на точку прицеливания вдоль дороги (на встречу колонне);



область рассеивания мин по дальности (по направлению дороги) является случайной величиной с дисперсией  $D_x$ , но при решении задачи не имеет значения, так как колонна движется и данный разброс не критичен для рассматриваемого способа минирования;

колонна техники движется по центру дороги с максимально достижимой скоростью движения.

Ранее было показано [17], что разброс мин по направлению – это случайная величина, распределенная по нормальному закону с нулевым математическим ожиданием по оси прицеливания и среднеквадратическим ожиданием  $\sigma_y$ , значение которого найдено по эмпирическим данным и равно 4 м.

Обозначим через  $L$  – ширину колонны с учетом зоны реагирования мины (известно, что  $L=4,5$  м), и учитывая то, что прицеливание проводилось по центру колонны (дороги), можно определить вероятность подрыва машины в составе колонны на одном участке минирования одной миной:

$$P_{\text{нод}}^{(1)} = 2\Phi\left(\frac{L}{2\sigma}\right), \quad (1)$$

где  $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x \exp^{-\frac{t^2}{2}} dt$  – функция Лапласа.

Подставляя значения параметров  $L=4,5$  м и  $\sigma=4$  м в формулу (1), находим значение искомой вероятности  $P_{\text{нод}}^{(1)} = 0,426$ .

Предположим, что было установлено условное количество мин ( $K$  мин). Учитывая, что события, заключающиеся в подрыве техники на каждой мине, являются независимыми, вероятность подрыва на одном участке равна:

$$P_{\text{нод}} = 1 - (1 - P_{\text{нод}}^{(1)})^K. \quad (2)$$

Исходя из формулы (2) можно найти минимальное число установленных мин, чтобы гарантировать подрыв техники с вероятностью не менее  $P_{\text{нод}}$ :

$$K = \left\lceil \frac{\ln(1 - P_{\text{зад}})}{\ln(1 - P_{\text{нод}}^{(1)})} \right\rceil + 1, \quad (3)$$

где  $\left\lceil \frac{\ln(1 - P_{\text{зад}})}{\ln(1 - P_{\text{нод}}^{(1)})} \right\rceil$  – оператор извлечения целой части числа.

Для заданной вероятности поражения (как правило в авиации принимаемой равной 0,8)  $P_{\text{зад}} = 0,8$ , получаем численное значение  $K = [2,899] + 1 = 3$ . Таким образом, достаточно использовать минимум три мины.

Если использовать большее количество мин, вероятность подрыва колонны на единичном участке  $P_{\text{нод}}$  растет. График зависимости этой вероятности от количества установленных мин  $K$  представлен на рисунке 3.

Далее перейдем к вопросу определения вероятностей выполнения боевой задачи – задержки колонны противника на время не менее 60 минут.

Задавшись тем, что подрыв одной машины в составе колонны на одном участке приводит к средней задержке всей колонны на 10 минут, получаем, что для успешного выполнения боевой задачи необходимо осуществить задержку колонны не менее чем на шести участках.

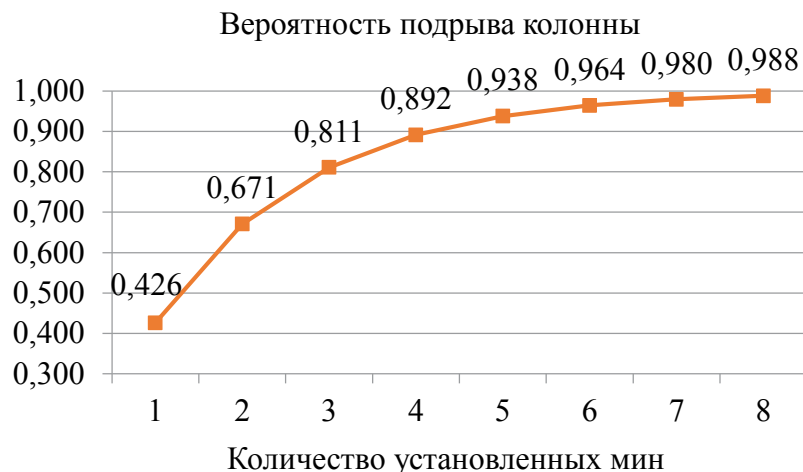


Рисунок 3 – Вероятность подрыва колонны противника как функция от количества установленных мин

Учитывая то, что подрыв колонны на разных участках есть независимые случайные события, вероятность каждого постоянна и равна  $P_{под}$ , получаем модель независимых испытаний по схеме Бернулли, а число участков с подрывом колонны – есть случайная величина, распределенная по биномиальному закону.

Обозначим через  $M$  – число заминированных участков. Тогда вероятность выполнения боевой задачи  $P_m(M)$ , заключающейся в том, что подрыв будет произведен не менее чем на  $m$  участках, будет определяться формулой:

$$P_m(M) = \sum_{k=m}^M \frac{M!}{k!(M-k)!} P_{под}^k (1-P_{под})^{M-k} . \quad (4)$$

Расчет вероятности  $P_m(M)$  для  $m=6$  для разных вероятностей подрыва колонны на одном участке  $P_{под}$  и разного числа заминированных участков  $M$  представлены в таблице 1. Жирным шрифтом выделены значения, при которых боевая задача будет выполнена с вероятностью, превышающей 0,8.

Таблица 1 – Вероятность выполнения боевой задачи  $P_m(M)$  для числа подрывов на  $m=6$  участках

Число участков ( $M$ )	Вероятность подрыва колонны на одном участке $P_{под}$					
	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95
6	0,118	0,178	0,262	0,377	0,531	0,735
7	0,329	0,445	0,577	0,717	<b>0,850</b>	<b>0,956</b>
8	0,552	0,679	0,797	<b>0,895</b>	<b>0,962</b>	<b>0,994</b>
9	0,730	<b>0,834</b>	<b>0,914</b>	<b>0,966</b>	<b>0,992</b>	<b>0,999</b>
10	<b>0,850</b>	<b>0,922</b>	<b>0,967</b>	<b>0,990</b>	<b>0,998</b>	<b>1,000</b>
11	<b>0,922</b>	<b>0,966</b>	<b>0,988</b>	<b>0,997</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>
12	<b>0,961</b>	<b>0,986</b>	<b>0,996</b>	<b>0,999</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>
13	<b>0,982</b>	<b>0,994</b>	<b>0,999</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>
14	<b>0,992</b>	<b>0,998</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>
15	<b>0,996</b>	<b>0,999</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>

Как видно из таблицы 1, для задержки колонны на время, превышающее 60 минут с вероятностью не менее 0,8, необходимо провести минирование 9 участков при условии того, что на каждом участке будет заложено 3 мины.



При увеличении количества сбрасываемых ПТМ до 7-8, увеличится вероятность подрыва машины в колонне, и для задержки на 1 час с вероятностью 0,8 будет достаточно семь рубежей минирования.

Для анализа зависимостей вероятностей боевой задачи можно использовать графики, изображенные на рисунке 4, по которым возможно определять количество заминированных участков в зависимости от вероятности подрыва колонны на одном участке при заданном времени задержки колонны, которая в свою очередь определяется из рисунка 3.

При необходимости минирования девяти участков с установкой не менее трёх мин на каждом участке, т.е. 27 мин, а также учитывая максимальную полезную нагрузку БпЛАу МК, позволяющую осуществлять доставку до двух ПТМ, определяем количество БпЛАу МК, которое равно четырнадцати.

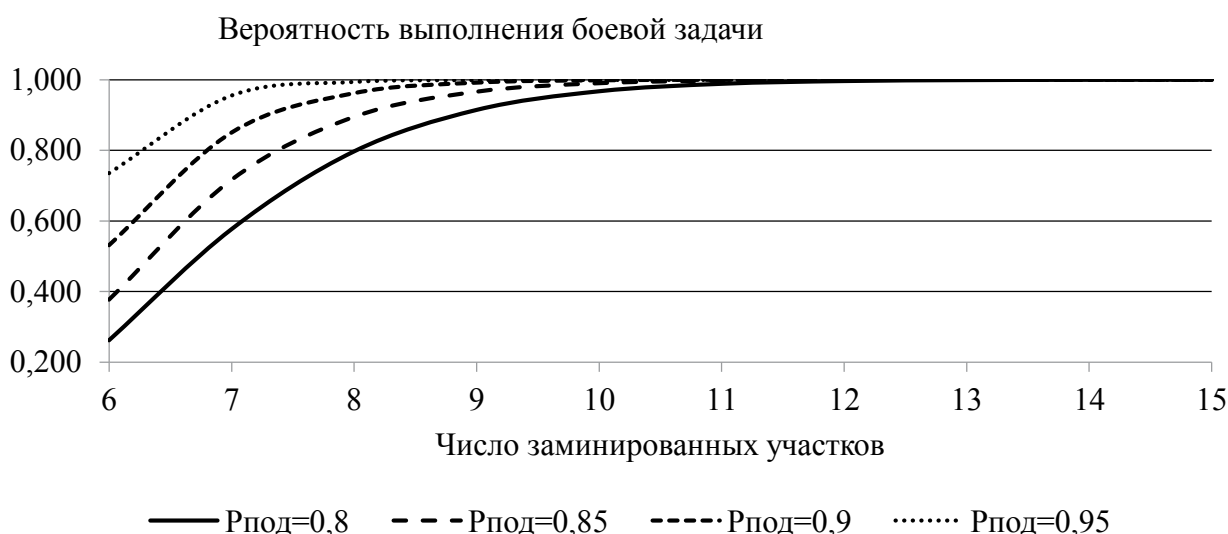


Рисунок 4 – Вероятность выполнения боевой задачи в зависимости от количества заминированных участков при разных вероятностях поражения техники на одном участке

**Выводы.** В статье представлена вероятностная методика определения потребных нарядов БпЛАу МК, способных обеспечить доставку необходимого количества авиационных средств минирования для задержки или воспреещения выдвигения колонн противника. Разработанный способ минирования с использованием БпЛАу МК и методика оценки его эффективности могут быть использованы при совместных действиях бомбардировочной (штурмовой) авиации и РУГ БпЛА МК при решении задач поражения высококомобильных резервов противника.

Дальнейшим развитием предложенного способа является более глубокий анализ выбора мест для N-рубежей минирования и переход к развитию стратегий минирования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уголков С.В., Лазарев Ю.Г. Математическое моделирование воздействия вероятного противника по объектам автотранспортной инфраструктуры // Вопросы оборонной техники. 2019 г. № 9–10 (вып. 99–100). С. 32–37.
2. Меньк А.Р., Белов А.А. Развитие отечественного минного вооружения. Современные Российские мины / Наука ЮУрГУ: мат. Докл. НТК. Технические науки. (Челябинск, 25 апреля-4 мая 2018 г.) Челябинск. 2018. С. 699–707.
3. Авдохин В.И. Оборона в условиях дистанционного минирования // Военная мысль. 1991. № 1. С. 14–18.



4. Страйкер еще послужит [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://topwar.ru/93687-stryker-esche-posluzhit.html> (дата обращения 10.12.2019).
5. Ананьев А.В., Филатов С.В. Обоснование нового способа совместного применения авиации и беспилотных летательных аппаратов малой дальности в операциях // Военная мысль. 2018. № 6. С. 5–13.
6. Ананьев, А.В., Филатов С.В., Петренко С.П. Обоснование нового способа задержки выдвижения резервов противника с использованием ударных беспилотных летательных аппаратов при авиационной поддержке сухопутных войск // Вестник Академии Военных наук. 2019. № 1 (63). С. 175–180.
7. Архиреев А.Г., Нахлесткин А.А., Буслаев С.В. Преодоление минных полей и инженерных заграждений бронетанковой техникой в годы Великой Отечественной войны Советскими войсками // Современные тенденции развития науки и технологий. 2015. № 1–6. С. 142–144.
8. Цветков Н.В. Состав, основные требования и технология применения робототехнического комплекса для поиска и обнаружения взрывоопасных предметов / APRIORI. Серия: естественные и технические науки. 2015. № 5. С. 19–22.
9. Родионов В.В., Филиппов С.И., Варабин Д.А. Унифицированная система управления робототехническими комплексами // Современные научные исследования и разработки. Астрахань. 2019. С. 1113–1115.
10. Шашок В.Н., Филиппов С.И., Багаев Д.В., Малышев А.Н. Подход к разработке мобильных робототехнических комплексов разминирования // Известия ЮФУ. Технические науки. 2014. № 3 (152). С. 58–70.
11. Веремеев Ю.Г. Мины вчера, сегодня, завтра. Минск. 2008. 59 с.
12. Кучеренко М.Ю. Анализ самодельных взрывных устройств, применяемых в локальных войнах и вооруженных конфликтах, тактические приемы минирования дорог и местности / Актуальные проблемы противодействия терроризму и экстремизму: история, современное состояние, перспективы: сб. мат. докл. ВНИК (Новосибирск, 25 октября 2017 г.). Новосибирский военный институт имени генерала армии И.К. Яковлева войск национальной гвардии РФ. Новосибирск. С. 239–244.
13. Шнайдер В.В., Арешин Д.Н., Насыров А.В. Разминирование автомобильных дорог и сопровождение колонн войск // Современные научные исследования и разработки. Астрахань. 2019. С. 1113–1115.
14. Синельников М.Н. Оценка влияния долгосрочных минных заграждений на пропускную способность железных дорог / Региональные аспекты управления, экономики и права северо-западного федерального округа России: сб. статей Межвузовской конференции (Санкт-Петербург, 2017 г.). Санкт-Петербург. 2017. С. 154–159.
15. Синельников М.Н. Проблемы обоснования масштабов долгосрочных минных заграждений железных дорог / Региональные аспекты управления, экономики и права северо-западного федерального округа России: сб. статей Межвузовской конференции (Санкт-Петербург, 2017 г.). Санкт-Петербург. 2017. С. 157–160.
16. Ананьев А.В., Петренко С.П., Филатов С.В. Методика определения критического рубежа поражения резервов противника силами оперативно-тактической авиации / А.В. Ананьев, С.П. Петренко, С.В. Филатов // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2019. № 10. С. 29–33.
17. Ананьев А.В., Филатов С.В., Рыбалко А.Г. Статистическая оценка ударных возможностей беспилотных летательных аппаратов малой дальности при решении задач пилотируемой авиации / А.В. Ананьев, А.Г. Рыбалко, С.В. Филатов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2018. № 12. С. 455–458.





## REFERENCES

1. Ugolkov S.V., Lazarev Yu.G. Matematicheskoe modelirovanie vozdeystviya veroyatnogo protivnika po ob`ektam avtotransportnoj infrastruktury // Voprosy oboronnoj tehniki. 2019 g. № 9–10 (vyp. 99-100). pp. 32–37.
2. Men'k A.R., Belov A.A. Razvitiye otechestvennogo minnogo vooruzheniya. Sovremennye Rossijskie miny. / Nauka YuUrGU: mat. Dokl. NTK. Tehnicheskie nauki. (Chelyabinsk, 25 aprelya-4 maya 2018 g.) Chelyabinsk. 2018. pp. 699–707.
3. Avdohin V.I. Oborona v usloviyah distancionnogo minirovaniya // Voennaya mysl'. 1991. № 1. pp. 14–18.
4. Strajker esche posluzhit [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://topwar.ru/93687-strajker-esche-posluzhit.html> (data obrascheniya 10.12.2019).
5. Anan'ev A.V., Filatov S.V. Obosnovanie novogo sposoba sovmestnogo primeneniya aviatsii i bespilotnyh letatel'nyh apparatov maloj dal'nosti v operatsiyah // Voennaya mysl'. 2018. № 6. pp. 5–13.
6. Anan'ev, A.V., Filatov S.V., Petrenko S.P. Obosnovanie novogo sposoba zaderzhki vydvizheniya rezervov protivnika s ispol'zovaniem udarnyh bespilotnyh letatel'nyh apparatov pri aviacionnoj podderzhke suhoputnyh vojsk // Vestnik Akademii Voennyh nauk. 2019. № 1 (63). pp. 175–180.
7. Arhiereev A.G., Nahlestkin A.A., Buslaev S.V. Preodolenie minnyh polej i inzhenernyh zagrazhdenij bronetankovoj tehnikoj v gody Velikoj Otechestvennoj Vojny Sovetskimi vojskami // Sovremennye tendencii razvitiya nauki i tehnologij. 2015. № 1–6. pp. 142–144.
8. Cvetkov N.V. Sostav, osnovnye trebovaniya i tehnologiya primeneniya robototekhnicheskogo kompleksa dlya poiska i obnaruzheniya vzryvoopasnyh predmetov // APRIORI. Seriya: estestvennye i tehnicheskie nauki. 2015. № 5. pp. 19–22.
9. Rodionov V.V., Filippov S.I., Varabin D.A. Unificirovannaya sistema upravleniya robototekhnicheskimi kompleksami // Sovremennye nauchnye issledovaniya i razrabotki. Astrahan'. 2019. pp. 1113–1115.
10. Shashok V.N., Filippov S.I., Bagaev D.V., Malyshev A.N. Podhod k razrabotke mobil'nyh robototekhnicheskikh kompleksov razminirovaniya // Izvestiya YuFU. Tehnicheskie nauki. 2014. № 3 (152). pp. 58–70.
11. Veremeev Yu.G. Miny vchera, segodnya, zavtra. Minsk. 2008. 59 p.
12. Kucherenko M.Yu. Analiz samodel'nyh vzryvnyh ustrojstv, primenyaemyh v lokal'nyh vojnah i vooruzhennyh konfliktah, takticheskie priemy minirovaniya dorog i mestnosti / Aktual'nye problemy protivodeystviya terrorizmu i `ekstremizmu: istoriya, sovremennoe sostoyanie, perspektivy: sb. mat. dokl. VNPk (Novosibirsk, 25 oktyabrya 2017 g.). Novosibirskij voennyj institut imeni generala armii I.K. Yakovleva vojsk nacional'noj gvardii RF. Novosibirsk. pp. 239–244.
13. Shnajder V.V., Areshin D.N., Nasyrov A.V. Razminirovanie avtomobil'nyh dorog i soprovozhdenie kolonn vojsk // Sovremennye nauchnye issledovaniya i razrabotki. Astrahan'. 2019. pp. 1113–1115.
14. Sinel'nikov M.N. Ocenka vliyaniya dolgosrochnnyh minnyh zagrazhdenij na propusknyuyu sposobnost' zheleznyh dorog / Regional'nye aspekty upravleniya, `ekonomiki i prava severo-zapadnogo federal'nogo okruga Rossii: sb. statej Mezhvuzovskoj konferencii (Sankt-Peterburg, 2017 g.). Sankt-Peterburg. 2017. pp. 154–159.
15. Sinel'nikov M. N. Problemy obosnovaniya masshtabov dolgosrochnnyh minnyh zagrazhdenij zheleznyh dorog / Regional'nye aspekty upravleniya, `ekonomiki i prava severo-zapadnogo federal'nogo okruga Rossii: sb. statej Mezhvuzovskoj konferencii (Sankt-Peterburg, 2017 g.). Sankt-Peterburg. 2017. pp. 157–160.
16. Anan'ev A.V., Petrenko S.P., Filatov S.V. Metodika opredeleniya kriticheskogo rubezha porazheniya rezervov protivnika silami operativno-takticheskoy aviatsii / A.V. Anan'ev, S.P. Petrenko, S.V. Filatov // Vozdushno-kosmicheskie sily. Teoriya i praktika. 2019. № 10. pp. 29–33.



17. Anan'ev A.V., Filatov S.V., Rybalko A.G. Statisticheskaya ocenka udarnyh vozmozhnostej bespilotnyh letatel'nyh apparatov maloj dal'nosti pri reshenii zadach pilotiruemoj aviacii / A.V. Anan'ev, A.G. Rybalko, S.V. Filatov // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tehnicheskie nauki. 2018. № 12. pp. 455–458.

© Ананьев А.В., Филатов С.В., 2020

Ананьев Александр Владиславович, кандидат технических наук, доцент 54 кафедры, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, sasha303\_75@mail.ru.

Филатов Сергей Валентинович, доцент кафедры управления войсками и службы штабов командного факультета, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, fsv19701@gmail.com.