

**Государственный архитектурно-строительный университет**

**КАФЕДРА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, МОСТОВ И  
ТОННЕЛЕЙ**

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИВУЧЕСТИ АВТОМОБИЛЬНОЙ  
ДОРОГИ**

по дисциплине: «Эксплуатация и техническое прикрытие  
транспортных сооружений»

**Санкт-Петербург  
2015**

При изучении сложных явлений, комплексов, о том числе и в военной области, широкое применение находят положения системного анализа, в котором под системой понимается комплекс взаимосвязанных элементов, предназначенных для совместных действий в целях выполнения поставленных задач. В качестве примера военных организационных систем можно привести систему ПВО, ПРО, систему тылового обеспечения.

К элементам системы технического прикрытия следует отнести объекты прикрытия, выделенные на техническое прикрытие силы и средства, заблаговременно подготовленные дублирующие (запасные) транспортные объекты, а именно: обходы крупных узлов, подходы к местам наводки (постройки) мостов, запасные и дублирующие мосты, средства и объекта маскировки, используемые силами технического прикрытия для уменьшения вероятности поражения объектов на ВАД.

С учетом вышеизложенного можно дать определение понятия "система технического прикрытия автомобильных дорог", как совокупности (комплекса) органов управления, сил, средств, основных, дублирующих и резервных объектов на дорогах, подготовленных заблаговременно и в процессе функционирования системы.

В руководящих документах на подготовку тыла часто употребляется также термин "устойчивая работа коммуникации".

Анализ этого вопроса привёл к выводу, что устойчивая работа ВАД есть совокупность ее надежности, живучести и правильной организации движения. Здесь надёжность рассматривается как техническая характеристика, выражающая степень соответствия ВАД (АДОЗ) по своим техническим параметрам и эксплуатационным характеристикам планируемому воинскому движению; живучесть отражает способность к функционированию в условиях воздействия противника, а организация движения должна обеспечить реализацию эксплуатационных показателей ВАД в условиях операции. Достаточно убрать из приведённой триады хотя бы одну составляющую, как устойчивой работы ВАД не будет.

Уточним теперь понятие "организация технического прикрытия". Сам термин «организация» может рассматриваться в трех различных смысловых аспектах: первый – организация как система, второй – организация как структура (той или иной воинской части, учреждения) и третий – как организация действий (в частности, как организация работ). Поэтому в соответствии со смыслом руководящих документов целесообразно дать следующее толкование этого термина: организация технического прикрытия заключается в создании системы технического прикрытия, поддержании её высокой готовности, развитии, наращивании при ведении операции, а также в подготовке и осуществлении мер обеспечения ее устойчивости.

Таким образом, можно говорить о том, что при дорожном обеспечении операции организуется и осуществляется техническое прикрытия, причем организация технического прикрытия есть создание соответствующей устойчивой системы, а осуществление технического прикрытия есть процесс функционирования этой системы.

Наконец о широко применяемом термине "планирование и организация". В наиболее общей трактовке планирование есть определение порядка использования ресурсов по месту, времени и задачам для достижения поставленной цели. При организации технического прикрытия создаётся соответствующая система (назначают объекты прикрытия, выделяют и расставляют части, спецформирования, создают запасы материалов и конструкций и т.п.). Очевидно, что при создании такой системы необходимо иметь данные о вероятных объемах предстоящих работ, возможностях частей, спецформирований, количестве имеющихся мобилизационных запасов и другие.

Следовательно, проводятся необходимые для обоснования системы расчеты. Из этого следует, что термин "организация технического прикрытия" более широкий и содержит в себе и ее планирование.

Процессы планирования технического прикрытия и выработки решения взаимосвязаны. Они, как правило, осуществляются с упреждением выработки элементов решения. В процессе планирования решение уточняется.

Планирование технического прикрытия ВАД в первой оборонительной операции начального периода войны осуществляется в мирное время, причем для нескольких вариантов возможной оперативно-тыловой обстановки. Оно будет, прежде всего, опираться на прогнозирование вероятного воздействия противника по ВАД, а также народнохозяйственным и войсковым объектам, объектам тыла, расположенным вблизи военно-автомобильных дорог. Методика прогнозирования вероятных последствий целевых ударов по важнейшим объектам на ВАД, а также возможных сопутствующих разрушений, заграждений и радиоактивного загрязнения местности была рассмотрена. При планировании технического прикрытия ВАД, осуществляемом в ходе операции, все большее значение будут приобретать данные разведки о конкретных объемах разрушений на объектах технического прикрытия.

Последствия воздействия по военно-автомобильным дорогам существенно различны, если рассматривать операцию с применением ядерного орудия или же только с применением обычных средств поражения. Поэтому должен разрабатываться план технического прикрытия, в котором предусмотрено ядерное воздействие по объектам на ВАД. Наряду с этим должен быть обязательно предусмотрен и вариант, в котором учитывается воздействие по ВАД обычными средствами поражения и соответственно ему второй вариант плана технического прикрытия. Это делает процесс планирования еще более трудоемким.

Заметим, что недостаточно дать определение понятия "живучесть ВАД (АДОЗ)". Необходимы методы количественной оценки этого важнейшего показателя, без которых

Заметим, что недостаточно дать определение понятия "живучесть ВАД (АДОЗ)". Необходимы методы количественной оценки этого важнейшего показателя, без которых нельзя будет ни поставить задачи по обеспечению живучести, ни проверить выполнение этих задач.

В соответствии с определением понятия живучесть ВАД (объекта) должна оцениваться живучесть дороги в целом, как совокупности объектов, так и живучесть каждого из них.

На основе проведенных многолетних исследований было предложено в качестве количественной характеристики живучести принять показатель (коэффициент) живучести, определяемый из соотношения

$$K_{ж} = \sum_{i=1}^n N_{\phi.i} t_{\phi.i} / N_{тр} \cdot T_{тр} \quad (1)$$

В зависимости :

$N_{\phi i}$  – суточная пропускная способность дороги в районе рассматриваемого объекта на  $i$ -м этапе его работы длительностью  $t_{\phi i}$ ;

$N_{тр}$  – требуемая суточная пропускная способность дороги в районе данного объекта;

$T_{тр}$  – требуемый срок службы в сутках;

$n$  – число этапов работы объектов с различными значениями пропускной способности на каждом из этапов.



Как правило  $\sum_{i=1}^n t_{\phi.i} \ll T_{\text{тр}}$

так как в результате воздействия противника могут возникать перерывы в движении. Очевидно, что суммарная длительность таких перерывов  $t_{n.j}$  определяется из соотношения

$$\sum_{j=1}^n t_{n.j} = T_{\text{тр}} - \sum_{i=1}^n t_{\phi.i} \quad (2)$$

Зависимость (1) выражает долю движения (от планового), которая фактически будет пропущена по ВАД в районе рассматриваемого объекта за время  $T_{\text{тр}}$ .

В этом плане, очевидно, должны быть и какие-то предельные допустимые значения показателя живучести ( $K_{\text{жс}}^{\text{дон}}$ )

$$K_{ж} = \frac{N_o \cdot T_{иис} (1 - P_o) + \sum_{i \in n} N_{д} \cdot P_o (T_{иис} - t_{пер}) (1 - P_{дi})}{N_{тт} \cdot T_{тр}}$$

где  $N_o$ ,  $N_{тр}$  и  $N_{д}$  - фактическая, требуемая пропускная способность основного объекта (дороги) и пропускная способность дублера (обхода);

$P_o$  и  $P_{д}$  - вероятности поражения основного объекта (участка) и дублера (обхода), соответственно;

$T_{тр}$ ,  $T_{исп}$  и  $t_{пер}$  - соответственно, требуемое, планируемое время использования дороги и время перерыва движения по радиационной обстановке и условиям восстановления участка ВАД или его обхода.

Для того, чтобы провести оценку живучести автомобильной (военно-автомобильной) дороги необходимо знать предельно допустимые значения показателя живучести ( $K_{ж_{доп}}$ ).

№	Объекты и их характеристика	Вероятность поражения Р		$K_{обх}^{заг}$ $P$	Требуемые значения коэффициента живучести $K_{жс}^{тр}$ объекта по категориям дорог				
		на осн. дорогах	на обходах		1	2	3	4	5
1	Мосты через крупные водные преграды, шириной > 300м, тоннели, горные перевалы, узлы коммуникаций, обслуживающие крупные административные и промышленные центры страны, в которых сходится более четырех автомобильных дорог	0,90	0,4	0,1	0,98	0,95	0,90	0,85	0,80
2	Большие мосты через крупные преграды, шириной от 200 до 300м, узлы коммуникаций, обслуживающие административные и промышленные центры, в которых сходится не менее трех автомобильных дорог. Межозерные дефиле, дефиле на заболоченной и в горной местности	0,80	0,3	0,2	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
3	Мосты через водные преграды, шириной от 100 до 200м. Узлы дорог, в которых сходится 1...2 автомобильные дороги. Пересечения основных автомобильных дорог	0,70	0,2	0,3	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70

**Допустимые значения  
коэффициента  
живучести  $K_{жс}^{доп}$  и  
вероятности поражения  
 $P$**

Значительно более сложным оказался прогноз вероятных значений  $K_{ж}$  на основе общего соотношения для операций с применением обычных средств поражения.

Большинство влияющих на величину  $K_{ж}$  факторов носит вероятностный характер.

К числу таких факторов можно отнести:

моменты воздействия противника по основным и дублирующим объектам ( $t_o$ ;  $t_d$ );

сроки готовности ( $t_{подг}$ ) дублёров (мостов, подходов к ним, обходов, дублирующих пересечений и др.);

вероятности разрушения основных и дублирующих объектов ( $P_o$ ;  $P_d$ );

характеристики воздействия (ядерное, обычными средствами), его динамика.

$P^{обх}$  зар - допустимая вероятность радиоактивного заражения обходов.

Как показывают проведённые исследования и опыт учений, величины  $P_o$  и  $P_d$  меняются в значительном диапазоне:  $0,5 < P_o < 0,95$  и  $0,2 < P_d < 0,6$

Моменты воздействия  $t_o$  и  $t_d$  могут находиться в разном соотношении со сроками их готовности ( $t_{подг}$ ). Поэтому до момента своего разрушения каждый объект вносит определённый вклад в движение.

Дублирующие объекты могут включаться в работу сразу же, если момент готовности дублёра был ранее момента воздействия по основному объекту. В противном случае возникает перерыв в движении от момента воздействия по основному объекту до момента готовности дублёра. За операцию часть как основных, так и дублирующих объектов остаётся неразрушенной. С учётом этого вместо зависимости можно записать:

$$K_{ж} = \frac{N_0 * MO(t_0) + \sum N_d * MO(t_d)}{N_{тр} * T_{тр}} \quad (2.6)$$

где  $MO(t_0)$  и  $MO(t_d)$ , соответственно математические ожидания времени работы за операцию основного и дублирующего объектов. В свою очередь:  $MO(t_0)$  и  $MO(t_d) = f(P_0, P_d)$ , тогда

$$K_{ж} = \frac{N_0 * (1 - P_0) * t_0 + \sum N_d * P_0 * (1 - P_d) * (t_d)}{N_{тр} * T_{тр}} \quad (2.7)$$

При вычислении параметров и должны использоваться вероятности нормальной работы основного ( $P_{сохр.о}$ ) и дублирующего ( $P_{сохр.д}$ ) объектов, зависящие от рассмотренных выше вероятностей поражения этих объектов, а именно:

$$P_{сохр.о} = 1 - P_o; \quad P_{сохр.д} = 1 - P_d$$

Всё вышеизложенное относилось к определению показателя живучести одного отдельно рассматриваемого объекта (мостовой переход, узел коммуникаций, дефиле и т.п.).

Военно-автомобильная дорога может включать несколько подобных объектов. В этом случае при оценке живучести ВАД (АДОЗ) как комплексного линейно-протяжного сооружения можно использовать несколько подходов:

1. Определяется показатель  $Kж$  для каждого из уязвимых объектов на ВАД и строится эпюра показателей  $Kж$ . Для условий сквозного движения по ВАД, её живучесть может быть определена по "минимальному сечению", т.е.  $Kж^{вад} = \min\{Kж\}$ . Каждый из участков, входящих в состав ВАД, оценивается по своему показателю.

2. Осуществляется имитационное моделирование движения по ВАД и воздействия по ней.

В результате возможных различий интенсивности движения по участкам, одновременности воздействия по различным объектам, разного времени восстановления движения в каждой реализации, мы будем получать различный объём фактически пропускаемого сквозного движения по ВАД. В результате достаточного числа реализаций может быть получено значение  $Kж$  с любой требуемой достоверностью.

$$K_{жд} = \frac{\sum_{j \neq n} T_{фjd} * K_{ждj}}{\sum_{j \neq n} T_{фtrjd}}$$

где  $T_{фjd}$  - продолжительность  $d$ -го периода времени с неизменным

$K_{жд}$   $j$ -й ВАД, сут.;

$K_{ждjd}$  - значение коэффициента живучести  $j$ -й ВАД в течении  $d$ -го периода времени, доли единицы,

$n_{vtr}$  - количество требуемых этапов функционирования ВАД с неизменными  $N_{tr}$ .

Следует подчеркнуть, что показатели живучести в вероятностной постановке необходимо рассматривать при заблаговременном научном прогнозировании работы объектов и ВАД в целом для получения оперативных показателей объёмов работ (в частности, по техническому прикрытию ВАД), при планировании дорожного обеспечения операций, технического прикрытия АДОЗ в условиях, отличных от тех, которые учитывались при научном обосновании оперативных нормативов. Когда же речь идёт о мероприятиях конкретного характера по ликвидации последствий уже состоявшихся ударов, должны оцениваться фактическая (по данным разведки) пропускная способность и срок службы ВАД и объектов на них, которые достигаются соответствующими мероприятиями.

Поскольку в живучести присутствуют и оперативная (вероятность поражения) и техническая составляющие (пропускная способность и срок эксплуатации объектов), повышение живучести может быть достигнуто различными путями, в том числе за счет уменьшения объема боевого воздействия.

Уменьшить объем боевого воздействия противника по объектам сети ВАД можно:

во-первых, путем поражения его носителей боевых средств и боеприпасов на базах (решается нанесением ударов по объектам противника в ходе ответных и ответно-встречных ударов); во-вторых, путем уничтожения носителей боевых средств на пути к нашим объектам (обеспечивается действием систем противокосмической, противовоздушной, противоракетной и противодесантной обороны); в третьих, в отвлечении части средств поражения противника на ложные объекты (маскировка и РЭБ), а также в нейтрализации поражающего действия оружия (уклонение от средств поражения); в четвертых, в дополнительном выделении и проведении на объекте защитных действий и мероприятий. Следовательно, обеспечение живучести сети ВАД решается несколькими системами и комплексом мер



Система мер по обеспечению живучести сети ВАД, проводимая мероприятиями оперативного обеспечения, выполняется боевыми частями по решению вышестоящих органов управления. По функциональному назначению эти мероприятия относятся к уменьшению объема воздействия противника по сети ВАД.

Перечень основных мероприятий, обеспечивающих живучесть сети ВАД, условно можно разделить на 9 групп. Для повышения живучести сети ВАД существует множество путей, каждый из которых может иметь несколько вариантов решений.

Выполненный в ходе многочисленных исследований анализ возможных мероприятий обеспечения живучести показал их многообразие, различную степень значимости и эффективности, а также существование для многих из них пределов применимости, двойственности. Кроме того, обеспечение живучести определяется еще и комплексом оперативно-тактических, организационных, технических, технологических, специальных и дополнительных мероприятий.

Выбор способов обеспечения живучести сети ВАД является многоаспектным и требует многовариантной проработки. Возникают системные задачи поэлементной живучести сети ВАД. Она включает согласование функций каждого из элементов в системе, а также критериев живучести сети ВАД и объектов, максимальное использование выделенных ресурсов каждого объекта, каждой подсистемы, установление рациональных соотношений между системными и локальными (по объектными) мероприятиями обеспечения системной живучести, нахождение частных локальных критериев и так далее.

Структуру обеспечения живучести военно-автомобильных дорог можно представить графически в виде схемы. Из схемы видно, что живучесть дорог обеспечивается проведением мероприятий как заблаговременно, так и в военное время.

В свою очередь заблаговременно проводимые мероприятия можно условно разделить на две группы: мероприятия, проводимые в мирное время по планам дорожного строительства и реконструкции автомобильных дорог, и мероприятия, проводимые по мобилизационным планам подготовки дорожного хозяйства страны, и планам на «расчетный год» (проводимые в «особый период», то – есть, когда усиливается угроза войны и соответствующие транспортные ведомства и организации по решению правительства переходят на работу по планам на «расчетный год»).

Заблаговременно проводимые мероприятия, в основном, осуществляются гражданскими дорожно-строительными и мостостроительными организациями данного региона по договорам (контрактам) с ФДС, дорожными комитетами областей (краёв). Следует иметь в виду, что в этой работе участвуют также организации, выполняющие работы по дорожному строительству в сельской местности.

К числу основных мероприятий, проводимых заблаговременно в мирное время, можно отнести:

строительство новых участков АДОЗ по нормам и требованиям СНиП на мирное и военное время;

реконструкция существующих АДОЗ или отдельных их участков; замена деревянных мостов малой грузоподъемности капитальными сооружениями с грузоподъемностью не менее 60 тонн;

закрытие грунтовых разрывов на АДОЗ;

подготовка подходов в перспективных районах переправ на ВАД;

подготовка подходов к дублирующим пересечениям;

подготовка обходов узлов коммуникаций и дефиле.

Все мероприятия по обеспечению живучести автомобильных дорог можно разделить на инженерно-технические и организационные.

Основные инженерно-технические мероприятия, направленные на обеспечение требуемой живучести автомобильных дорог, представлены в таблице

№ пп	Наименование объектов	Наименование основных инженерных мероприятий
1	2	3
	Внеклассные и большие мосты через крупные водные преграды	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Устройство тоннелей при пересечении водных преград вместо мостов.</li> <li>2. Создание запаса конструкций материалов и плавсредств для восстановления мостов и подходов к ним.</li> <li>3. Постройка запасных мостов и переправ.</li> <li>4. Подготовка подходов к местам устройства запасных мостов или паромных переправ.</li> <li>5. Оборудование причалов паромных переправ и подготовка плавсредств для оборудования переправ.</li> <li>6. Заблаговременная разведка мест переходов и подготовка соответствующих проектов для выполнения работ.</li> <li>7. Устройство свайных ростверков в местах планируемой постройки мостов из комплектов САРМ, БАРМ.</li> </ol>
	Пересечения важнейших железных и автомобильных дорог. Сложные транспортные развязки на автомобильных дорогах	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Устройство дублирующих сооружений в одном или разных уровнях.</li> <li>2. Подготовка подходов к планируемому месту устройства путепровода или пересечения в одном уровне.</li> <li>3. Создание запаса конструкций и материалов.</li> <li>4. Заблаговременная разведка мест переходов и подготовка проектов производства работ.</li> </ol>
	Участки дорог в крупных населенных пунктах	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подготовка обхода населенного пункта на расчетном удалении.</li> </ol>
		<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Использование для прокладки маршрута основной дороги улиц, где мала вероятность образования завалов.</li> <li>3. Заблаговременная разведка обхода и подготовка дорожно-строительных материалов и конструкций.</li> </ol>
	Трудно восстанавливаемые участки дорог (перевалы, тоннели, участки на болотах и др. «дефиле»)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Заблаговременная подготовка обходов.</li> <li>2. Строительство рокадных участков, обеспечивающих маневр вдоль барьерных мест.</li> <li>3. Создание запаса конструкций и материалов.</li> <li>4. Разведка дорог в районах «узких» мест.</li> <li>5. Применение конструкций более устойчивых против ядерного взрыва.</li> </ol>
	Участки ВАД, которые могут быть поражены попутно при нанесении ударов по близлежащим целям	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подготовка запасных маршрутов, обходов рокадных участков.</li> <li>2. Создание запаса конструкций и материалов.</li> <li>3. Оборудование противопожарных просек.</li> </ol>

Мероприятия по повышению живучести автомобильных дорог

В развитие таблицы необходимо отметить ряд положений:

проектирование строящихся и реконструируемых дорог должно осуществляться с учётом маскирующих и защитных свойств местности и военно-технических требований, в частности, в обход наиболее уязвимых объектов на дорогах;

при строительстве дорог и мостов должны применяться материалы и конструкции наиболее устойчивые к действию ядерного взрыва и бомб объёмного взрыва;

отдавать предпочтение применению железобетонных труб вместо малых мостов, устройству цементобетонных (а не асфальтобетонных) покрытий на подходах к крупным мостам и др. К примеру, можно отметить, что разрушение железобетонной трубы ядерным зарядом 1 кт при наземном взрыве происходит в радиусе 150 м, а разрушение железобетонного моста с пролётами до 20 м - в радиусе 250 метров;

создаваемые запасы материалов и конструкций должны размещаться на безопасном удалении от прикрываемых объектов.

Должна осуществляться приписка средств речного флота, создание к ним запасов съёмного оборудования, причальных и переходных элементов для использования при подготовке паромных переправ и наплавных мостов в военное время.

В районах, где сеть автомобильных дорог развита слабо, важную роль будет играть расширение масштабов строительства новых участков дорог для увеличения общей плотности сети дорог с твёрдым покрытием в регионе, что позволит выбирать обходы разрушенных участков с меньшими затратами на их подготовку, обусловит уменьшение перепробега автомобилей при движении по обходам и сократит время перерыва в движении.

Кроме того, осуществляется ряд организационных мероприятий, способствующих сокращению времени перерыва движения на дорогах в военное время, что также влияет на повышение живучести ВАД. К ним относятся:

заблаговременное планирование и периодическая корректировка с участием ЦАДУ и автодорожных служб военных округов развития сети автомобильных дорог оборонного значения в соответствии с различными возможными вариантами обстановки;

заблаговременная подготовка в мирное время по техническим заданиям федерального дорожного департамента, дорожных комитетов проектно-сметной документации на подготовку обходов барьерных объектов в военное время, для которых в мирное время обходы не были подготовлены;

подготовка и содержание в высокой готовности специальных формирований для технического прикрытия автомобильных дорог в военное время;

заблаговременная разработка ФДА и дорожными комитетами при участии органов автодорожной службы и корректировка с учетом совершенствования сети дорог и дорожного хозяйства страны научно-обоснованных планов технического прикрытия автомобильных дорог в военное время;

разработка по заданиям ЦАДУ и МО РФ научно-обоснованных нормативных документов по созданию запасов материалов и конструкций для устойчивой работы автомобильных дорог в военное время с учетом требований современной военной доктрины;