

УДК 004.722

## Концептуальные подходы к формированию сценариев боевого применения групп робототехнических комплексов

Пшихопов В. Х., Гонтарь Д. Н., Мартьянов О. В.

**Актуальность:** одной из наиболее значимых перспектив развития военной робототехники является боевое применение роботизированных систем в группах. Известные способы решения боевых и обеспечивающих задач с использованием робототехнических комплексов на поле боя предполагают, как правило, их одиночное применение, а существующие исследования в области группового применения носят разрозненный и в значительной степени обобщенный характер. Большой вклад в понимание роли и места робототехнических комплексов в вооруженных конфликтах вносит моделирование боевых действий, но на сегодняшний день в моделях рассматриваются дистанционно-управляемые роботы. В связи с развитием технологий, повышающих автономность роботизированных систем, актуальным и недостаточно проработанным направлением исследований является комплексное рассмотрение вопросов группового применения роботов в вооруженных конфликтах совместно с традиционными силами и средствами. **Целью исследования** является систематизация знаний в части решения задач группами робототехнических комплексов военного назначения и выработка единых подходов к созданию сценариев их применения. **Новизна:** элементом новизны представленного решения является использование сценарного подхода для создания концептуальных моделей группового применения робототехнических комплексов военного назначения. **Результаты** включают основные термины и их определения, используемые для разработки сценариев применения групп роботизированных систем на поле боя, обобщенную структуру типового сценария на примере модели применения робототехнических комплексов и анализ ее элементов и взаимосвязей. **Практическая значимость:** материал статьи может использоваться для разработки системы управления на поле боя группой робототехнических платформ различного назначения и базирования, создания моделей перспективных боевых действий с использованием роботизированных систем.

**Ключевые слова:** групповое применение роботов, робототехнический комплекс, сценарии, роботизированная система, модель.

### Актуальность

В соответствии со взглядами отечественных и зарубежных специалистов в боевых действиях будущего одними из наиболее перспективных видов вооружения и военной техники будут робототехнические комплексы военного назначения. При этом многие из них предполагают, что широкомасштабное внедрение роботов и технологий робототехники изменит способы ведения операций и технический облик перспективных систем вооружения, повысит эффективность их применения, а также обеспечит сокращение потерь личного состава [1-3].

---

#### Библиографическая ссылка на статью:

Пшихопов В. Х., Гонтарь Д. Н., Мартьянов О. В. Концептуальные подходы к формированию сценариев боевого применения групп робототехнических комплексов // Системы управления, связи и безопасности. 2022. № 3. С. 138-182. DOI: 10.24412/2410-9916-2022-3-138-182

#### Reference for citation:

Pshikhopov V. Kh., Gontar D. N., Martyanov O. V. Conceptual Approaches to the Formation of Scenarios for the Combat Use of Groups of Robotic Systems. *Systems of Control, Communication and Security*, 2022, no. 3, pp. 138-182 (in Russian). DOI: 10.24412/2410-9916-2022-3-138-182

Предполагается, что в вооруженных конфликтах будущего основную роль на поле боя будут играть робототехнические комплексы, способные действовать как в группах, так и во взаимодействии с традиционными силами и средствами [4-6].

Главным преимуществом группового применения считается возможность достижения синергетического эффекта, состоящего в существенном увеличении боевого потенциала группы по сравнению с одиночным применением робототехнических комплексов военного назначения [7-10].

Необходимо различать понятия «групповое применение» и «групповое управление». В настоящее время большинство публикаций, посвященных использованию групп РТК, связаны с групповым управлением, т.е. отвечают на вопрос: «Как делать?». Групповое управление направлено на реализацию отдельных действий РТК ВН и их групп, например: функций перемещения, целераспределения, взаимодействия, реконфигурации группы, контроль эффективности их выполнения, с использованием различных алгоритмов [11-16]. Групповое применение реализует функции более высокого уровня, отвечающие за боевое применение РТК ВН, в том числе планирование выполнения боевых и обеспечивающих задач, и контроль их реализации и оценку степени их достижения. Очевидно, что вопросами группового применения РТК ВН должны системно заниматься военные специалисты, с целью формирования:

- 1) перечней типовых боевых задач, для решения которых могут применяться РТК и их группы;
- 2) этапов применения комплексов с учетом возможностей и действий традиционных сил и средств, а также возможного изменения обстановки;
- 3) форм и способов боевого применения РТК ВН и их групп.

Другими словами, термин групповое применение отвечает на вопрос: «Что делать?». В свою очередь система группового управления РТК адаптирует задачи группового применения для планирования поведения РТК и последующего управления их действиями.

На основе особенностей группового применения РТК ВН военные специалисты могут вырабатывать требования к управлению группой в целом и к системе группового применения, в частности. Например, к ее адаптации при радиоэлектронном противодействии путем выбора различных стратегий управления (централизованная, децентрализованная и др.).

На текущем этапе развития современные РТК военного назначения являются дистанционно-управляемыми или полуавтономными (т.е. обеспечивается автономность некоторых операций, таких как взлет и посадка, целераспределение, наведение и сопровождение цели и т.д.) и требуют участия оператора. То есть полноценное групповое применение в настоящее время лежит в гипотетической плоскости и требует дополнительной проработки, что подтверждается авторами ряда публикаций [17-19].

Чтобы понять, как применять в боевых действиях группы РТК ВН необходимо учитывать практику применения традиционных сил и средств для решения боевых и обеспечивающих задач, возможности и особенности функционирования групп РТК ВН, характеристики местности современных вооружен-

ных конфликтов и особенности действий вероятного противника. Данные особенности комплексно находят свое отражение в сценариях группового применения РТК ВН. Таким образом, целью статьи является формирование единой системы взглядов на разработку и использование сценариев боевого применения РТК военного назначения и их групп.

### **Используемые термины**

В дальнейшем материале работы используются следующие основные термины, которые имеют следующее значение.

*Сценарий* – набор боевых эпизодов, свойственный характеру планируемых боевых действий с использованием робототехнических комплексов военного назначения (РТК ВН) и направленный на реализацию боевой задачи.

*Боевой эпизод* – действие (боевое действие, действие эксперта или автоматизированная операция вычислений), являющееся логически неделимым элементом и описываемое самостоятельной последовательностью операций или алгоритмов.

*Информационный боевой эпизод* – действия, выполняемые РТК ВН с целью получения данных о среде, противнике и своих войсках.

*Обеспечивающий эпизод* – действия, выполняемые РТК ВН с целью создания благоприятных условий для применения подразделений, вооружения и военной техники, а также снижения эффективности применения подразделений и вооружения противника.

*Ударный эпизод* – действия, выполняемые РТК ВН с целью нанесения физического ущерба объектам противника.

*Модель сценария* – запланированная последовательность ведения боевых действий с применением робототехнических комплексов и их групп с учетом исходных данных боевой задачи.

*Реализация модели сценария* – поэтапное исполнение модели сценария с динамическим уточнением ее структуры и последовательности эпизодов.

### **Общие требования к сценариям боевого применения групп робототехнических комплексов военного назначения и их классификация по уровням зрелости**

Как уже было отмечено, групповое применение РТК в настоящее время не реализовано в решении реальной боевой задачи, а большинство научных работ этого направления носят теоретический характер. Соответственно процессы, реализуемые в ходе группового применения РТК, а также феномен синергетического эффекта группы РТК, малоизучены и не могут быть формализованы. В таком случае на этапе разработки сценариев группового применения РТК ВН, целесообразно использовать подходы, позволяющие создать предварительное представление о функционировании группы РТК ВН на поле боя в системе действий подразделений тактического масштаба при решении различных боевых задач с учетом возможного противодействия противника.

В общем случае, методы подготовки и согласования представлений о проблеме или анализируемом объекте, изложенные в письменном виде, получили название сценариев.

Сценарный подход позволяет создать предварительное представление о роли и месте различных групп РТК, а в частности – и самого РТК в группе, на поле боя в различных видах вооруженных конфликтов. Такой подход следует рассматривать как основу для разработки более формализованного представления о будущих моделях боевых действий. С учетом вышеуказанных факторов о групповом применении РТК ВН как о некоторой новой области знаний в части ведения боевых действий, сценарный подход является одним из наиболее приемлемых на начальном этапе создания моделей этих действий с применением групп РТК [20].

Детализация, уточнение и наращивание моделей типовых сценариев группового применения РТК ВН позволяет в дальнейшем перейти к имитационному моделированию, часто используемому в настоящее время для моделирования боевых действий.

Сценарный подход в неявном виде применяют командиры всех степеней при планировании боевых действий. Наиболее близкой формализацией сценария по своему содержанию является замысел боя. При этом в прямой трактовке термин «сценарий» применительно к моделированию боевых действий в литературе применяется незначительно и не имеет общепринятого определения.

В работах [20-21] предоставлена информация о разработке сценариев для распределенных сред моделирования и взаимосвязи процесса разработки сценариев с общим процессом проектирования моделей. Коллектив авторов данной работы отмечает, что сценарий должен быть:

- полным;
- логичным;
- понятным.

Полнота означает, что сценарий должен содержать достаточную информацию, позволяющую специалистам в последующем (особенно при разработке концептуальной модели) использовать сценарий осмысленным образом и извлекать всю информацию, необходимую для их деятельности. Логичность означает корректность спецификации сценария (например, одна боевая единица принадлежит не более чем одной стороне конфликта;). Понятность требует, чтобы сценарий была разработан таким образом, чтобы он был доступен для понимания другим специалистам. Таким образом сформированы основные требования к сценариям.

В дополнение к вышеуказанным требованиям сценарии должны удовлетворять следующим условиям:

- непротиворечивость – сценарий не противоречит другим сценариям;
- связность – сценарий может дополнять другие сценарии и составляет с ними единую картину будущей системы боевых действий;
- атомарность – сценарий нельзя разделить на более мелкие сценарии без изменения желаемого результата решения задачи.

В рамках данной работы целесообразно интерпретировать зрелость сценария. Зрелость в некотором виде означает качество сценария или степень улучшения сценария при подготовке его к моделированию как представлено в таблице 1.

Уровень зрелости 0 относится к ситуации, когда письменное описание сценария вообще отсутствует. В этом случае сценарий доступен только в сознании экспертов, объясняется и передается устно.

Таблица 1 – Уровни зрелости сценариев

Уровень зрелости сценария	Содержание уровня зрелости	Интерпретация уровня зрелости сценария
0	Нет письменного описания сценария	Мысли и идеи в сознании специалиста в военной сфере. Устное изложение
1	Неструктурированный сценарий	Текстовый документ в свободной форме
2	Стандартизированное описание сценария	Свободная текстовая документация, структурированная в соответствии со стандартом или согласованным шаблоном
3	Формальное описание сценария	Формальное описание сценария как правило разрабатывается с использованием специализированных программных инструментов и позволяет проводить моделирование.

Уровень зрелости 1 указывает на то, что разработанный сценарий не структурирован. В этом контексте «неструктурированный» означает, что описание сценария разработано не в соответствии с общепринятым стандартом, а структурируется в соответствии с предпочтениями лиц, участвующих в разработке. По сравнению с уровнем зрелости 0 основным преимуществом неструктурированного описания сценария является наличие описания вообще. Наличие документального описания улучшает понимание содержания сценария как для разработчиков, так и для других причастных лиц.

Уровень зрелости 2 требует создания стандартизированного описания сценария и является большим шагом вперед по сравнению с уровнями зрелости 0 и 1. Термин «стандартизированный» сознательно интерпретируется довольно широко и полагается, что любое описание сценария является стандартизированным, если «стандарт» заранее согласован совместно всеми участниками процесса разработки и в последующем моделировании.

Уровень зрелости 3 требует формального описания сценария. Существует несколько вариантов для формального описания сценариев. Одним из наиболее популярных вариантов, особенно в области разработки программного обеспечения, является XML-схема. Данный уровень уже напрямую соответствует модели типового сценария и позволяет провести моделирование при условии наличия моделирующего комплекса. Для формального описания сценария соответственно необходимо учитывать параметры, соответствующие моделирующему комплексу.

В работах, посвященных групповому применению РТК ВН в военных целях, общими признаками является терминология, в то время как структура сценариев имеет значительное различие, что фактически соответствует уровню зрелости 1 согласно вышеуказанной терминологии.

В современных вооруженных конфликтах для ведения боевых действий зачастую формируются тактические группы, создаваемые из подразделений различного назначения, что позволяет им решать более широкий перечень задач и делает более автономными по сравнению с традиционными подразделениями. Этот же принцип может быть применим и для групп РТК. Соответственно для создания моделей применения РТК ВН могут быть привлечены военные специалисты различных военно-учетных специальностей и направлений деятельности. Для их эффективного взаимодействия в части создания сценариев применения РТК ВН уровня зрелости 2 и выше, а также последующей апробации, необходимо формирование единой терминологии и структуры сценариев применения, что является базой для формирования общепринятого стандарта разработки сценария.

### **Декомпозиция боевых задач на боевые эпизоды**

Решение многих боевых задач как правило достигается реализацией нескольких боевых эпизодов. В таком случае боевая задача является сложносоставной. В нормативных документах, энциклопедиях и справочниках, регламентирующих терминологию в военной сфере, не существует определения, соответствующего данному случаю. Вместе с данными задачи сопоставимы со сценариями и могут быть декомпозированы на боевые эпизоды. В настоящее время это определяет к какой категории отнести ту или иную боевую задачу, свойственную группе РТК ВН: сценарию или боевому эпизоду.

В традиционном понимании примерами боевых эпизодов могут служить:

- поиск мин;
- радиотехническая разведка;
- огневое поражение объекта;
- минирование;
- доставка груза;
- задымление.

При использовании сценарного подхода для формирования моделей сценариев целесообразна разработка Перечня типовых боевых эпизодов, реализуемых группами РТК ВН. Перечень боевых эпизодов формируется на основе анализа:

- существующих программ, проектов и концепций группового применения РТК ВН;
- потребностей вооруженных сил в роботизированных комплексах;
- отдельных задач, решаемых современными РТК ВН;
- процессов, реализуемых в вооруженных конфликтах различной интенсивности;
- перспективного облика подразделений, вооружения и военной техники.

Анализ публикаций [22-25] в части применения РТК ВН в целях обеспечения и ведения боевых действий показал, что боевые эпизоды, реализуемые РТК ВН, целесообразно разбить на следующие группы, соответствующие их функциональному назначению:

- информационные эпизоды;
- ударные эпизоды;
- обеспечивающие эпизоды.

Данный подход позволяет минимизировать случаи определения одного и того же эпизода в разные группы. Но избежать этого полностью не получится. Так минирование можно классифицировать как эпизод поражения, так и эпизод обеспечения. В первом случае минирование может проводиться с целью поражения бронетехники и личного состава противника, во втором случае – с целью воспрепятствования передвижения. Порядок реализации, а, следовательно, и содержание эпизода в обоих случаях будет одинаковым, но формулировка задачи разной.

Существующие тенденции развития групповой робототехники показывают, что на начальном этапе будут созданы гомогенные группировки РТК ВН. Для групп РТК данного типа применение вышеприведенной классификации будет наиболее рационально.

В дальнейшем РТК ВН будут организованы в гетерогенные группы, способные к реализации широкого спектра эпизодов в ходе выполнения одной боевой задачи. В таком случае данная классификация может быть использована для формирования этапов сценариев, а задача группы может быть классифицирована по типу сценария. Примером может служить сценарий «Штурм опорного пункта», в ходе которого могут быть реализованы различные по содержанию боевые эпизоды (разведка, обеспечение захвата здания, задымление и др.).

### **Особенности формирования модели сценария группового применения РТК ВН**

На базе типового сценария возможно разработать модель сценария. Основное отличие сценария от модели заключается в том, что сценарий содержит субоптимальное количество боевых эпизодов, фаз и этапов, соответствующих реализации сценария, выстроенных в последовательности, определенной закономерностями военных действий в части решаемой задачи и замыслом разработчиков. Модель же формируется на этапе планирования реализации сценария исходя из конкретных условий обстановки, включающих численный и качественный состав своих войск и противника, условия среды, пространственное положение участников конфликта, особенности организации взаимодействия, содержание и особенности поставленной задачи (рис. 1). Как правило количество боевых эпизодов уменьшается в связи с учетом вышеуказанных условий. В отдельных случаях может меняться последовательность их выполнения.

При реализации модели типового сценария возможно появление заранее неопределенных факторов (обнаружение новых сил противника, выход из строя одного или нескольких РТК, образование неразбираемых препятствий на маршрутах следования и др.), часто возникающих при ведении боевых действий. В связи с этим в моделях сценариев должно быть предусмотрено нали-

чие обратной связи (рис. 2), что обуславливает возможность их адаптации к новым условиям. Например, это может быть реконфигурация группы, перерасчет маршрутов и позиций, запрос резерва или изменение тактики.

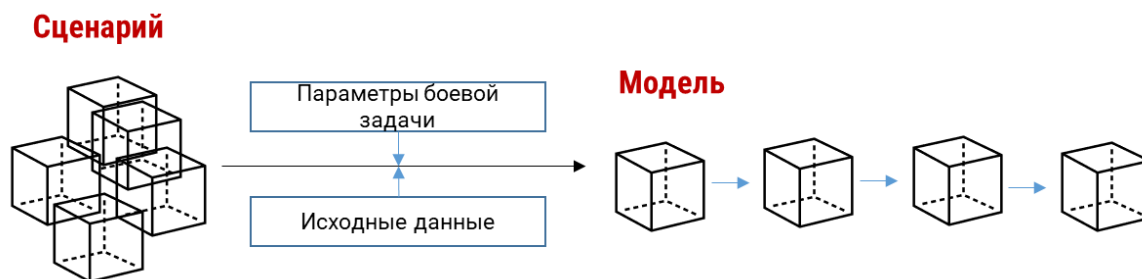


Рис. 1. Графическая интерпретация формирования модели сценария

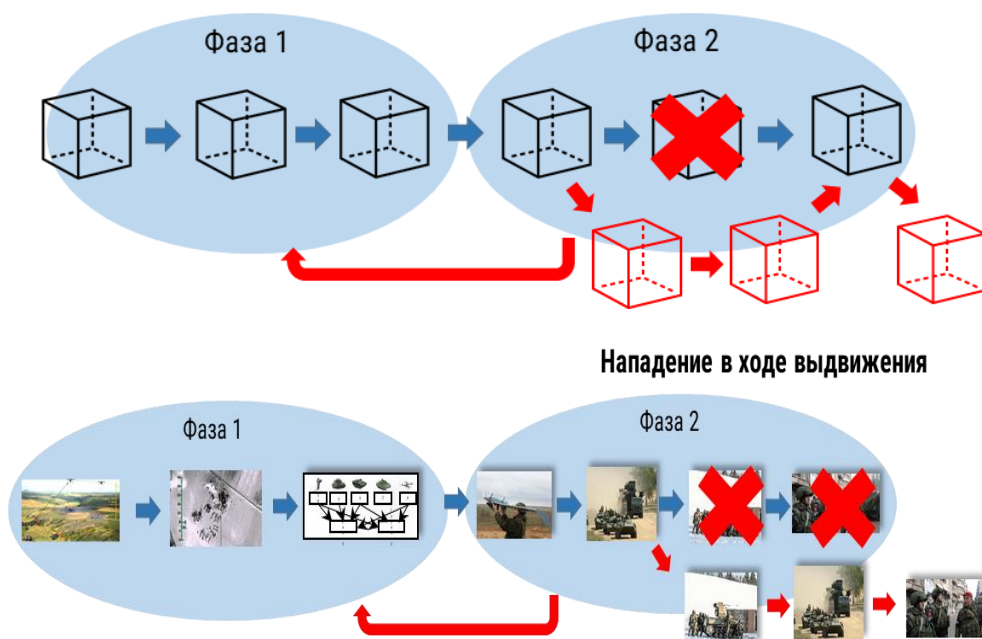


Рис. 2. Графическая интерпретация реализации модели сценария

Предполагается, что в будущем система группового управления роботами (СГУР) будет способна к автоматическому планированию действий РТК ВН с учетом полученной боевой задачи. Одним из возможных вариантов реализации данного процесса является использование сценариев. Имея базу сценариев, СГУР сопоставляет полученную задачу с типовыми сценариями и определяет наиболее подходящий. Далее итерационно моделируется процесс боевых действий с учетом исходных данных боевой задачи и оценкой эффективности ее решения и на ее основе определяется оптимальная модель действий. Данная модель реализуется системой группового управления РТК на поле боя.



## Этапы и особенности разработки сценария боевого применения группы РТК ВН на примере планирования решения боевой задачи «Штурм опорного пункта»

Как правило разработка сценария применения группы РТК начинается с анализа боевой задачи, для решения которой планируется ее использование, и установки ограничений и допущений.

Решение одной из вышеуказанных задач может быть основано на результатах семантического анализа содержания боевой задачи. Например, рассмотрим анализ следующей боевой задачи – «Уничтожить пункт управления противника в зоне ответственности группы»:

- *уничтожить*: нанести ущерб объектам противника с заданной степенью;
- *пункт управления*: как правило, охраняемое задание, участок местности с расположенными на нем средствами связи и должностными лицами, осуществляющими управление, – опорный пункт. Если пункт управления развернут на базе автомобиля или группы автомобилей, в таком случае это должно быть отражено при постановке боевой задачи;
- *зона ответственности*: чаще всего зона ответственности формируемой группы РТК ВН не совпадает с ее местоположением. Это означает, что будущий характер действий является наступательным, а наличие опорного пункта говорит о необходимости штурмовых действий.

Естественно, что для применения семантического анализа, разработчик сценария должен обладать соответствующими знаниями по порядку и способам решения поставленной боевой задачи традиционными силами и средствами, а также информацией о боевых возможностях и характеристиках существующих и разрабатываемых РТК ВН, применение которых возможно в рамках данной боевой задачи.

Решение задачи по уничтожению пункта управления может быть реализовано с использованием РТК различного базирования. Например, в современных вооруженных конфликтах данная задача зачастую решается с использованием ударно-разведывательных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Но наибольший интерес представляет собой применение группы РТК, включающей РТК наземного базирования, действующей совместно с тактическими формированиями сухопутных войск. Применение РТК ВН в данном случае способно значительно снизить потери среди личного состава и минимизировать разрушение городской инфраструктуры за счет избирательного поражения целей. Таким образом в разделе ограничений и допущений целесообразно указывать применительно к каким типам РТК разрабатывается данный сценарий.

Также в ограничениях и допущениях необходимо указать характер местности, в которой планируется применение РТК ВН. Учитывая особенности современных вооруженных конфликтов, а также растущие показатели урбанизации в мире, применение РТК ВН целесообразно рассматривать в городской среде.

При необходимости в разделе ограничений и допущений также указываются:

- организационная структура подразделений, оснащенных РТК ВН;
- организационная структура формирований противника и характер его действий;
- особенности применения средств поражения (обычные или с использованием оружия массового поражения);
- особенности применения РТК ВН (например, применение группы отдельно от традиционных сил и средств или в смешанных боевых порядках);
- порядок взаимодействия с традиционными силами и средствами (с использованием автоматизированных систем управления, централизованно через пункт управления группой РТК или командира группы РТК);
- возможности по идентификации мирного населения, дружественных сил и средств, а также противника.

На основе семантического анализа и закономерностей ведения боевых действий традиционными силами и средствами строится предположение о структуре сценария.

Традиционно решение на применение подразделения может включать как этапы подготовки подразделения, так и необходимые активные действия в рамках решения боевой задачи. Применительно к группе РТК ВН действует тот же принцип с одной особенностью – подготовка РТК ВН в сценарии не рассматривается, т.к. учитывается их текущее состояние и возможности, но рассматриваются процессы планирования, реализуемые СГУР, для выработки эффективного решения боевой задачи. На дальнейших этапах это дает представление специалистам в области моделирования, о том какие задачи планирования необходимо решить и какие алгоритмы возможно использовать.

Так, в ходе проведения исследований возможных вариантов группового применения ударно-разведывательных РТК ВН в целях обеспечения штурма опорных точек противника определено, что сценарий должен включать минимум две фазы: фазу планирования и фазу активных действий. Фазы, в свою очередь включают этапы, а этапы состоят из эпизодов. Пример структуры сценария группового применения РТК ВН «Штурм опорного пункта» с указанием фаз и этапов представлен на рис. 3.

Этапами фазы 1 «Планирование» в рассматриваемом сценарии являются:

- этап 1.1 «Формализация задачи»;
- этап 1.2 «Формирование и анализ исходных данных»;
- этап 1.3 «Формирование группы».

На основании результатов семантического анализа определяются следующие этапы фазы 2 «Активные действия»:

- этап 2.1 «Разведка/доразведка»;
- этап 2.2 «Выдвижение»;
- этап 2.3 «Штурм»;
- этап 2.4 «Закрепление на местности».



Рис. 3. Структура сценария «Штурм опорного пункта»

Непосредственному переходу к боевым действиям предшествует постановка боевой задачи. Постановку боевой задачи подразделению, имеющему на вооружении РТК ВН, осуществляет должностное лицо. Процесс постановки задачи вынесен за рамки типового сценария. Учитывая то предположение, что СГУР будет способна самостоятельно определять типовой сценарий и его структуру, но в настоящее время это не реализовано, данный этап описывается экспертом.

В рамках этапа 1.1 «Формализация задачи» определяется следующий перечень задач:

- сопоставление боевой задачи с типом сценария;
- определение состава фаз типового сценария;
- определение этапов типового сценария;
- определение эпизодов типового сценария.

Решение указанных задач может быть основано на результатах семантического анализа содержания боевой задачи, как было рассмотрено выше.

Наборы эпизодов фазы 2 «Активные действия», как правило, являются типовыми и могут быть представлены как декомпозиция этапов реализации сценария (таблица 2). Структурная схема типового сценария «Штурм опорных пунктов противника» с наборами эпизодов представлена на рис. 4.

Декомпозиции этапов должно уделяться значительное внимание разработчиками сценариев, а также обеспечению взаимосвязи действий РТК ВН с действиями боевых порядков традиционных сил и средств, если они выполняют задачу в смешанных боевых порядках.

Таблица 2 – Декомпозиция этапов сценария без учета выделяемого наряда

Разведка		Выдвижение		Штурм		Закрепление на местности	
Эпизод	Выделяемый наряд из состава группы	Эпизод	Выделяемый наряд из состава группы	Эпизод	Выделяемый наряд из состава группы	Эпизод	Выделяемый наряд из состава группы
Воздушная разведка	-	Инженерная разведка	-	Инженерная разведка	-	Инженерная разведка	-
Радиоэлектронная разведка	-	Разминирование	-	Разминирование	-	Воздушная доразведка	-
-	-	Огневое прикрытие группы	-	Постановка дымовых завес	-	Наземная разведка	-
-	-	Воздушная доразведка	-	Продельвание проходов, проемов	-		-
-	-	Радиоэлектронное подавление	-	Блокирование опорного пункта	-		-
-	-	-	-	Штурм опорного пункта	-		-
-	-	-	-	Воздушная доразведка	-		-
-	-	-	-	Радиоэлектронное подавление	-		-



Рис. 4. Структурная схема типового сценария с наборами эпизодов

Декомпозиция должна содержать наборы эпизодов, характерных для решения задачи РТК и традиционными силами и средствами в рамках этапов, определяющих последовательность реализации задачи.

Этап 1.2 «Формирование и анализ исходных данных» включает следующие эпизоды:

- анализ исходных данных;
- оценка боевой эффективности;
- анализ реализуемости задачи.

На начальном этапе эпизода «Анализ исходных данных» осуществляется определение данных, необходимых для построения модели сценария и ее реализации.

Типовыми наборами данных являются:

- данные о среде функционирования;
- данные о своих войсках и потенциальном противнике;
- данные о целевой задаче.

Для дальнейшей разработки сценария разработчик самостоятельно определяет исходные данные, исходя из опыта современных вооруженных конфликтов, организационно-штатных структур подразделений, применимости различных типов РТК ВН и их тактико-технические характеристики (ТТХ), если не задано иное в задаче на разработку сценария.

В ходе эпизода «Анализ исходных данных» определяются:

- уточненная цифровая среда;
- показатели метеоусловий;
- координаты местоположения объектов противника;
- тип, количество и состояние боевых средств противника;
- тип, количество и состояние боевых средств своих войск;
- другие данные, необходимые для планирования и реализации сценария.

В ходе эпизода «Оценка боевой эффективности» выполняются следующие задачи:

- оценка боевой эффективности противника;
- оценка боевой эффективности группировки своих войск.

На основании полученных оценок определяется достаточность боевых возможностей группировки своих войск для реализации типовой боевой задачи. Критерием данной операции, например, может служить превышение показателя боевой эффективности наших войск по отношению к показателю боевой эффективности противника в заданное количество раз. При невыполнении данного условия может быть принято решение о невозможности построения модели и реализации данного сценария или предъявлены требования к наращиванию существующего ресурса с привлечением сил резерва.

Разработчик должен стремиться к тому составу группы, при котором показатель боевой эффективности наших войск превышает в заданной степени показатель боевой эффективности противника. После того, как полученные значения удовлетворяют условиям решения задачи, осуществляется переход к этапу «Формирование группы».

Следует учесть также, что в настоящее время научным сообществом не разработаны универсальные методики определения боевой эффективности РТК и подразделений, оснащаемых ими, а существующие решения на текущий момент не могут выступать в роли инструментария для реализации данного эпизода и требуют значительной доработки.

Фактически вышеуказанная методика расчетов является простейшим случаем эпизода «Анализ реализуемости боевой задачи» в рамках данного сценария и для других сценариев она может быть не применима.

Этап 1.3 «Формирование группы» включает в себя следующие эпизоды:

- определение состава группы;
- целераспределение;
- расчет оптимальных позиций;
- расчет оптимальных маршрутов;
- анализ реализуемости задачи.

Для определения необходимого количества личного состава, вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), а также их типов, при решении задачи формирования предварительного состава группы могут быть применены методики, разрабатываемые научно-исследовательскими организациями (ИНО) Министерства обороны (МО) Российской Федерации (РФ).

Результатом решения задачи по определению предварительного состава группы являются показатели количества личного состава, РТК и ВВСТ, а также их тип (спецификация), как указано в таблице 3.

Разработчик может использовать как существующие РТК ВН, так и гипотетические, но применимые в рамках сценария, при этом необходимо описать их назначение, возможности и требуемые ТТХ. При адекватности сценария и его апробации, это может послужить обоснованием для разработки перспективных РТК ВН.

Таблица 3 – Декомпозиция этапов реализации сценария с учетом результатов предварительного формирования состава группы

Разведка		Выдвижение		Штурм		Закрепление на местности	
Эпизод	Выделяемый наряд из состава группы	Эпизод	Выделяемый наряд из состава группы	Эпизод	Выделяемый наряд из состава группы	Эпизод	Выделяемый наряд из состава группы
Воздушная разведка	3 ед. БпЛА «Маркер»	Инженерная разведка	2 ед. РТК «Уран-6»	Инженерная разведка	2 ед. РТК «Уран-6»	Инженерная разведка	2 ед. РТК «Уран-6»
-	-	Разминирование	2 ед. РТК «Уран-6»	Разминирование	2 ед. РТК «Уран-6»	Воздушная доразведка	2 ед. РТК «Уран-6»
-	-	Огневое прикрытие группы	3 ед. РТК «Маркер»; личный состав	Постановка дымовых завес	2 ед. РТК «Уран-6»	Наземная разведка	РТК «Маркер»; наблюдатели из числа ССО
-	-	Воздушная доразведка	1 БпЛА РТК «Маркер»	Продельвание проходов, проемов	3 ед. РТК «Маркер»; личный состав	-	-
-	-	-	-	Блокирование опорного пункта	3 ед. РТК «Маркер»	-	-
-	-	-	-	Штурм опорного пункта	Личный состав	-	-
-	-	-	-	Воздушная доразведка	3 ед. БпЛА РТК «Маркер»	-	-

За эпизодом «Определение предварительного состава группы» следует эпизод «Целераспределение». В рамках данного эпизода решается задача соответствия выделенного ресурса (РТК, ВВСТ, личный состав) известным целям (количество, тип, местоположение) в ходе реализации сценария.

На основе результатов целераспределения решается задача определения оптимальных позиций с учетом задаваемых критериев. По результатам определения координат позиций рассчитываются оптимальные маршруты перемещения [26-37] к ним, где общие требования определяют минимальные расстояния, обходы зон наблюдаемости объектов противника, расход ресурса, необходимость инженерной разведки, время и скорости прохождения по маршрутам и др.

Выходными данными в результате расчета оптимальных маршрутов являются:

- траектории движения;
- порядок построения подгрупп (состав, количество, расстояния между элементами подгруппы, сектора разведки и поражения);
- расчетные скорости движения;
- расчетное время выхода на позиции;
- места наиболее вероятного боестолкновения.

В рамках фазы 2 «Активные действия» разработчик поэтапно описывает действия подразделений, оснащенных РТК ВН, предпочтительно подтверждая свои предположения (например, результатами оперативно-тактических расчетов).

Дополнительно к каждому этапу и эпизоду необходимо определить факторы, влияющие на их реализацию, и последующие действия, а также указать условия, при которых этап считается завершенным и возможен переход к следующему. Это образует обратную связь с фазой планирования и обеспечивает адаптацию будущей модели к наиболее вероятным изменениям обстановки.

Также необходимо описание условий или результатов, полученных при реализации этапов. Выполнение данных условий или получении соответствующих этапов обеспечивает переход к следующему. Если ряд этапов выполняется параллельно, это необходимо также дополнительно указывать.

Пример разработки фазы 2 «Активные действия».

Этап 2.1 «Разведка/доразведка».

Основными задачами группы РТК в ходе этапа «Разведка/доразведка» являются:

- сбор/уточнение данных о среде вооруженного конфликта;
- обнаружение местоположения объектов противника;
- распознавание и классификация боевых средств противника.

По результатам разведки определяются:

- цифровая среда;
- карта проходимости среды;
- координаты местоположения объектов противника;
- тип и количество боевых средств.



Факторы, влияющие на реализацию рассматриваемого этапа:

- выход из строя БпЛА вследствие технической неисправности или поражения. В таком случае осуществляется перераспределение зон ответственности среди оставшихся БпЛА, что увеличивает время разведки;
- в случае выхода из строя всех БпЛА эпизод разведки не проводится, но возникает необходимость реализации другого этапа – «Разведка боем».

Ключевыми событиями, характеризующими завершение данного этапа, могут являться:

- подтверждение и уточнение информации о противнике и среде, полученной в содержании боевой задачи;
- уничтожение или техническая неисправность всех БпЛА;
- обнаружение противника в зоне разведки.

При реализации этапа 2.2 «Выдвижение» целесообразна следующая структура построения подгрупп и порядок их действий. Во главе группы двигаются 2 ед. РТК «Уран-6», за ними в головном дозоре 2 ед. РТК «Маркер», личный состав передвигается в середине колонны. Двигаясь по разным сторонам улицы в шахматном порядке личный состав осуществляет поиск целей в зданиях на противоположных сторонах улицы соответственно (в оконных проемах, на балконах и крышах домов). 3-й РТК «Маркер» замыкает колонну. Один из имеющихся на РТК «Маркер» БпЛА находится на высоте, обеспечивающей эффективное поражение стрелковым оружием, а также обеспечивающей эффективный поиск целей и их идентификацию. При движении на нейтральной территории или территории противника целесообразно размещение БпЛА над центром колонны или над головным дозором.

В ходе реализации данного этапа возможны следующие критические ситуации, связанные с противодействием противника, изменением среды, технической эксплуатацией РТК ВН:

- подрыв личного состава или РТК на взрывном устройстве;
- нападение на группу;
- препятствия на маршруте следования;
- техническая неисправность РТК ВН (невозможность дальнейшего функционирования в соответствии с назначением).

При подрыве личного состава или РТК на взрывном устройстве группа занимает близлежащие безопасные позиции для ведения огня. При этом осуществляется перерасчет значений боевой эффективности группы.

При нападении на группу осуществляется огневое поражение противника. По результатам отражения нападения уточняется ущерб группы и перерасчет значений боевой эффективности группы.

При обнаружении препятствий на маршруте следования с помощью БпЛА уточняются пути обхода препятствий и наличие на них противника. В случае обнаружения противника принимается решение о его обходе или огневом поражении (предпочтительно).

При выходе РТК из строя и невозможности дальнейшего функционирования в соответствии с назначением, проводится перерасчет значений боевой эффективности группы.

Ключевыми событиями, характеризующим завершение этапа выдвижения, могут являться:

- достижение членами группы расчетных позиций не позже расчетного срока;
- уничтожение всей группы или ее части и соответствующее снижение боевой эффективности, при котором дальнейшая реализация сценария нецелесообразна.

В рамках рассматриваемого сценария одним из основных способов реализации этапа 2.3 «Штурм» группой РТК ВН является вариант блокирования опорного пункта.

Блокирование объектов атаки (зданий) осуществляется путём создания рубежа блокирования. На рубеже блокирования целесообразно задействовать РТК «Маркер», а также часть личного состава в качестве группы огневой поддержки и/или резерва.

При захвате зданий РТК «Маркер» действуют в качестве подвижных огневых точек на подступах к опорному пункту, готовых к выполнению задач по огневому поражению противника как внутри периметра блокирования, так и снаружи. При этом РТК «Уран-б» выполняют задачи по задымлению участков преодоления основных подходов к зданию.

В ходе реализации данного этапа возможны следующие критические ситуации, связанные с противодействием противника, изменением среды, технической эксплуатацией РТК ВН:

- уничтожение личного состава штурмовой группы;
- уничтожение 1-го или 2-х РТК ВН «Маркер»;
- уничтожение всех РТК ВН «Маркер»;
- уничтожение РТК «Уран-б»;
- уничтожение или техническая неисправность 1-го, 2-х или 3-х БпЛА;
- техническая неисправность РТК ВН (невозможность дальнейшего функционирования в соответствии с предназначением).

При уничтожении личного состава штурмовой группы как правило командир группы организует отход и запрос резерва.

При уничтожении 1-го или 2-х РТК ВН «Маркер» между оставшимися РТК ВН перераспределяются зоны ответственности по блокированию опорного пункта до окончания захвата, передается сигнал о запросе резерва.

При уничтожении всех РТК ВН «Маркер» командир группы принимает дальнейшее решение в зависимости от ситуации.

При уничтожении или технической неисправности 1-го, 2-х или 3-х БпЛА осуществляется:

- перераспределение зоны наблюдения – при уничтожении или технической неисправности 1-2 БпЛА;
- РТК «Маркер» продолжает действовать в соответствии с заданными алгоритмами при уничтожении или технической неисправности всех БпЛА.

При выявлении технической неисправности РТК ВН (невозможности дальнейшего функционирования в соответствии с предназначением) проводит-

ся расчет и сравнительная оценка показателей боевой эффективности своей группы и противника как указано ниже.

Во всех случаях осуществляется оценка изменения показателей боевой эффективности группы по сравнению с показателями противника. При ее критическом изменении может быть принято решение о вводе резерва, невозможности выполнения сценария или изменении тактики действий.

Ключевым событием, характеризующим завершение этапа обеспечения штурма опорного пункта, может являться доклад штурмовой группы о том, что здание захвачено.

В ходе реализации этапа 2.4 «Закрепление на местности» производится расчет оптимальных позиций для наблюдения, с учетом задаваемых критериев, и маршрутов к ним. РТК «Уран – б» осуществляют инженерную разведку маршрутов после чего осуществляется занятие позиций. По результатам занятия позиций группа ведет наблюдение по своим секторам ответственности с целью обнаружения противника.

В ходе реализации данного этапа возможны следующие критические ситуации, связанные с противодействием противника, изменением среды, технической эксплуатацией РТК ВН:

- поражение боевых единиц группы;
- техническая неисправность РТК ВН (невозможность дальнейшего функционирования в соответствии с предназначением).

В случае реализации всех этапов сценарий считается завершенным.

В настоящее время отсутствуют методики и стандарты разработки сценариев группового применения РТК ВН, в связи с чем приведенный ниже сценарий группового применения РТК ВН имеет 1 степень зрелости в соответствии с классификацией, приведенной в таблице 1. Вместе с тем, опыт разработки данного и других сценариев в последствии позволит сформировать методику и выработать типовую структуру сценариев для консолидации разработчиков и перехода к формализации моделей группового применения РТК ВН.

### **Жизненный цикл сценария боевого применения групп РТК ВН**

На рис. 5 представлена структурная схема жизненного цикла сценария, включающего следующие этапы:

- разработка сценария;
- формализация сценария;
- моделирование сценария группового применения РТК в имитационно-моделирующем комплексе;
- апробация сценария на реальных РТК ВН в ходе полигонных испытаний, учений и тренировок частей и подразделений ВС РФ и др.;
- отработка сценариев группового применения РТК при выполнении боевых и обеспечивающих задач.

Формализация сценария может осуществляться с использованием:

- стандарта Military Scenario Definition Language (MSDL). Данный стандарт, разработанный Simulation Interoperability Standards Organization, позволяет создавать как военные сценарии, так и сценарии процесса мо-

делирования. Военный сценарий включает в себя такую информацию как карты, мероприятия контроля, особенности местности, погоды, связи и взаимодействия, этапы реализации выполнения задач [37];

- языка программирования Unified Modeling Language (UML). Данный язык является унифицированным языком визуального моделирования, разработанным для спецификации, визуализации, проектирования и документирования компонентов программного обеспечения, бизнес-процессов и других сложных систем.

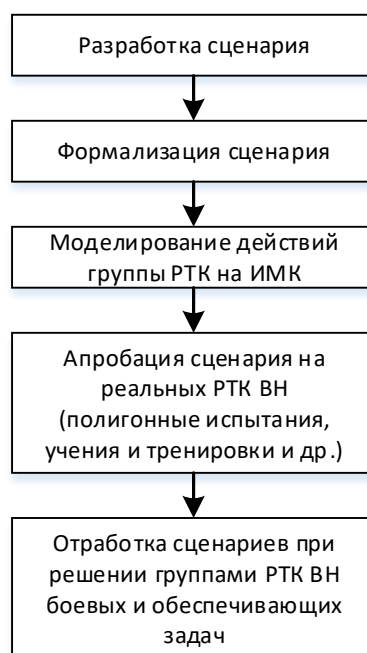


Рис. 5. Структурная схема жизненного цикла сценария применения РТК ВН

Как правило, в каждом имитационно-моделирующем комплексе (ИМК), в том числе создаваемых на базе Российской академии ракетных и артиллерийских наук (РАРАН) и НИО МО РФ, существует собственный инструментарий формализации исполнительных сценариев. Анализ возможностей ряда ИМК показал, что в их функционал не входят модели поведения автономных РТК ВН, соответственно сценарии, содержащие представления о действиях РТК в составе групп, в полном объеме не могут быть формализованы с помощью данных ИМК. Учитывая данные факторы, необходимо:

- совершенствование соответствующих ИМК в части учета особенностей планирования и реализации действий групп РТК ВН, а также внедрения модулей системы группового управления ими;
- разработка унифицированного имитационно-моделирующего комплекса (УИМК) группового применения РТК военного, специального и двойного назначения (ВСДН), совместно с традиционными силами и средствами.

УИМК РТК ВСДН может иметь распределённую структуру, включающую существующие и разрабатываемые ИМК. При этом функционал, необхо-

димый для реализации моделей группового применения и управления РТК ВН возможно реализовать в самом УИМК.

С использованием УИМК могут быть решены следующие задачи:

- определение параметров модели сценария;
- определение структуры модели сценария;
- определение состава группы РТК;
- верификация моделей типовых сценариев;
- апробация моделей перспективных РТК;
- апробация алгоритмов СГУР.

Одной из основных задач моделирования является выбор рационального сценария боевого применения группы РТК. Данный сценарий в последующем загружается в СГУР для апробации в ходе полигонных испытаний, учений и тренировок. Апробированные сценарии могут быть использованы для реализации РТК боевых и обеспечивающих задач на поле боя.

Сценарии, прошедшие апробацию и подтвердившие свою эффективность при решении задач в реальных условиях обстановки, составляют базу сценариев и могут быть в последующем использованы для решения подобных задач, а также для последующей генерации новых сценариев.

Пример реализации сценарного подхода при формировании сценария боевого применения разнородной группы РТК ВН при обеспечении высадки морского десанта представлена в приложении 1.

### Заключение

Представленный подход к созданию сценариев боевого применения РТК ВН и их групп является основой для формирования единой системы взглядов на планирование и управление боевым применением РТК военного назначения и их групп. В рамках данной работы определены общие требования к сценариям, а также этапы и особенности разработки сценариев боевого применения РТК ВН и их групп, определяющие их структуру и содержание. Разработанные типовые сценарии применения РТК ВН на основе предложенного подхода могут служить базой для последующих формализации и разработки имитационных моделей. Данные модели возможно реализовать в существующих и разрабатываемых имитационно-моделирующих комплексах военного назначения в целях апробации новых способов и тактических приемов применения РТК и их групп, выработки требований к ТТХ перспективным РТК ВН и др.

В дальнейшем планируется развитие представленного подхода в направлении создания сценариев не только ударно-разведывательных боевых действий, но и в сфере решения обеспечивающих и информационных задач разнородными группами РТК ВН. При этом значительное внимание будет уделяться апробации сценариев в научно-исследовательских организациях МО РФ и других заинтересованных ведомств. Предполагается, что разрабатываемые сценарии будут объединены в единую базу с дальнейшей разработкой технологий автоматизации создания моделей боевых действий на ее основе и применении их при использовании групп РТК ВН, а разработчики, пользуясь представленным подходом к разработке сценариев, будут взаимодействовать в едином информационном поле.

## Приложение 1.

### Пример сценария боевого применения разнородной группы РТК ВН при обеспечении высадки морского десанта

#### *Анализ.*

Считается, что десантные и противодесантные операции являются одними из самых сложных форм применения войск.

При противодействии в береговой зоне наземному противнику, вооружение которого имеет низкий или средний уровень технологического развития и при этом существует возможность установки морских (озерных, речных) минных и обычных заграждений, целесообразно применение БЭК с задачами огневой поддержки высадки десанта, разведывательного поиска заграждений (мины, затопленные суда, воспрепятствующие проход десантно-транспортных средств), выставленных для противодействия высадке морского десанта. Также возможно заблаговременное применение автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА) в целях скрытого поиска и уничтожения донных и заякоренных противодесантных мин на малых глубинах мелководья и в зоне прибоя (глубины менее 12 м).

Допущения, принятые при разработке сценария:

- в основу сценария положен возможный вариант ведения боевых действий в ходе операции перспективного экспедиционного формирования по защите граждан Российской Федерации от вооружённого нападения;
- положение и состояние противоборствующих сторон – условное, без учета реальной дислокации и оперативного предназначения;
- организационная структура экспедиционного формирования – перспективная с учетом оснащения робототехническими комплексами военного назначения, по своему масштабу моделируемое формирование – тактическое, звена типа ротная тактическая группа (РТГР), РТК ВН надводного и подводного типа не входят в состав РТГР, но действуют в ее интересах;
- организационная структура противника – условная (по опыту военных конфликтов на Ближнем Востоке);
- в основу характера действий противника положены способы действий террористических формирований в военных конфликтах последнего десятилетия;
- перспективные способы ведения боевых действий РТК ВН определены с учетом ранее проведенных исследований;
- боевые действия ведутся с применением обычных средств поражения;
- осведомлённость противоборствующих стороны о положении и характере действий противоположной стороны соответствует их возможностям по ведению разведки различными способами;
- РТК ВН – автономные, управление группой – супервизорное;
- в интересах РТГР действуют ракетные войска, авиация, силы флота и организуют огневое обеспечение развертывания сил высадки – в состав

- РТГР не входят. При огневой подготовке высадки удары вышеуказанных сил переносятся вглубь обороны противника. В настоящем сценарии организация их действий и взаимодействия не рассматривается;
- взаимодействие группы РТК с традиционными силами и средствами через единую систему управления тактического звена (ЕСУ ТЗ), гипотетически имеющую возможность генерации модели типового сценария;
  - РТГР выполняет задачи в составе передового отряда и обеспечивает захват плацдарма для высадки основных сил и средств своих войск;
  - считается, что РТК ВН обладают возможностью идентификации в режиме реального времени дружественных сил и средств, а также мирного населения и его объектов (транспорт и др.).

*Постановка задачи.*

Основная задача группы: провести высадку на побережье в юго-западнее н.п. Критос и захватить плацдарм.

*Условия и ограничения:*

- инженерная разведка – не проведена;
- применение противником средств РЭБ – коммерческие системы противодействия БПЛА.

*Исходные данные:*

1. Зона ответственности группы – 2×2 км.
2. Противник – группа вооруженных людей численностью до 100 человек, 6 пикапов с установленными кустарными минометами и стрелковым вооружением, 2 танка. Характер действий оборонительный. В акватории, прилегающей к расположению сил и средств противника размещены минно-взрывные заграждения (МВЗ), в том числе противодесантные.

Свои войска – перспективная РТГР с РТК ВН (структура приведена на рис. 6). Доставка РТГР осуществляется с использованием десантных катеров способом «берег – берег» (без использования десантно-высадочных средств). В интересах РТГР противоминную борьбу огневую поддержку высадки осуществляет группа безэкипажных катеров (БЭК) с АНПА (2 ед. ударно-разведывательных безэкипажных катеров со стрелковым вооружением, каждый из которых является носителем 2-х ударно-разведывательных АНПА). БЭК с АНПА размещены на десантных катерах.

3. Время выполнения задачи – 2 ч (на основе анализа опыта десантной подготовки в войсках и на флотах).

Формализация задачи: провести высадку на побережье в юго-западнее н.п. Критос – доставка РТГР «морем» без десантно-высадочных средств.

Зона ответственности (побережье в юго-западнее н.п. Критос) – отлична от местоположения группы, что говорит о наступательных действиях группы.

Действия противника – оборонительные.



Рис. 6. Организационная структура перспективной ротной тактической группы с РТК ВН

Тип объекта противника (наиболее вероятные по опыту боевых действий): минно-взрывные заграждения, огневые засады, огневые точки.

Захват – овладение участка местности в условиях противодействия противника. Условие захвата – отсутствие противника в зоне ответственности (уничтожение противника). Плацдарм – участок местности на побережье, захватываемый в ходе боя за высадку и в дальнейшем удерживаемый, предназначенный для последующей высадки эшелонов.

Анализ показывает, что для выполнения поставленной задачи необходимо провести разведку района высадки, осуществить мероприятия противоминной борьбы, провести высадку десанта и в ходе боя за высадку захватить плацдарм.

Также результаты данного анализа целесообразно использовать для определения активных этапов сценария.

В связи с тем, что порядок выполнения боевой задачи не определен в условиях боевой задачи, в фазы типового сценария необходимо включить:

- планирование;
- активные этапы.

Этапы фазы планирования определены в ходе исследования:

- формализация задачи;
- формирование и анализ исходных данных;
- формирование группы.

Активные этапы реализации типового сценария:

- разведка;
- противоминная борьба;
- выдвижение десанта;
- бой за высадку.



Метод формализации – семантический анализ «боевой задачи» а также ее условий: провести высадку на побережье в юго-западнее н.п. Критос и захватить плацдарм.

В ходе планирования на основании имеющихся данных о среде, противнике, выделенном ресурсе и содержании боевой задачи, осуществляется этап «Формирование и анализ исходных данных», в ходе которого решаются следующие задачи:

- анализ исходных данных;
- оценка боевой эффективности;
- определение структуры модели типового сценария.

Результатами решения задач сбора информации являются:

- значение боевой эффективности противника;
- значение боевой эффективности группировки своих войск;
- решение о достаточности выделенного / запрос резерва;
- состав этапов и последовательность реализации эпизодов.

Анализ исходных данных осуществляется на основе информации, содержащейся в условиях боевой задачи, а также сопутствующей информации, предоставленной вышестоящим звеном управления для реализации планирования.

Исходными данными являются:

- карта среды;
- результаты формализации задачи;
- данные о своей группировке войск;
- данные о противнике (местоположение его пункта управления, численность группы, ВВТ, характер действий);
- время, отведенное на выполнение боевой задачи.

Оценка боевой эффективности строится на анализе показателей боевой эффективности каждого из объектов противника и своих войск, затем рассчитываются их суммарные значения и проводится анализ достаточности боевых возможностей группировки своих войск для реализации выполнения задачи.

На основании положительного решения о достаточности боевых возможностей своих войск о выполнении боевой задачи и результатах анализа исходных данных, из набора эпизодов, соответствующих типу сценария, формируется последовательность реализации эпизодов и этапов для решения поставленной задачи.

Определение эпизодов, их содержание и последовательность определяются на основе анализа действий войск, опубликованных в научных трудах, посвященных действиям различных воинских формирований [39-42]. Результатом определения эпизодов может служить декомпозиция этапов, без учета выделяемого наряда сил и средств. В таблице 4 представлен вариант декомпозиции активных этапов реализации сценария на эпизоды. Эпизоды и этапы, как и последовательность их реализации, представленная на рис. 7, определяются заблаговременно и составляют типовые сценарии.

Таблица 4 – Декомпозиция этапов сценария без учета выделяемого наряда

Разведка		Противоминная борьба		Выдвижение десанта		Бой за высадку	
Эпизод	Выделяемый наряд из состава группы	Эпизод	Выделяемый наряд из состава группы	Эпизод	Выделяемый наряд из состава группы	Эпизод	Выделяемый наряд из состава группы
Воздушная разведка	-	Разведывательный поиск мин	-	Прикрытие выдвижения	-	Продельвание проходов в заграждениях	-
-	-	Продельвание проходов в МВЗ прибрежной зоны	-	Продельвание проходов в МВЗ прибрежной зоны	-	Уничтожение объектов противника	-
-	-	Огневое прикрытие группы	-	Воздушная доразведка	-	Захват плацдарма	-
-	-	Воздушная доразведка	-	Постановка аэрозольных и (или) дымовых завес	-	Доразведка	-
-	-	-	-	-	-	Оказание мед. помощи и эвакуация раненых	-

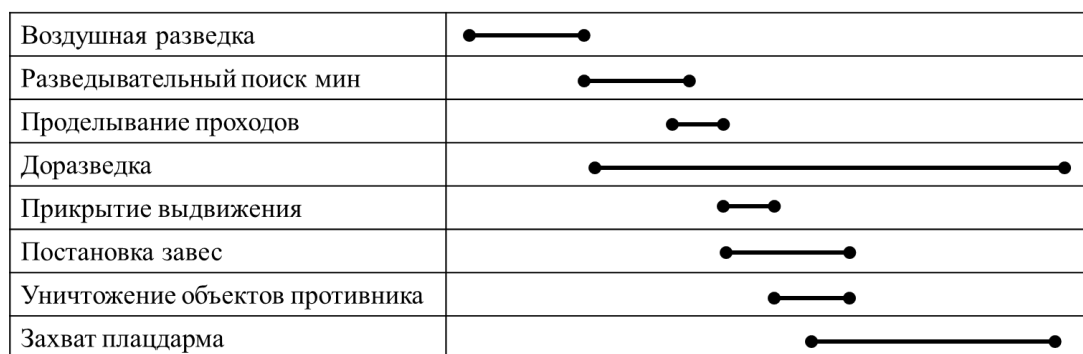


Рис. 7. Последовательность реализации основных эпизодов сценария

В ходе данного эпизода на основе анализа исходных данных и показателей боевой эффективности уточняется структура типового сценария, а именно:

- эпизоды, которые не могут быть реализованы в ходе данного сценария с учетом анализа исходных данных и показателей боевой эффективности, не вносятся в модель типового сценария;
- определяется оптимальная последовательность реализации эпизодов и этапов типового сценария;
- проводится оценка реализуемости сценария.

В ходе реализации этапа «Формирование группы» решаются следующие задачи:

- предварительное формирование состава групп, предназначенных для решения боевой задачи;
- целераспределение;
- расчет оптимальных позиций;
- расчет оптимальных маршрутов к позициям;
- формирование состава группы;
- анализ реализуемости задачи.

Результатами решения задач формирования группы являются:

- количество, тип личного состава и вооружение;
- количество, тип РТК;
- координаты целевых объектов (с учетом целераспределения если таковые данные о противники были в априори);
- координаты позиций;
- маршруты движения, оценки времени, скорости для каждого маршрута движения.

Способы решения всех вышеперечисленных задач в настоящей модели сценария не рассматриваются. Данная процедура требует дополнительной проработки и будет реализована при формализации моделей сценариев.

Предположим, что решение задачи по определению рационального состава группы нам известно. Исходя из расчетов оценок боевой эффективности и возможностей группировки своих сил, целесообразно применение перспективной ротной тактической группы в полном составе, а также выделение 2-х БЭЖ с ударно-разведывательными АНПА.

С учетом вышеуказанного в таблице 5 представлена декомпозиция этапов реализации сценария с учетом результатов формирования состава группы.

В ходе планирования осуществляется предварительное целераспределение наиболее важных объектов противника на различных этапах реализации сценария.

На этапе разведки определяются и распределяются зоны ответственности средств разведки, маршруты ведения разведки, время проведения разведки – координаты угловых точек, границы зон, траектории и высоты, расчет времени.

На этапе противоминной борьбы:

1. При выполнении задачи разведывательного поиска мин определяются и распределяются зоны ответственности средств разведки, маршруты ведения разведки, время проведения разведки – координаты угловых точек, границы зон, траектории и глубины, расчет времени.

2. При выполнении задачи уничтожения мин среди ударно-разведывательных АНПА распределяются цели, в результате уничтожения которых будут образованы проходы, достаточные для подхода десантно-транспортных средств.

На этапе выдвижения десанта проводится доразведка и прикрытие высадки путем поражения объектов противника, оказывающих противодействие:

1. Береговая зона: распределяются огневые точки и позиции различных систем вооружения (стрелковое, ракетное, артиллерийское, противотанковое, зенитное и др.), мобильные огневые средства (танки, «тачанки», боевые машины, танки) среди сил и средств флота, действующих в интересах РТГР, БЭК, десантно-транспортных средств.

2. Прибрежная акватория: в случае владения информацией о расположении мин – целераспределение среди ударно-разведывательных АНПА в целях расширения проходов до подхода десантно-транспортных средств.

На этапе боя за высадку (береговая зона):

1. Огневые точки и позиции различных систем вооружения, (стрелковое, ракетное, артиллерийское, противотанковое, зенитное и др.), мобильные огневые средства (танки, «тачанки», боевые машины, танки) – координаты, порядок поражения: БЭК, РТК ВН типа «Маркер», группа БпЛА «Защитник», ВВСТ и личный состав РТГР.

2. Определяются и распределяются зоны инженерной разведки – время проведения разведки – координаты угловых точек, границы зон, траектории, расчет времени: инженерные РТК ВН.

3. Определяются и распределяются зоны постановки аэрозольных и дымовых завес – координаты угловых точек, границы зон, траектории, расчет времени: инженерные РТК ВН.

Таблица 5 – Декомпозиция этапов реализации сценария с учетом результатов предварительного формирования состава группы

Разведка		Противоминная борьба		Выдвижение десанта		Закрепление на местности	
Эпизод	Выделяемый наряд из состава группы	Эпизод	Выделяемый наряд из состава группы	Эпизод	Выделяемый наряд из состава группы	Эпизод	Выделяемый наряд из состава группы
Воздушная разведка	БпЛА из состава «Защитник»	Разведывательный поиск мин	уд.-разв. АНПА; РТК ВН типа БЭК	Прикрытие выдвигания	РТК ВН типа БЭК; ДТС; силы и средства флота и авиации в интересах РТГР	Продельвание проходов в заграждениях	РТК ВН инж. типа; уд.-разв. РТК ВН типа «Маркер» (прикрытие)
-	-	Продельвание проходов в МВЗ прибрежной зоны	уд.-разв. АНПА	Продельвание проходов в МВЗ прибрежной зоны	уд.-разв. АНПА	Уничтожение объектов противника	РТК ВН типа БЭК; уд.-разв. РТК ВН типа «Маркер», в т.ч. минометные; ВВТ и личный состав РТГР; ударные БпЛА из состава «Защитник»
-	-	Огневое прикрытие группы	РТК ВН типа БЭК	Воздушная доразведка	БпЛА из состава «Маркер»; БпЛА из состава «Защитник»	Захват плацдарма	уд.-разв. РТК ВН типа «Маркер»; ВВТ и личный состав РТГР; РТК ВН инж. типа
-	-	Воздушная доразведка	БпЛА из состава «Защитник»	Постановка аэрозольных и (или) дымовых завес	РТК ВН инж. типа	Воздушная доразведка	БпЛА из состава «Маркер»; БпЛА из состава «Защитник»
-	-	-	-	-	-	Оказание мед. помощи и эвакуация раненых	отд-е эвакуации раненых

4. Определяются и распределяются зоны проделывания проходов в противодесантных заграждениях – координаты угловых точек, границы зон, траектории, расчет времени: инженерные РТК ВН.

5. Определяются и распределяются зоны ответственности средств разведки, маршруты ведения разведки, время проведения разведки – координаты угловых точек, границы зон, траектории и высоты, расчет времени: группа БпЛА «Защитник», БпЛА из состава РТК ВН типа «Маркер».

В ходе целераспределения необходимо учитывать не только боевые возможности отдельных элементов выделенного наряда для решения боевой задачи, но также боевые возможности кластеров (подгрупп), формируемых на различных этапах выполнения задачи.

В связи со значительной разнородностью решаемых задач, состава группы, а также решения задач в трех средах расчет оптимальных позиций на этапе планирования представляет большую сложность. Тем не менее предварительные расчеты необходимы, с учетом того, что при необходимости они должны быть проведены повторно.

Расчет оптимальных позиций для решения боевых и обеспечивающих задач основан на данных:

- о боевых возможностях противника и пространственном положении его объектов;
- о боевых возможностях группы (подгрупп), выделенной для решения боевой задачи;
- о результатах анализа местности в районе выполнения боевой задачи;
- о результатах целераспределения.

Конфигурация позиций для элементов группы должна быть рассчитана таким образом, чтобы обеспечить максимальную эффективность решения основной боевой задачи группой в целом.

Расчет оптимальных маршрутов для решения боевых и обеспечивающих задач основан на данных:

- о боевых возможностях противника и пространственном положении его объектов;
- о боевых возможностях группы (подгрупп), выделенной для решения боевой задачи;
- о результатах анализа местности в районе выполнения боевой задачи;
- о результатах целераспределения;
- о местоположении оптимальных позиций.

Выходными данными в результате расчета оптимальных маршрутов являются:

- траектории движения;
- порядок построения подгрупп (состав, количество, расстояния между элементами подгруппы, сектора разведки и поражения);
- расчетные скорости движения;
- расчетное время выхода на позиции.

Этапами активных действий реализации данного типового сценария являются:

- разведка;
- противоминная борьба;
- выдвижение десанта;
- бой за высадку.

Для реализации задач разведки перспективная ротная тактическая группа обладает средствами:

- разведывательные БпЛА из состава группы «Защитник»;
- разведывательные БпЛА из состава РТК ВН «Маркер» – применение на этапе боя за высадку (доразведка).

Основными задачи группы в ходе разведки (доразведки) являются:

- сбор/уточнение данных о среде вооруженного конфликта;
- обнаружение местоположения объектов противника;
- распознавание и классификация боевых средств противника.

По результатам разведки определяются:

- уточненная цифровая среда;
- карта проходимости среды;
- координаты местоположения объектов противника;
- тип и количество боевых средств, места установки заграждений и их характеристики.

В ходе реализации данного этапа возможны следующие критические ситуации, связанные с противодействием противника, изменением среды, технической эксплуатацией РТК ВН:

- выход из строя 1-го БпЛА вследствие технической неисправности или поражения. В таком случае осуществляется перераспределение зон ответственности для 2-го и 3-го БпЛА и увеличивается время разведки;
- в случае выхода из строя всех БпЛА этап разведки не проводится, а данные о противнике уточняются на основании разведывательных данных, поступающих от БпЛА из состава РТК ВН «Маркер», а также системы технического зрения (СТЗ) наземных и надводных РТК ВН.

Ключевыми событиями, характеризующими завершение этапа разведки, могут являться:

1. Подтверждение и уточнение информации о противнике и среде, полученной в содержании боевой задачи.
2. Уничтожение или техническая неисправность всех БпЛА.
3. Необнаружение противника в зоне разведки.

Декомпозиция задач, решаемых в ходе противоминной борьбы приведена выше в таблице 5.

В целях обеспечения ведения противоминной борьбы силами ВМФ из состава десантно-транспортных средств выделены перспективные БЭК.

В состав БЭК включены:

- модули вооружения для выполнения задач огневой подготовки и поддержки высадки десанта;

– модули с АНПА разведки и поражения для выполнения задач разведывательного поиска минных и обычных заграждений (подтопленных судов и др.), а также уничтожения выявленных противодесантных мин и организации проходов для подхода десантно-транспортных средств к береговой зоне.

На этапе разведывательного поиска мин БЭК подходят в свои зоны ответственности на оптимальные позиции сброса АНПА разведки и целеуказания и их сбрасывают, отходят в районы маневрирования с учетом обеспечения связи с АНПА.

АНПА в своих зонах ответственности скрытно осуществляют разведывательный поиск мин и заграждений. В задачи АНПА входит обнаружение и распознавание мин и заграждений, определение их местоположения, а также передача информации о результатах разведки через БЭК на пункт управления высадкой.

На заключительном этапе ведения противоминной борьбы осуществляется анализ расположения минных и обычных заграждений, определяются оптимальные места и маршруты подхода и высадки десантно-транспортных средств. При необходимости определяются мины, подлежащие уничтожению с целью организации проходов. Задача уничтожения мин может выполняться одновременно с выдвиганием десанта.

В ходе реализации данного этапа возможны следующие критические ситуации, связанные с противодействием противника, изменением среды, технической эксплуатацией РТК ВН:

1. В ходе скрытного поиска мин:

- выход из строя 1-го, 2-х или 3-х АНПА вследствие технической неисправности или поражения. В таком случае осуществляется перераспределение зон ответственности среди оставшихся АНПА и увеличивается время скрытного поиска мин;
- в случае выхода из строя всех АНПА представляется доклад на ПУ высадкой десанта для дальнейшего принятия решения на реализацию сценария. Это связано с тем, что ущерб от поражения минами РТГР и десантно-транспортных средств (ДТС) может быть критическим.

2. В ходе проделывания проходов в минно-взрывных заграждениях (МВЗ) в прибрежной зоне:

- выход из строя 1-го, 2-х или 3-х АНПА вследствие технической неисправности или поражения. В таком случае уточняется целераспределение среди оставшихся АНПА;
- в случае выхода из строя всех АНПА определяются оптимальные пути прохода ДТС исходя из полученных данных разведки. Целесообразно определить 2 прохода, а при прохождении перед каждым ДТС должен перемещаться БЭК для проверки безопасности маршрута.

Ключевыми событиями, характеризующими завершение этапа противоминной борьбы, могут являться:

- определение или создание проходов ДТС к берегу;
- уничтожение или техническая неисправность всех БЭК и АНПА.



Декомпозиция задач, решаемых в ходе выдвижения десанта, приведена выше в таблице 5.

По окончании выполнения задач противоминной борьбы БЭК осуществляет эвакуацию АНПА, и одновременно с выдвижением десанта обеспечивает поражение огневых средств и позиций противника, расположенных на побережье в своих зонах ответственности. Особую важность на данном этапе является эффективное решение задачи целераспределения, с целью исключения поражения своих войск, т.к. БЭК действуют позади основных сил высадки. В таком случае целесообразно применение БЭК с флангов РТГР.

Подавление огневых средств противника осуществляется вооружением десантно-транспортных средств на ходу и в ходе высадки десанта.

Доразведка береговой зоны проводится с использованием группы БпЛА «Защитник». Запуск группы разведывательных БпЛА осуществляется с десантно-транспортных средств.

Для сокрытия действий сил высадки осуществляется постановка дымовых завес в прибрежной зоне с использованием БЭК.

В ходе реализации данного этапа возможны следующие критические ситуации, связанные с противодействием противника, изменением среды, технической эксплуатацией РТК ВН:

1. В ходе проделывания проходов в МВЗ в прибрежной зоне:
  - выход из строя 1-го, 2-х или 3-х АНПА вследствие технической неисправности или поражения. В таком случае уточняется целераспределение среди оставшихся АНПА;
  - в случае выхода их строя всех АНПА определяются оптимальные пути прохода ДТС исходя из полученных данных разведки. Целесообразно определить 2 прохода, а при прохождении к берегу перед каждым ДТС должен перемещаться БЭК для проверки безопасности маршрута.
2. В ходе прикрытия высадки десанта:
  - выход из строя БЭК вследствие технической неисправности или поражения – реализация сценария продолжается, целераспределение осуществляется без учета БЭК;
  - поражение ДТС – уточняется ущерб, проводится оценка боевой эффективности РТГР и ее анализ. По результатам анализа могут приниматься следующие решения: выход оставшихся ДТС из зоны высадки десанта с запросом резерва; прекращение реализации сценария и возврат РТГР в пункт посадки; продолжение реализации сценария.
3. В ходе доразведки:
  - выход из строя 1-го БпЛА вследствие технической неисправности или поражения. В таком случае осуществляется перераспределение зон ответственности в сторону уменьшения для 2-го БпЛА;
  - в случае выхода их строя всех БпЛА эпизод доразведки не проводится, а данные о противнике уточняются на основании разведывательных данных, поступающих от СТЗ наземных и надводных РТК ВН.

Ключевыми событиями, характеризующими завершение этапа выдвижения десанта, могут являться:

- высадка на берег всей РТГР;
- нанесение критического ущерба РТГР в ходе выдвижения к берегу и высадки.

Декомпозиция задач, решаемых в ходе боя за высадку, приведена выше в таблице 5.

1. Инженерные РТК высаживаются на берег из десантно-транспортных средств и проводят проделывание проходов в минно-взрывных и противодесантных заграждениях в своих зонах ответственности. Прикрытие инженерных РТК осуществляют ударно-разведывательные РТК ВН, следуя за ними в непосредственной близости и поражая огневые точки противника, а по мере высадки – с использованием штатных ВВСТ РТГР.

2. Доразведка. Используется подгруппа разведки из состава комплекса БпЛА «Защитник» и БпЛА из состава РТК ВН «Маркер», СТЗ наземных РТК ВН. Основными потребителями разведывательных данных являются:

- пункт управления (ПУ) командира РТГР, где данные компенсируются и анализируются для повышения ситуационной осведомленности командира и уточнения сценария применения группы;
- наземные РТК ВН для текущего целераспределения, уточнения маршрутов и позиций;
- подгруппа БпЛА поражения из состава группы БпЛА «Защитник» в части реализации поражения наиболее важных объектов на основе данных о целеуказании.

3. Уничтожение объектов противника. РТК ВН типа «Маркер» поражают огневые средства противника на наиболее опасных направлениях, обеспечивая тем самым высадку традиционных сил и средств. Подгруппа атаки комплекса «Защитник» проводит поражение закрытых огневых позиций противника в глубине обороны, а также наиболее важных целей. Минометные РТК ВН поражают наиболее важные объекты противника в глубину до 2 км от своего местоположения.

4. Создание плацдарма. Захваченным плацдарм высадки считается тогда, когда исключается огонь основной массы средств прямой наводки противника, отсутствует организованный огонь его стрелкового оружия на захваченной прибрежной территории (основные показатели – ущерб, нанесенный противнику; оценка плотности огня). Создание плацдарма в некоторой степени соответствует этапу «Закрепление на местности» до подхода и высадки основных сил десанта. В окончании данного эпизода организуется оборона участка местности, определенного как плацдарм. РТК ВН наземного типа осуществляют наблюдение на наиболее опасных направлениях с точки зрения предположений о контакте противника. С использованием РТК ВН воздушного базирования осуществляется периодическое патрулирование на глубину до 5 км от плацдарма в сторону предполагаемого нахождения противника.

В ходе реализации данного этапа возможны следующие критические ситуации, связанные с противодействием противника, изменением среды, технической эксплуатацией РТК ВН:

1. В ходе проделывания проходов в МВЗ в береговой зоне:

- выход из строя 1-го, 2-х или 3-х инженерных РТК ВН вследствие технической неисправности или поражения. В таком случае уточняется целераспределение среди оставшихся инженерных РТК ВН;
- в случае выхода их строя всех инженерных РТК ВН вследствие технической неисправности или поражения определяются оптимальные маршруты к позициям средств, обладающих наибольшей боевой эффективностью и поражающих наиболее широкую номенклатуру целей. Целесообразно определить 2 прохода для преодоления МВЗ. При выдвижении к вышеуказанным позициям первыми движение осуществляют ударно-разведывательные РТК ВН.

2. В ходе доразведки:

- выход из строя 1-го БпЛА вследствие технической неисправности или поражения. В таком случае осуществляется перераспределение зон ответственности среди оставшихся БпЛА;
- в случае выхода их строя всех БпЛА эпизод доразведки не проводится, а данные о противнике уточняются на основании разведывательных данных, поступающих от СТЗ наземных РТК ВН, целеуказаний личного состава и экипажей ВВТ.

3. В ходе уничтожения объектов противника:

- выход из строя 1-го или нескольких ударно-разведывательных РТК ВН. В таком случае осуществляется целераспределение среди оставшихся РТК ВН, проводится оценка боевой эффективности РТГР. По результатам оценки могут приниматься следующие решения: запрос резерва, изменение тактики, прекращение реализации сценария;
- выход из строя всех ударно-разведывательных РТК ВН – оценка текущей боевой эффективности РТГР. По результатам оценки могут приниматься следующие решения: запрос резерва, изменение тактики, прекращение реализации сценария;
- в случае выхода их строя одного или нескольких ударных БпЛА осуществляется целераспределение среди оставшихся наземных РТК ВН и ударных БпЛА;
- в случае выхода их строя всех ударных БпЛА осуществляется целераспределение среди наземных ударно-разведывательных РТК ВН, а также проводится оценка боевой эффективности РТГР. По результатам оценки могут приниматься следующие решения: запрос резерва, изменение тактики, прекращение реализации сценария.

Ключевыми событиями, характеризующими завершение этапа выдвижения десанта, могут являться:

- уничтожение всех объектов противника, оказывающих противодействие;

- отход противника вглубь обороны с прекращением огня или снижением его плотности;
- нанесение критического ущерба РТГР, при котором снижение показателей боевой эффективности не позволяет организовать дальнейшее выполнение задачи.

Дополнительно к этому одним из основных критериев является захват участка местности, определенного для создания плацдарма.

### Литература

1. Цариченко С. Г. Концепция виртуального полигона нового поколения для отработки программного обеспечения автономных робототехнических комплексов на основе мультиагентных технологий // Робототехника и техническая кибернетика. 2019. Т. 7. № 3. С. 165-175.
2. Вертлугин Р., Васильков А. Робототехнические комплексы СВ США и взгляды военных специалистов на их применение // Зарубежное военное обозрение. 2016. № 6. С. 55-59.
3. Верба В. С. Комплексы с беспилотными летательными аппаратами. Кн. 2. Принципы построения и особенности применения комплексов с БЛА. – М.: Радиотехника, 2016. – 824 с.
4. Калюжный Е. И. Основные направления совершенствования комплексов с беспилотными летательными аппаратами // Беспилотная авиация: состояние и перспективы развития: сборник пленарных докладов II Всероссийской научно – практической конференции. – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2020. – С. 207-212.
5. Gettinger D. The Drone Databook // Center for the Study of the Drone. 2019. – 352 p. – URL: <https://dronecenter.bard.edu/files/2019/10/CSD-Drone-Databook-Web.pdf> (дата обращения: 10.12.2020).
6. Frew J. Drone Wars: The Next Generation. An overview of current operators of armed drones // Drone Wars UK. 2018. – 41 p. – URL: <https://dronewarsuk.files.wordpress.com/2018/05/dw-nextgeneration-web.pdf> (дата обращения: 10.12.2020).
7. Гайдук А. Р., Каркищенко А. Н., Пшихопов В. Х. О влиянии РТК ВН на эффективность использования ВВТ // Известия ЮФУ. Технические науки. 2019. № 1 (203). С. 61-74.
8. Гайдук А. Р., Пшихопов В. Х., Медведев М. Ю. Оценка влияния эффекта системности на результативность антагонистических игр // Известия Юго-Западного государственного университета. 2019. № 5. С. 129-144.
9. Аннотация проекта (ПНИЭР), выполняемого в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы» [Электронный ресурс]. – URL: [http://fcpir.ru/upload/iblock/0b0/corebofs00008000013807ueoqi9l1hs\\_annotation.pdf](http://fcpir.ru/upload/iblock/0b0/corebofs00008000013807ueoqi9l1hs_annotation.pdf) (дата обращения: 10.12.2020).
10. Шеремет И. А., Шеремет И. Б., Ищук В. А. К вопросу о системной оценке эффективности робототехнических комплексов военного назначения с

использованием инновационных технологий на базе моделирования военных действий // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. 2014. № 4 (124). С. 21-26.

11. Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции и XI молодежной школы-семинара «Управление и обработка информации в технических системах» [Электронный ресурс] – Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2020. – 1 CD-ROM.

12. Белоглазов Д. А., Гайдук А. Р., Косенко Е. Ю. Групповое управление подвижными объектами в неопределенных средах – М.: ООО "Физико-математическая литература", 2015. – 305 с.

13. Finaev V. I., Medvedev M. Yu., Pshikhov V. Kh. Unmanned Powerboat Motion Terminal Control in an Environment with Moving Obstacles // Mechatronics, Automation, Control. 2021. № 3. P. 145-154.

14. Пшихопов В. Х., Шевченко В. А., Медведев М. Ю., Гуренко Б. В. Управление распределенными системами подводной робототехники с использованием адаптивной эталонной модели // Инженерный вестник Дона. 2017. № 2 (45). С. 27.

15. Романенко Ю. А., Свиридов В. В., Астапенко Ю. В. Методический подход к групповому управлению роботизированными комплексами военного назначения на основе функциональной и параметрической адаптации // Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «Информатика и вычислительная техника». Труды II Всероссийской научно-технической конференции. – Анапа, 2020. – С. 7-17.

16. Рубцов И. В., Носков В. П., Лапшов В. С. Опыт реализации и внедрения режимов автономного управления в робототехнических комплексах специального назначения как основа и перспектива организации группового управления гетерогенными роботами // Труды десятой Всероссийской мультиконференции по проблемам управления. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2017. – С. 309-311.

17. Ермолов И. Л., Хрипунов С. П., Хрипунов С. С. Проблемы группового применения робототехнических комплексов военного назначения и пути их решения // Материалы XII мультиконференции по проблемам управления (МКПУ-2019). – Геленджик, 2019. – С. 136-138.

18. Антохин Е. А., Воронин Л. Л., Меньшиков О. П. Научно-технические проблемы практической реализации группового применения наземных робототехнических комплексов военного назначения // Роботизация Вооружённых Сил Российской Федерации: сборник статей V военно-научной конференции (Анапа, 29-30 июля 2020 г.). – Анапа: Федеральное государственное автономное учреждение "Военный инновационный технополис "ЭРА", 2020. – С. 147-159.

19. Антохин Е. А., Евтихов А. Н., Паничев В. А. Актуальные вопросы группового применения наземных робототехнических комплексов военного назначения // Робототехника и техническая кибернетика. 2019. № 1. С. 14-20.

20. Siegfried R., Laux A., Rother M., Steinkam D., Herrmann G., Lüthi J., Hahn M. Scenarios in military (distributed) simulation environments. [Электронный ресурс]. 2012. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/260613133\\_Scenarios\\_in\\_military\\_distributed\\_simulation\\_environments](https://www.researchgate.net/publication/260613133_Scenarios_in_military_distributed_simulation_environments) (дата обращения: 12.03.2021).
21. Löfstrand, Björn. STO-TR-MSG-086-Part-I – Simulation Interoperability. [Электронный ресурс]. 2015. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/271201497\\_STO-TR-MSG-086-Part-I\\_-\\_Simulation\\_Interoperability](https://www.researchgate.net/publication/271201497_STO-TR-MSG-086-Part-I_-_Simulation_Interoperability) (дата обращения: 12.03.2021).
22. Макаренко С. И. Робототехнические комплексы военного назначения – современное состояние и перспективы развития // Системы управления, связи и безопасности. 2016. № 2. С. 73-132.
23. Жирнов М. В., Митрофанова С. В., Федорова Е. В. Боевые наземные робототехнические средства в мотострелковых подразделениях: обоснование интеграции и варианты применения // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2020. № 14. С. 8-16.
24. Антохин Е. А., Евтихов А. Н., Паничев В. А. Актуальные вопросы группового применения наземных робототехнических комплексов военного назначения // Робототехника и техническая кибернетика. 2019. № 1. С. 14-20.
25. Хомченко И. Н. Некоторые вопросы развития способов выполнения боевых задач воинскими формированиями с применением робототехнических комплексов военного назначения. – М., 2018. – 340 с.
26. Медведев М. Ю., Лазарев В. С. Метод планирования движения группы подвижных объектов с использованием динамических репеллеров и целераспределения // Научный вестник новосибирского государственного технического университета. 2017. № 1 (66). С. 41-52.
27. Пшихопов В. Х., Медведев М. Ю. Групповое управление движением мобильных роботов в неопределенной среде с использованием неустойчивых режимов // Труды СПИИРАН. 2018. № 5 (60). С. 39-63.
28. Beloglazov D. A., Finaev V. I., Soloviev V. V., Pavlenko E. N. Methods Research and Software Development for Parameters Formalization of the Assignment Task Applicable to the Target Distribution // Journal of Robotics. 2020. Vol. 2020. № 1. 2020. – 11 p.
29. Gaiduk A. R., Martjanov O. V., Medvedev M. Yu., Pshikhopov V. Kh., Hamdan N., Farhood A. Neural Network Based Control System for Robots Group Operating in 2-d Uncertain Environment // Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie. 2020. № 21 (8). P. 470-479.
30. Медведев М. Ю., Лазарев В. С. Метод формирования траектории для группы подвижных объектов с помощью кластеризации в двумерной среде // Научный вестник новосибирского государственного технического университета. 2019. № 4 (77). С. 45-54.
31. Пшихопов В. Х., Медведев М. Ю., Соловьев В. В. Гибридная система управления движением безэкипажного судна в заданную точку // Известия ЮФУ. Технические науки. 2019. № 1 (203). С. 163-176.
32. Pshikhopov V. Kh., Beloglazov D., Finaev V., Guzik V., Kosenko E., Krukhmalev V., Medvedev M., Pereverzev V., Pyavchenko A., Saprykin R.,

Shapovalov I., Soloviev V. Path Planning for Vehicles Operating in Uncertain 2D Environments. Elsevier, Butterworth-Heinemann, 2017. – 312 p.

33. Пшихопов В. Х. Технологии интеллектуального управления АНПА в недетерминированных средах // Технические проблемы освоения мирового океана. 2017. № 7. С. 21-23.

34. Soloviev V., Finaev V., Medvedev M., Pshikhopov V., Shapovalov I. Hybrid path planner for a hexacopter in 3D uncertain environment // 4th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT). – Barcelona, 2017. – P. 0684-0689.

35. Pshikhopov V., Medvedev M., Shibanov V., Shapovalov I. Path planning and control of vehicles in 3D environment using unstable modes // 4th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT). – Barcelona, 2017. – P. 0621-0626.

36. Medvedev M., Gurenko B. Development of AUV path planner based on unstable mode // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Guangzhou, 12–14 January 2019). – Guangzhou, 2019. – P. 12-27.

37. Пшихопов В. Х., Медведев М. Ю., Васильева М. А. Нейросетевая система управления движением робота // Сборник трудов XIII Всероссийского совещания по проблемам управления ВСПУ-2019 (Москва, 17-20 июня 2019 г.). – М., 2019. – С. 2130-2134.

38. Додонов А. Г., Бойченко А. В. Разработка сценариев аналитической деятельности // Ре'эpsilon'страція, зберігання і оброб. даних. 2010. Т. 12. № 4. С. 71-82.

39. Высадка морского десанта // Военное обозрение [Электронный ресурс]. – URL: <https://topwar.ru/9356-vysadka-morskogo-desanta.html> (дата обращения 14.01.2021 года).

40. Руководство по высадке десантов. – М.: Военное издательство Министерства обороны СССР, 1966. – 95 с.

41. Морские десантные операции // Стяг [Электронный ресурс]. – URL: [http://bit.do/desant\\_operation](http://bit.do/desant_operation) (дата обращения 01.01.2021 года).

42. Батюшкин С. А. Тактика: батальон, рота. – М.: Воениздат, 2009. – 416 с.

## References

1. Tsarichenko S. G. Konceptsiya virtual'nogo poligona novogo pokoleniya dlya otrabotki programmogo obespecheniya avtonomnyh robototekhnicheskikh kompleksov na osnove mul'tiagentnyh tekhnologij [The concept of a new generation virtual polygon for testing software for autonomous robotic complexes based on multi-agent technologies. *Robototekhnika i tekhnicheskaya kibernetika*, 2019, vol. 7, no. 3, pp. 165-175 (in Russian).

2. Vetlugin R., Vasil'kov A. Robototekhnicheskie komplekсы` SV SShA i vzglyady` voenny`x specialistov na ix primenenie [Robotic complexes of the US Army and the views of military specialists on their application]. *Zarubezhnoe voennoe obozrenie*, 2016, vol. 831, no. 6, pp. 55-59 (in Russian).

3. Verba V. S. *Kompleksy s bespilotnymi letatel'nymi apparatami. Kn. 2. Principy postroeniya i osobennosti primeneniya kompleksov s BLA* [Complexes with unmanned aerial vehicles. Book 2. Principles of construction and features of the use of complexes with UAVS]. Moscow, Radiotekhnika Publ, 2016. 824 p. (in Russian).

4. Kalyuzhny E. I. *Osnovnye napravleniya sovershenstvovaniya kompleksov s bespilotnymi letatel'nymi apparatami* [The main directions of improving complexes with unmanned aerial vehicles]. *Bespilotnaya aviaciya: sostoyanie i perspektivy razvitiya. Sbornik plenarnyh dokladov II Vserossijskoj nauchno – prakticheskoy konferencii* [Unmanned aircraft: state and development prospects: a collection of plenary reports of the II All-Russian Scientific and Practical Conference]. Voronezh, Military Educational and Scientific Center of the Air Force «Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin», 2020, pp. 207-212 (in Russian).

5. Gettinger D. *The Drone Databook*. Center for the Study of the Drone, 2019, 352 p. Available at: <https://dronewarsuk.files.wordpress.com/2018/05/dw-nextgeneration-web.pdf> (accessed 10 December 2020).

6. Frew J. *Drone Wars: The Next Generation. An overview of current operators of armed drones*. Published by Drone Wars. 41 p. Available at: <https://dronewarsuk.files.wordpress.com/2018/05/dw-nextgeneration-web.pdf> (accessed 10 December 2020).

7. Gajduk A. R., Karkishchenko A. N., Pshikhopov V. Kh. *O vliyani RTK VN na effektivnost' ispol'zovaniya VVT* [On the influence of MRS on the effectiveness of the use of the armament and combat equipment]. *Izvestiya SFedU. Engineering Sciences*, 2019, vol. 203, no. 1, pp. 61-74 (in Russian).

8. Gajduk A. R., Pshikhopov V. Kh., Medvedev M. Yu. *Ocenka vliyaniya effekta sistemnosti na rezul'tativnost' antagonistscheskih igr* [Assessment of the influence of the systemic effect on the effectiveness of antagonistic games]. *Proceedings of the South-West State University*, 2019, vol. 23, no. 5, pp. 129-144 (in Russian).

9. Abstract of the project (PNIER) carried out within the framework of the Federal Target Program "Research and development in priority areas of development of the scientific and technological complex of Russia for 2014-2020". Available at: [http://fcpir.ru/upload/iblock/0b0/corebofs00008000013807ueoqi911hs\\_annotation.pdf](http://fcpir.ru/upload/iblock/0b0/corebofs00008000013807ueoqi911hs_annotation.pdf) (accessed 10 December 2020) (in Russian).

10. Sheremet I. A., Sheremet I. B., Ishchuk V. A. *K voprosu o sistemnoj ocenke effektivnosti robototekhnicheskikh kompleksov voennogo naznacheniya s ispol'zovaniem innovacionnyh tekhnologij na baze modelirovaniya voennyh dejstvij* [On the issue of system evaluation of the effectiveness of military-purpose robotic complexes using innovative technologies based on the simulation of military operations]. *Oboronnyj kompleks – nauchno-tekhnicheskomu progressu Rossii*, 2014, vol. 124, no. 4, pp. 21-26 (in Russian).

11. *Materialy XV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii i XI molodezhnoj shkoly-seminara «Upravlenie i obrabotka informacii v tekhnicheskikh sistemah»* [Proceedings of the XV All-Russian Scientific and Practical Conference and the XI Youth school-seminar "Management and processing of information in



technical systems"]. Taganrog, Southern Federal University, 2020, 1 CD-ROM. (in Russian).

12. Beloglazov D. A., Gajduk A. R., Kosenko E. Yu. *Grupповое управление подвижными об"ектами в неопределенных средах* [Group control of mobile objects in uncertain environments]. Moscow, ООО "Физико-математическая литература" Publ, 2015, 305 p. (in Russian).

13. Finaev V. I., Medvedev M. Yu., Pshikhopov V. Kh. Unmanned Powerboat Motion Terminal Control in an Environment with Moving Obstacles. *Mechatronics, Automation, Control*, 2021, no 3, pp. 145-154.

14. Pshikhopov V. Kh., Shevchenko V. A., Medvedev M. Yu., Gurenko B. V. Управление распределенными системами подводной робототехники с использованием адаптивной эталонной модели [Management of distributed systems of underwater robotics using an adaptive reference model]. *Engineering journal of Don*, 2017, vol. 45, no 2, pp. 27 (in Russian).

15. Romanenko Yu. A., Sviridov V. V., Astapenko Yu. V. Methodический подход к групповому управлению роботизированными комплексами военного назначения на основе функциональной и параметрической адаптации [Methodical approach to group management of robotic military complexes based on functional and parametric adaptation]. *Sostoyanie i perspektivy razvitiya sovremennoj nauki po napravleniyu «Informatika i vychislitel'naya tekhnika»*. *Trudy II Vserossijskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii* [State and prospects for the development of modern science in the direction of "Computer science and computer technology". Proceedings of the II All-Russian Scientific and Technical Conference]. Anapa, 2020, pp. 7-17 (in Russian).

16. Rubcov I. V., Noskov V. P., Lapshov V. S. Opyt realizacii i vnedreniya rezhimov avtonomnogo upravleniya v robototekhnicheskikh kompleksah special'nogo naznacheniya kak osnova i perspektiva organizacii grupпового upravleniya geterogennymi robotami [Methodical approach to group management of robotic military complexes based on functional and parametric adaptation]. *Trudy desyatoj Vserossijskoj mul'tikonferencii po problemam upravleniya* [Proceedings of the Tenth All-Russian Multi-conference on Management Problems]. Rostov-on-Don, 2017, pp. 309-311 (in Russian).

17. Ermolov I. L., Hripunov S. P., Hripunov S. S. Problemy grupпового primeneniya robototekhnicheskikh komplekсов voennogo naznacheniya i puti ih resheniya [Problems of group application of military-purpose robotic complexes and ways to solve them]. *Materialy XII mul'tikonferencii po problemam upravleniya (MKPU-2019)* [Proceedings of the XII multi-conference on management problems (MCPU-2019)]. 2019, pp. 136-138 (in Russian).

18. Antohin E. A., Voronin L. L., Men'shikov O. P. Nauchno-tekhnicheskie problemy prakticheskoy realizacii grupпового primeneniya nazemnykh robototekhnicheskikh komplekсов voennogo naznacheniya [Scientific and technical problems of practical implementation of the group application of ground-based robotic systems for military purposes]. *Robotizaciya Vooruzhyonnykh Sil Rossijskoj Federacii: sbornik statej V voenno-nauchnoj konferencii* [Robotization of the Armed

Forces of the Russian Federation: Collection of articles of the V Military Scientific Conference]. Anapa, 2020, pp. 147-159 (in Russian).

19. Antokhin E. A., Evtikhov A. N., Panichev V. A. Aktual'nye voprosy gruppovogo primeneniya nazemnyh robototekhnicheskikh kompleksov voennogo naznacheniya [Topical issues of group application of ground-based robotic systems for military purposes]. *Robototekhnika i tekhnicheskaya kibernetika* [Robotics and technical cybernetics], 2019, Vol. 7, no. 1, pp. 14-20 (in Russian).

20. Siegfried R., Laux A., Rother M., Steinkam D., Herrmann G., Lüthi J., Hahn M. Scenarios in military (distributed) simulation environments, 2012. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/260613133\\_Scenarios\\_in\\_military\\_distributed\\_simulation\\_environments](https://www.researchgate.net/publication/260613133_Scenarios_in_military_distributed_simulation_environments) (accessed 12 March 2021).

21. Löfstrand, Björn. STO-TR-MSG-086-Part-I – Simulation Interoperability. 2015. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/271201497\\_STO-TR-MSG-086-Part-I\\_-\\_Simulation\\_Interoperability](https://www.researchgate.net/publication/271201497_STO-TR-MSG-086-Part-I_-_Simulation_Interoperability) (accessed 12 March 2021).

22. Makarenko S. I. Robotic systems for military purposes – current state and prospects of development. *Systems of Control, Communication and Security*, 2016, no. 2, pp. 73-132 (in Russian).

23. Zhirnov M. V., Mitrofanova S. V., Fedorova E. V. Boevye nazemnye robototekhnicheskie sredstva v motostrelkovykh podrazdeleniyah: obosnovanie integracii i varianty primeneniya [Combat ground robotics in motorized rifle units: rationale for integration and application options]. *Aerospace forces. Theory and practice*, 2020, no. 14, pp. 8-16 (in Russian).

24. Antokhin E. A., Evtikhov A. N., Panichev V. A. Aktual'nye voprosy gruppovogo primeneniya nazemnyh robototekhnicheskikh kompleksov voennogo naznacheniya [Topical issues of group application of ground-based robotic complexes for military purposes]. *Robototekhnika i tekhnicheskaya kibernetika* [Robotics and technical cybernetics], 2019, vol. 7, no. 1, pp. 14-20 (in Russian).

25. Khomchenko I. N. *Nekotorye voprosy razvitiya sposobov vypolneniya boevykh zadach voinskimi formirovaniyami s primeneniem robototekhnicheskikh kompleksov voennogo naznacheniya* [Some issues of the development of methods of performing combat tasks by military formations using robotic complexes for military purposes]. Moscow, 2018. 340 p. (in Russian).

26. Medvedev M. Yu., Lazarev V. S. Metod planirovaniya dvizheniya gruppy podvizhnykh ob"ektov s ispol'zovaniem dinamicheskikh repellerov i celeraspredeleniya [Method of planning the movement of a group of moving objects using dynamic repellers and target distribution]. *Nauchnyj vestnik novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Scientific Bulletin of Novosibirsk State Technical University], 2017, vol. 66, no. 1, pp. 41-52 (in Russian).

27. Pshikhopov V. Kh., Medvedev M. Yu. Gruppovoe upravlenie dvizheniem mobil'nyh robotov v neopredelennoj srede s ispol'zovaniem neustojchivyyh rezhimov [Group motion control of mobile robots in an uncertain environment using unstable modes]. *Trudy SPIIRAN* [Proceedings of SPIIRAN], 2018, vol. 60, no. 50, pp. 39-63 (in Russian).

28. Beloglazov D. A., Finaev V. I., Soloviev V. V., Pavlenko E. N. Methods Research and Software Development for Parameters Formalization of the Assignment

Task Applicable to the Target Distribution. *Journal of Robotics*, 2020, vol. 2020, no. 1, 11 p.

29. Gaiduk A. R., Martjanov O. V., Medvedev M. Yu., Pshikhopov V. Kh., Hamdan N., Farhood A. Neural Network Based Control System for Robots Group Operating in 2-d Uncertain Environment. *Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie*, 2020, vol. 8, no. 21, pp. 470-479.

30. Medvedev M. Yu., Lazarev V. S. Metod formirovaniya traektorii dlya gruppy podvizhnyh ob"ektov s pomoshch'yu klasterizatsii v dvumernoj srede [Method of trajectory formation for a group of moving objects using clustering in a two-dimensional environment]. *Nauchnyj vestnik novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Scientific Bulletin of Novosibirsk State Technical University]. 2019, vol. 77, no. 4, pp. 45-54 (in Russian).

31. Pshikhopov V. Kh., Medvedev M. Yu., Solovyov V. V. Gibriddnaya sistema upravleniya dvizheniem bezekipazhnogo sudna v zadannuyu tochku [Hybrid control system for the movement of an unmanned vessel to a given point]. *Izvestiya SFedU. Engineering Sciences*, 2019, vol. 203, no. 1, pp. 163-176 (in Russian).

32. Pshikhopov V. Kh., Beloglazov D., Finaev V., Guzik V., Kosenko E., Krukhmalev V., Medvedev M., Pereverzev V., Pyavchenko A., Saprykin R., Shapovalov I., Soloviev V. *Path Planning for Vehicles Operating in Uncertain 2D Environments*. Elsevier, Butterworth-Heinemann, 2017. 312 p.

33. Pshikhopov V. Kh. Tekhnologii intellektual'nogo upravleniya ANPA v nedeterminirovannyh sredah [Intelligent control technologies of an autonomous uninhabited underwater vehicle in non-deterministic environments]. *Tekhnicheskie problemy osvoeniya mirovogo okeana* [Technical problems of the development of the world ocean], 2017, no.7, pp. 21-23 (in Russian).

34. Soloviev V., Finaev V., Medvedev M., Pshikhopov V., Shapovalov I. Hybrid path planner for a hexacopter in 3D uncertain environment. *4th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT)*. Barcelona, 2017, pp. 0684-0689.

35. Pshikhopov V., Medvedev M., Shibanov V., Shapovalov I. Path planning and control of vehicles in 3D environment using unstable modes. *4th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT)*, Barcelona, 2017, pp. 0621-0626.

36. Medvedev M., Gurenko B. Development of AUV path planner based on unstable mode. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 533, pp. 12-27.

37. Pshikhopov V. Kh., Medvedev M. Yu., Vasilyeva M. A. Nejrosetevaya sistema upravleniya dvizheniem robota [Neural network control system of robot movement]. *Sbornik trudov XIII Vserossijskogo soveshchaniya po problemam upravleniya VSPU-2019* [Proceedings of the XIII All-Russian meeting on management problems of VSPU-2019], 2019, pp. 2130-2134 (in Russian).

38. Dodonov A. G., Boichenko A. V. Razrabotka scenarijev analiticheskoy deyatel'nosti [Development of scenarios for analytical activity]. *Re'epsilon'stratsiya, zberigannya i obrob. danih* [Data distribution, storage and processing], 2010, vol. 12, no. 4, pp. 71-82 (in Russian).

39. Vysadka morskogo desanta [The landing of the amphibious assault]. *Military review*. Available at: <https://topwar.ru/9356-vysadka-morskogo-desanta.html> (accessed 14 January 2021) (in Russian).

40. *Rukovodstvo po vy`sadke desantov* [Guide to landing troops]. Moscow, Military Publishing House of the Ministry of Defense of the USSR, 1966. 95 p. (in Russian).

41. *Morskie desantny`e operacii* [Naval amphibious operations]. *Flag*. Available at: [http://bit.do/desant\\_operation](http://bit.do/desant_operation) (accessed 01 January 2021) (in Russian).

42. Batyushkin S.A. *Taktika: batal`on, rota*. [Tactics: battalion, company]. Moscow, Voenizdat, 2009. 416 p. (in Russian).

Статья поступила 10 ноября 2021 г.

### Информация об авторах

*Пшихопов Вячеслав Хасанович* – доктор технических наук, профессор. Директор Научно-исследовательского института робототехники и процессов управления. Южный федеральный университет. Область научных интересов: методы оптимального управления роботами; анализ и синтез систем группового управления роботами; интеллектуальное управление и планирование в робототехнических системах. E-mail: pshichop@rambler.ru

*Гонтарь Дмитрий Николаевич* – соискатель ученой степени кандидата технических наук. Старший преподаватель кафедры радиоэлектронной борьбы Военного учебного центра. Южный федеральный университет. Область научных интересов: анализ и синтез систем группового управления робототехническими средствами военного назначения, боевое применение робототехнических комплексов. E-mail: dgontar@sfnu.ru

*Мартьянов Олег Викторович* – кандидат технических наук. Руководитель Национального центра развития технологий и базовых элементов робототехники. Фонд перспективных исследований. Область научных интересов: анализ и синтез систем группового управления роботами, интеллектуальное управление и планирование в робототехнических системах. E-mail: fpi@fpi.gov.ru

Адрес: 347900, Ростовская обл., г. Таганрог, ул. Шевченко, д. 2.

---

## Conceptual Approaches to the Formation of Scenarios for the Combat Use of Groups of Robotic Systems

V. Kh. Pshikhopov, D. N. Gontar, O. V. Martyanov

**Relevance:** one of the most significant prospects for the development of military robotics is the combat use of robotic systems in groups. Known methods for solving combat and support tasks using robotic systems on the battlefield usually involve their single use, and existing research in the field of group use is fragmented and largely generalized. A great contribution to understanding the role and place of robotic systems in armed conflicts is made by the simulation of military operations, but today the models consider remote-controlled robots. In connection with the development of technologies that increase the autonomy of robotic systems, a relevant and insufficiently developed area of research is a comprehensive consideration of the issues of group use of robots in armed conflicts together with traditional forces. **The aim of the study** is

to systematize knowledge in terms of solving problems by groups of military-purpose robotic systems and to develop common approaches to creating models of their application. **Novelty:** the element of the novelty of the presented solution is the use of a scenario approach in creating conceptual models of the group usage of military robotic systems. **The results** include the main terms and their definitions which are used to develop scenarios for the group usage of military robotic systems on the battlefield, the generalized structure of a typical scenario using the example of the application model of the military robotic systems, and an analysis of its elements and relationships. **Practical significance:** the content of the article may be used to develop a control system of a group of robotic platforms for various purposes on the battlefield, to simulate future combat operations using robotic systems.

**Key words:** group usage, unmanned vehicle, scenarios, military robotic system, model.

### Information about Authors

*Vyacheslav Khasanovich Pshikhopov* – Dr. habil. of Engineering Sciences, Full Professor. Director of Research and Development Institute of Robotics and Control Systems. Southern Federal University. Field of research: methods for optimal control of robots; analysis and synthesis of group control systems for robots; intelligent control and planning in robotic systems. E-mail: pshichop@rambler.ru

*Dmitry Nikolaevich Gontar* – Doctoral Student. Senior teacher of the Department of electronic warfare of the Military training center. South Federal University. Field of research: analysis and synthesis of group control systems for robots; combat applications of robotic systems. E-mail: dgontar@sfedu.ru

*Oleg Viktorovich Martyanov* – Ph.D. of Engineering Sciences. Head of the National Center for the Development of Technologies and Basic Elements of Robotics. Advanced Research Foundation. Field of research: analysis and synthesis of group control systems for robots; intelligent control and planning in robotic systems. E-mail: fpi@fpi.gov.ru

Address: Russia, 347900, Taganrog, Shevchenko str., 2.