**Использование группы мобильных роботов для работы в сложных климатических условиях.**

С.С. Яковлев.

ЦНИИ РТК, Санкт-Петербург,

e-mail: syakovlev90@yandex.ru

Annotation**.**

Some annotation must be here.

Введение

Целью данной работы является рассмотрение задачи применения группы мобильных роботов в сложных климатических условиях на примере спасения людей с арктической нефтяной буровой платформы.

Спасение терпящих бедствие людей посредством автономных средств очень сложная цивилизационная проблема. В последнее время, в связи с увеличением добычи нефти и газа в прибрежных (шельфовых) зонах увеличивается количество аварий и, следовательно, жертв среди персонала. Опыт проведения многочисленных спасательных мероприятий показал, что применение известных средств и методов не отличается эффективностью.

К преимуществам группового подхода можно отнести: больший радиус действия, достигаемый за счет рассредоточения роботов по всей рабочей зоне; более высокая вероятность выполнения задания, достигаемая за счет возможности перераспределения целей между роботами группы в случае выхода из строя некоторых из них. При этом возникают новые проблемы группового управления и коммуникации, связанные с организацией группового взаимодействия роботов.

# Сложные климатические условия

Для климатических условий Арктики характерны следующие погодные особенности: низкие температуры, продолжительный период полярной ночи, сильные порывы ветра и штормы, метели, снежные и образованные движением льдов, ледяные торосы.

Такие условия предъявляют дополнительные требования к надежности систем и заставляют искать более сложные и надежные методы навигации, так как основная цель робототехнической системы спасение людей, промедление или отказ роботов, из-за невозможности производить нормальную навигацию из-за изменчивых погодных условий абсолютно недопустим.

Подобные неблагоприятные условия усложняют задачу выбора датчиков робота так как в различных погодных условиях те или иные датчики могут давать зашумленную, искаженную информацию о среде или вообще не работать. В Таблица 1 приведена оценка возможности применения различных датчиков и их работоспособность в различных климатических условиях.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Датчик | Погодные условия | Применимость |
| Видеокамеры | Полярная ночь | - |
| Метель | - |
| Сильный ветер | + |
| Качка | + |
| Ультразвуковой дальномер | Полярная ночь | + |
| Метель | - |
| Сильный ветер | - |
| Качка | + |
| Лазерный дальномер | Полярная ночь | + |
| Метель | - |
| Сильный ветер | + |
| Качка | + |
| Глобальная система навигации | Полярная ночь | + |
| Метель | + |
| Сильный ветер | + |
| Качка | + |
| Инерциальная навигационная система | Полярная ночь | + |
| Метель | + |
| Сильный ветер | + |
| Качка | - |

Из приведенной таблицы видно, что наиболее устойчивым к помехам, связанным с погодными явлениями, является датчик глобальной системы навигации. Значит, при построении карты и навигации робот должен опираться, прежде всего, на показания этих датчиков. Кроме того данные таблицы подтверждают необходимость иметь избыточную робототехническую систему с высокой степенью взаимозаменяемости. Взаимозаменяемость роботов обеспечит большую вероятность выполнения задачи. Так, например, в случае если роботы, оборудованные точными ЛСД станут не способны в полной мере выполнять свои функции (строить карты, выполнять разведку), то часть их задач смогут взять роботы, оборудованные УЗД, хоть и с потерей точности, но в целом группировка останется способной выполнять поставленные задачи.

Таким образом, по своему составу группировка роботов должна быть гетерогенной.

# Группы операций и состав группировки роботов для проведения операций спасения и эвакуации

Для проведения спасательной операции роботы должны выполнять ряд операций, которые можно разделить на следующие типы/категории:

* мониторинг;
* приведение группировки в боевую готовность;
* оптимальное распределение роботов на объекте;
* определение мест, где находятся спасаемые люди;
* спасение;
* быстрый уход роботов (со спасаемыми людьми) на безопасное расстояние.

Исходя из набора операций выполняемых роботами, спасательная группировка должна включать в себя:

* роботов мониторов/разведчиков;
* роботов-рабочих;
* роботов-перегрузчиков;
* робот-информатор;
* транспортные роботы.

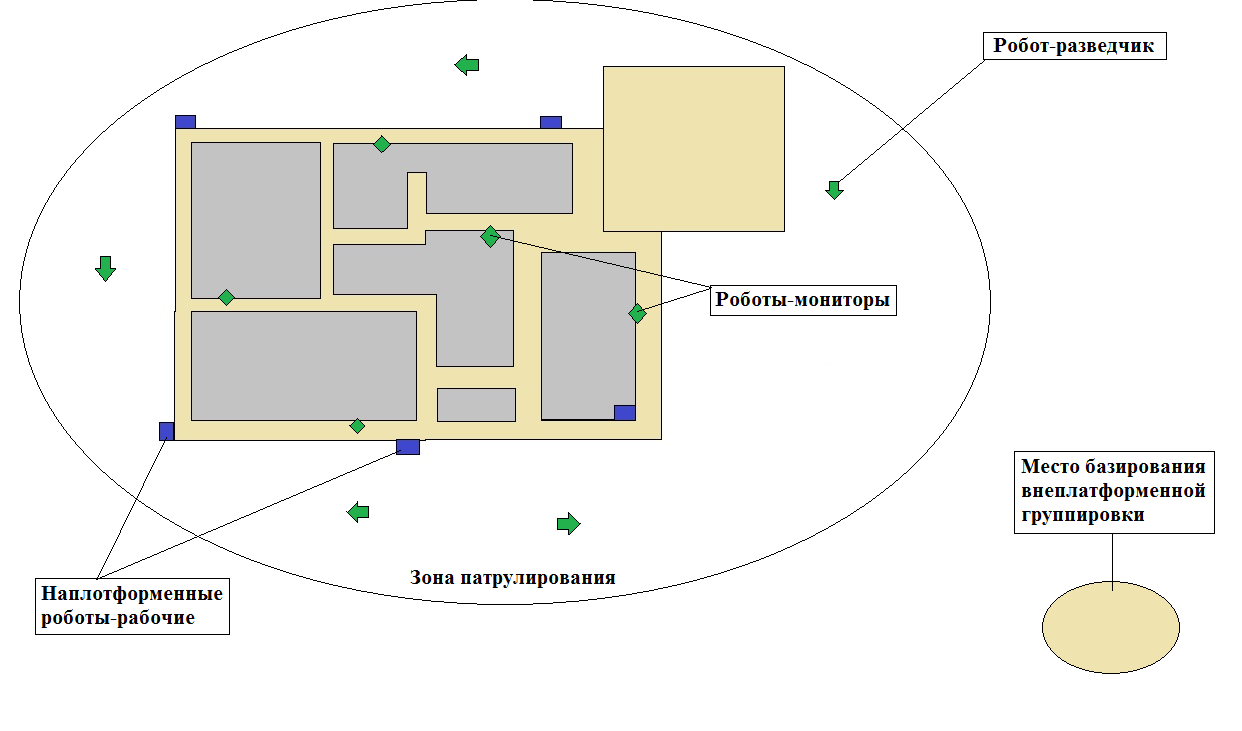
Каждый из этих типов роботов выполняет соответствующую функцию.

# Роботы разведчики

Мониторинг одна из главных задач выполняемых группировкой. Сбор наиболее полной информации о состоянии платформы, расположении людей на них, состоянии путей и мест эвакуации, расположение других роботов и их состояние играют важнейшую роль для выбора правильной стратегии поведения во время операции спасения.

Роботы разведчики выполняют мониторинг на протяжении всего времени работы станции, для обеспечения информации о приближении ее к внештатной ситуации. Остальные роботы, для создания более полной картины происходящего, также производят мониторинг тех участков, на которых они находятся во время выполнения спасательной операции.

До появления сигнала на начало развертывания группировка находится в состоянии штатного мониторинга. Роботы разведчики производят мониторинг состояния платформы: роботы-мониторы, находящиеся на платформе в стационарном состоянии фиксируют состояние среды вокруг себя, внося дополнительный информационный вклад в разведку состояния платформы, дополняя информацию полученную системой датчиков самой станции.

Рисунок 79е8прни – расположение группировки спасательных роботов во время штатной работы станции.

Так же под роботами-мониторами могут подразумеваться штатные системы самой нефтяной платформы, если они полностью обеспечивают группировку спасательных роботов информацией о ее состоянии рисунок 79е8прни.

Для обеспечения более полной информации о состоянии станции может применяться группа роботов-разведчиков, осуществляющих патрулирование некоторой зоны вокруг платформы, на рисунке 79е8прни такие роботы обозначены зелеными стрелками. Необходимо обеспечить избыточность роботов-разведчиков как наплатформенных, так и внеплатформенных для повышения надежности системы, так как для выработки правильной стратегии поведения группировки нужна, прежде всего, полнота информации о состоянии платформы. Также должна быть группа наплатформенных роботов-разведчиков для обеспечения группировки и людей полной информацией о состоянии на борту платформы, а также для выполнения функции сопровождения людей во время эвакуации.

Для ускорения процесса эвакуации людей и обеспечения их информацией о состоянии путей эвакуации должна быть предусмотрена система звукового голосового информирования, использующая информацию о состоянии группировки и морской нефтяной платформы. Такая система должна своевременно сообщать о состоянии открытых и недоступных для эвакуации участков, а также информировать спасающихся о наиболее быстрых и безопасных маршрутах эвакуации. Такой подход поможет избежать паники, сэкономить время до прибытия робота-разведчика, обеспечить спасение людей и оптимизировать их движение по маршрутам эвакуации даже в отсутствии роботов-разведчиков.

# Начало спасательной операции

Зафиксировав, что платформа находится в состоянии близком к аварии, группировке роботов поступает сигнал на развертывание. Робот-информатор предупреждает экипаж об опасности, а остальные роботы занимают необходимые позиции. Наплатформенные роботы разведчики выдвигаются к наиболее опасным участкам платформы и вероятным путям эвакуации людей. Внеплатформенные роботы-разведчики, занятые в патрулировании зоны вокруг платформы, перемещаются к местам эвакуации людей и наиболее опасным зонам вне платформы. Стоит отметить, что роботы движутся не непосредственно к самым опасным зонам, а остаются от них на достаточном для мониторинга расстоянии, чтобы не быть поврежденными в случае возникновения аварии.

Роботы-рабочие выдвигаются к местам эвакуации и скоплениям людей, а также занимают позиции в соответствии с некоторыми критериями оптимальности (например, зона покрытия, близость к людям, удаленность от опасных зон). Перед возникновением аварии необходимо обеспечить сохранность роботов-рабочих, так как в случае их выхода из строя, многие опасные ситуации (тушение пожара, ликвидация сложных завалов, и др.) станет невозможно устранить. Данная стратегия относится одинаково и к наплатформенным и внеплатформенным роботам-рабочим.

Роботы-перегрузчики размещаются неподалеку от мест эвакуации людей. Под местами эвакуации понимаются зоны на платформе, оборудованные штатными средствами эвакуации к которым во время аварии расчищают путь роботы-рабочие, сопровождают роботы-разведчики и направляет робот-информатор.

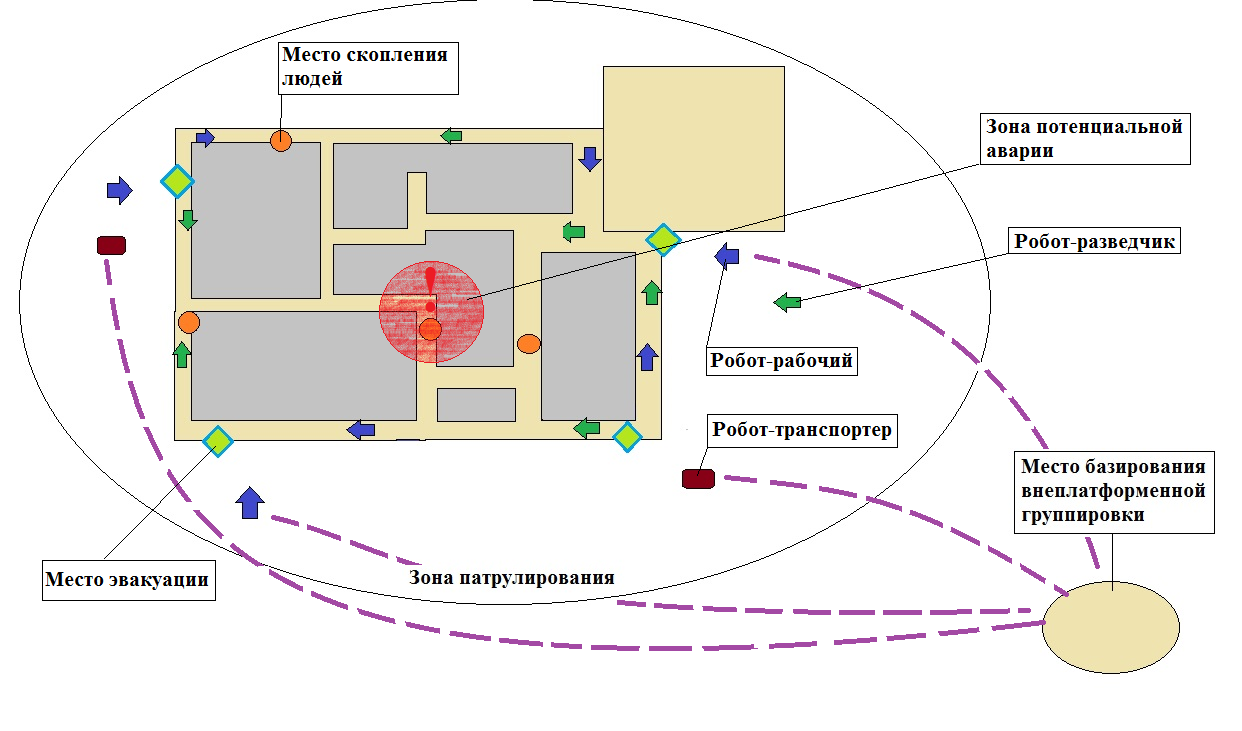


Рисунок щщ98777в – развёртывание группировки спасательных роботов

Расположение и движение роботов в процессе развертывания схематично изображено на рисунке щщ98777в. На рисунке зона возможной аварии выделена красным цветом, траектории движения роботов от места базирования внеплатформенной СГР обозначена пунктиром.

Транспортный робот, относящийся к внеплатформенной СГР, размещается на достаточном удалении от платформы, чтобы не быть поврежденным. Людей к нему доставляют роботы перегрузчики. Наплатформенный транспортный робот (если он предусмотрен) ожидает посадки спасающихся на борт.

Расположение роботов в момент возникновения аварии показано на рисунке 14\_12\_29\_фыглвр. Пунктиром обозначены маршруты движения некоторых роботов.

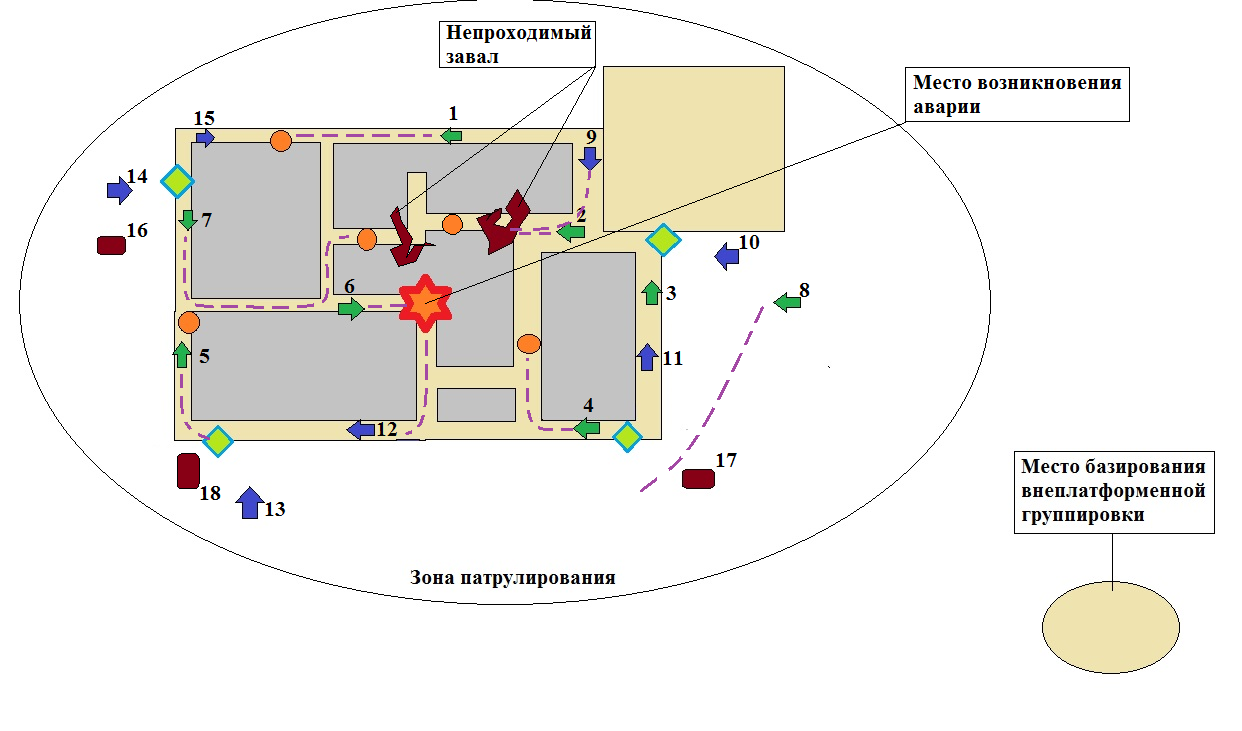


Рисунок 14\_12\_29\_фыглвр – расположение роботов в момент аварии

Наплатформенные роботы-разведчики обозначены цифрами 1-7, внеплатформенные представлены роботом с номером 8. Внеплатформенные роботы-разведчики производят патрулирование участка вокруг платформы, поиск людей, мониторинг состояния платформы и прилегающих участков, производят поиск препятствий. Эти роботы должны обеспечить группировку информацией о безопасности маршрутов отхода от нефтяной платформы и безопасности зон вокруг нее для размещения в ней других роботов и людей.

Если внеплатформенные роботы-разведчики уже выполняют функции мониторинга и патрулирования то прибывшие из места базирования остальные такие же роботы присоединяются к ним, распределяя задачи между собой и увеличивая тем самым надежность системы, точность информации и скорость выполнения задач. Если патрулирование в штатном режиме не проводится или все внеплатформенные роботы-разведчики были уничтожены в ходе аварии, то прибывшие роботы приступают к патрулированию самостоятельно. В этом случае другие роботы группировки должны размещаться вокруг платформы с учетом неполноты информации о ней. Приближаться к зонам эвакуации и препятствиям в таком случае роботы-рабочие и транспортёры должны только в случае, если собственные сенсоры роботов не дают информации об опасности и если подтверждено нахождение в такой зоне человека. На рисунке изображен робот 8 и участок его маршрута, робот находится в состоянии патрулирования и поиска.

Наплатформенные роботы 1-7 во время аварии производят патрулирование на борту платформы с целью поиск людей и разведки маршрутов эвакуации. На рисунке 14\_12\_29\_фыглвр робот под номером 1 движется к обнаруженному человеку. Робот номер 5 уже обнаружил спасаемого и привлек его внимание, дальше он в режиме сопровождения проводит человека до точки эвакуации. В момент, когда робот-разведчик переходит в режим сопровождения, он отдает сигнал о начале сопровождения и координаты или номер места эвакуации.

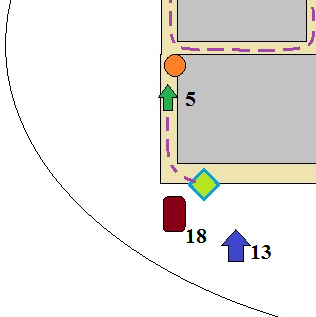


Рисунок 56нгрокива – робот-разведчик сопровождает спасаемого к месту эвакуации

К месту эвакуации выдвигается робот-транспортер на рисунках 56нгрокива и 14\_12\_29\_фыглвр он обозначен номером 18.

Робот номер 13 – робот-рабочий, размещенный в этом месте в соответствии с критериями оптимального расположения роботов-рабочих вокруг платформы. Находясь в этой зоне, он производит мониторинг, дополняя данные о состоянии нефтяной платформы из своей зоны, также размещены роботы 14 и 10. Эти роботы находятся на достаточно близком расстоянии от основных точек эвакуации.

Робот 12 получив сигнал, движется к месту аварии для предупреждения распространения пожара.

Наплатформенный робот-разведчик 6 занимается сбором информации о месте аварии и состоянии маршрутов эвакуации вокруг него. Робот 2 обнаружил непроходимый завал на платформе и также производит мониторинг вокруг него (рисунок 0ыв03дщ3).

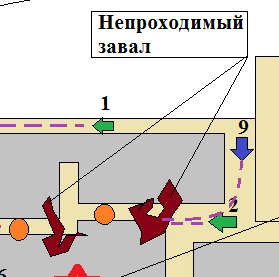


Рисунок 0ыв03дщ3 – участок платформы с завалами

Робот-рабочий 9 движется для начала расчистки завала и спасения заблокированных людей, обнаруженных средствами робота 2 или другими датчиками и средствами платформы. Освободив проход от препятствий, робот-рабочий уходит выполнять следующую задачу или переходит в режим мониторинга, а робот-разведчик 2 переходит в режим сопровождения и начинает сопровождение спасаемых к ближайшему доступному месту эвакуации. Одновременно сигнал получает робот-транспортер 17 и выдвигается к тому месту эвакуации, куда производит сопровождение робот-разведчик (рисунок пвапав94567).

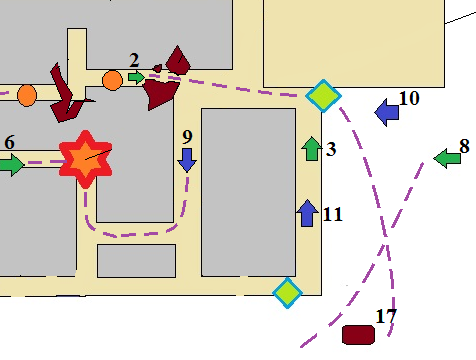


Рисунок пвапав94567 – эвакуация после расчистки маршрута

После того как люди поднимутся на борт робота-транспортера 17, он начинает движение к транспортному роботу, который находится в безопасной зоне на некотором удалении от морской нефтяной платформы. Транспортный робот обозначенный на рисунке 8шпит657г номером 19, начинает движение на встречу роботу транспортеру, чтобы сократить время спасения. Происходит стыковка роботов, и пассажиры транспортера переходят на транспортный робот.

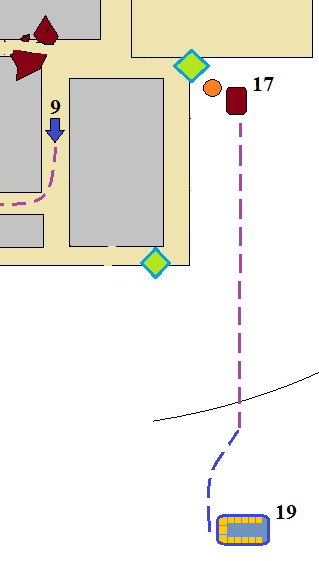


Рисунок 8шпит657г – движение транспортного робота и робота транспортера

Робот транспортер не должен глубоко заходить в опасную зону, а должен лишь немного приблизиться и подготовиться для стыковки, чтобы ускорить спасение. После того как спасаемые перейдут на борт транспортного робота, он возвращается в безопасную зону, а робот-транспортер переходит к выполнению следующей задачи.