

Глава 8

Спецификация требований: Решения

Решение 3.1 Идентификация типов требований

При выполнении этого задания не должно возникнуть сложностей. Все, что необходимо сделать - это создать элементы "требований" и связать их друг с другом отношениями зависимости со стереотипом. В данном случае я разбиваю требования на две диаграммы, как показано на Рис. 8-1 и Рис. 8-2. Обратите внимание, что я воспользовался возможностью Rhapsody по добавлению графических изображений на диаграммах. В данном случае на изображении отображены элементы системы в контексте их использования.

Система управления дорожным перекрестком
Родраннер: Обзор

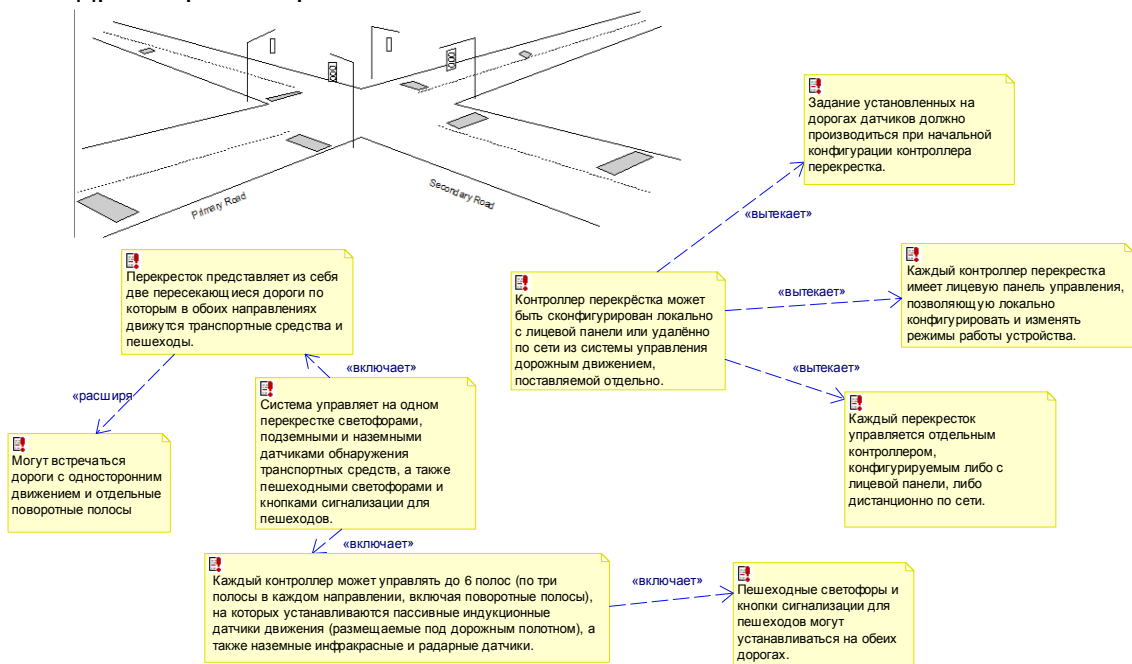


Рис. 8-1: Обзор основных требований

Система управления дорожным перекрестком Рoadраннер: Специальные режимы

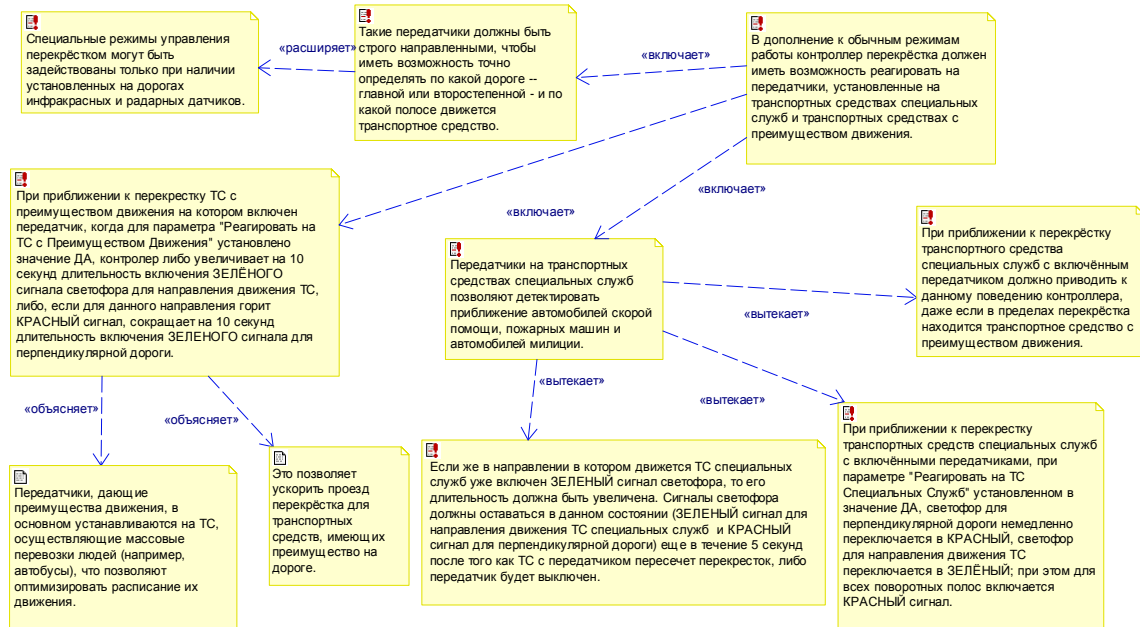


Рис. 8-2: Требования для специального режима

Решение 3.2 Определение вариантов использования для системы управления дорожным перекрестком Roadраннер.

На Рис. 8-1 изображены варианты использования для системы управления дорожным перекрестком Roadраннер. Два основных варианта использования системы: "Конфигурирование системы" и "Управление движением". В варианте использования "Конфигурирование системы" система взаимодействует либо с оператором лицевой панели, либо с удаленным монитором. Независимо от того как система конфигурируется, она также выполняет свое основное назначение - управляет движением.

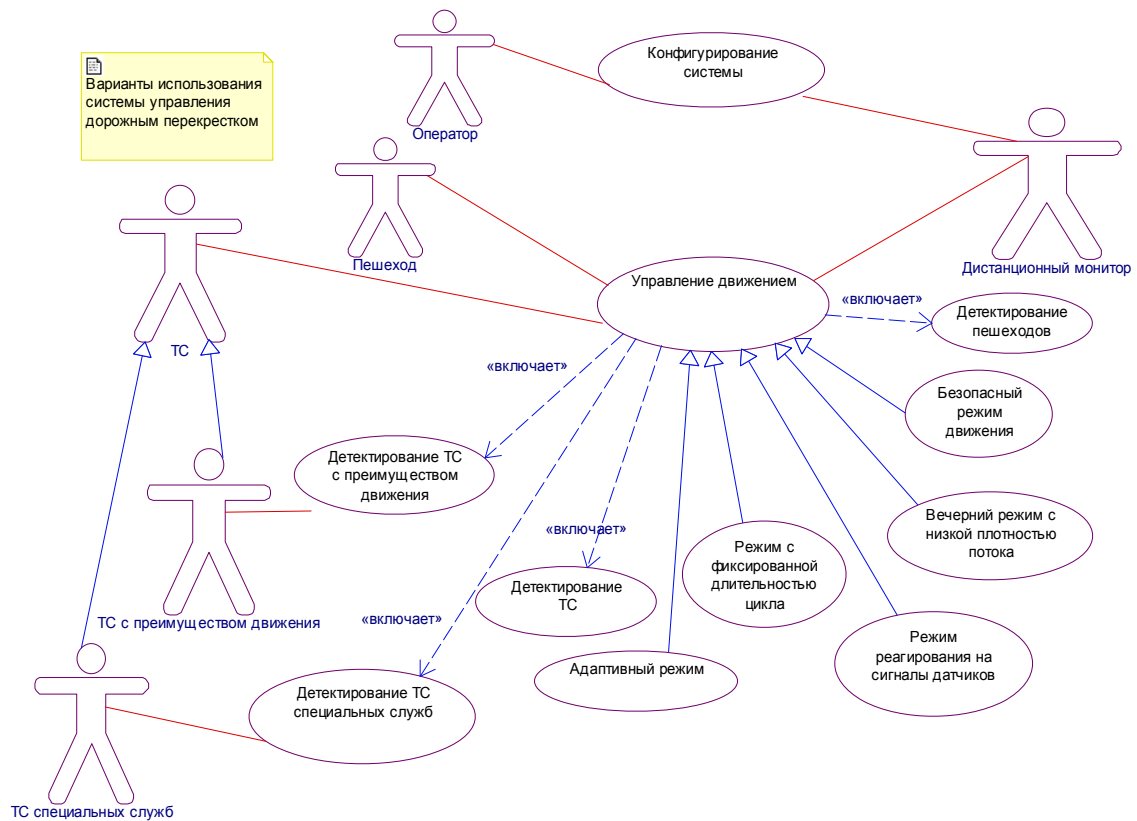


Рис. 8-3 Варианты использования системы Рoadraner

Отношения между вариантами использования выбирались очень тщательно. Можно было бы определить единственный вариант использования "Управление движением", конечный автомат которого определял бы различные режимы в виде высокоуровневых вложенных состояний для данного варианта использования. Результирующий конечный автомат был бы очень сложным. Я посчитал, что лучше будет создать несколько разновидностей режимов управления движением, определив для каждого из них более простой конечный автомат. В данном случае перекресток может переключаться из режима в режим. Однако с точки зрения операционного представления системы эти режимы независимы друг от друга и поэтому моделируются с помощью различных вариантов использования системы. Обратите внимание, что каждый из этих вариантов использования удовлетворяет критериям, сформулированным в главе 3.

- Они предоставляют значимый результат как минимум для одного действующего лица
- Они содержат как минимум три сценария, каждый из которых содержит несколько сообщений между действующими лицами и системой.
- Они содержат много операционных требований.
- Они ничего не показывают или подразумевает о внутренней структуре системы.
- Они не зависят от других вариантов использования и могут выполняться параллельно с другими вариантами использования (это необязательное требование).

Разумеется, в большинстве этих режимов управления движением потребуется возможность детектировать транспортные средства и пешеходов. Эти возможности также моделируются с помощью вариантов использования. Поскольку они востребованы в нескольких вариантах использования, входящих в вариант использования "Управление движением", то ясно, что они находятся на более низком уровне абстракции, чем, например, вариант использования "Вечерний режим с низкой плотностью движения". Мы используем отношения зависимости со стереотипом «включает» для отображения подобного вида отношений. Мы могли бы определить два варианта использования: "Детектирование ТС специальных служб" и "Детектирование ТС с преимуществом движения", уточняющих вариант использования "Детектирование ТС". Действительно, реакция системы в этих двух случаях: появления ТС специальных служб и ТС с преимуществом движения, является существенно отличающимся и с большой вероятностью будет использоваться разными способами с точки зрения операционного представления системы. Но несмотря на наличие аргументов в пользу данного способа, я решил так не поступать. Наша задача на данной фазе состоит в моделировании и организации требований согласованным образом, чтобы их структура была логичной, имела смысл, и могла использоваться на последующих этапах анализа и проектирования. Существует ряд хорошо зарекомендовавших себя приемов организации требований, которые могут использоваться для этой цели.

Обратите внимание на разновидности действующего лица "ТС" (Транспортное средство). "ТС специальных служб" и "ТС с преимуществом движения" являются разновидностями "ТС". Для них определены специализированные отношения с вариантами использования, а также отношения, унаследованные ими от действующего лица "ТС". Несмотря на то, что мы отображаем отношения обобщения между действующими лицами, мы не определяем между ними отношений ассоциаций. Почему? Во-первых, они находятся за границами системы, а у нас и так достаточно работы по спецификации и проектированию тех частей, которые нам необходимо сконструировать. Во-вторых, поскольку действующие лица находятся за пределами системы, мы можем очень слабо или почти не можем управлять их взаимодействием. Если эти взаимодействия в будущем изменятся, то наша модель потеряет свою актуальность и станет неверной. Поэтому, лучше сосредоточиться на тех частях системы, которые нам нужно создать.

Что можно сказать насчет выбора действующих лиц? Почему мы выбираем именно этих действующих лиц? Почему мы не используем вместо них такие объекты, как "кнопка", "транспортный светофор", "пешеходный светофор", "детектор транспортных средств"? Правило большого пальца, которое я использую при определении действующих лиц, называется "В упаковке". Если объект находится внутри "упаковки", в которой я поставляю конечный результат проекта заказчику -- вне зависимости от того, что это: электроника, механический компонент или программное обеспечение -- то такой объект является *внутренним для системы*. Если же это объект предоставляется заказчиком, либо находится во внешнем окружении, то это –

действующее лицо. Таким образом, действующее лицо -- это объект, который взаимодействует с объектами, которые находятся в "упаковке", но сам находится *вне* ее. В формулировке задачи содержатся светофоры, кнопки и датчики, поэтому я предполагаю, что все они будут содержаться в "упаковке", которая поставляется заказчику для установки на перекрестке. Это всегда очень важный вопрос, поскольку мы, как разработчики и производители продукции, должны четко представлять себе границы нашей системы и то, что именно мы разрабатываем. Если в формулировке задачи указывается: "интерфейс с устройствами моделей XXX и YYY автоматизированной системы управления светофором для регулирования дорожного движения", то действующими лицами будут они, а не транспортные средства, как в нашем случае. Итак, действующим лицом может являться любой объект – растение, животное (в том числе и человек), неорганический элемент (например, полупроводниковое устройство на основе кремния), которое взаимодействует с системой неким интересным для нас образом.

И последнее замечание относительно действующих лиц. Что мы можем сказать о действующем лице "Дистанционный монитор"? В спецификации указано, что система может управляться удаленно по сети. Заметьте, что это действующее лицо не является сетевой картой, но элементом, который использует сетевую карту для реализации интересующей нас функциональности. Мы хотим определить действующих лиц с точки зрения прикладного взаимодействия, а не технологии, используемой для обмена данными; с технологией мы разберемся позднее – на этапе проектирования.

Дополнительные вопросы

- В чем заключается проблема, когда в модели имеется два отдельных варианта использования "Управление движением пешеходов" и "Управление движением ТС"?

Решение 3.3 Группировка требований по вариантам использования

Для выполнения этого задания я взял вариант использования "Детектирование ТС". Я создал в модели отдельные элементы для каждого требования из постановки задачи и привязал их к варианту использования при помощи отношений зависимости. Я посчитал полезным выполнить декомпозицию этого варианта использования на два варианта использования: первый для детектирования с использованием подземного пассивного индукционного датчика и второй для детектирования надземным датчиком. Я также поместил на диаграмму изображение, чтобы показать области детектирования для инфракрасных и радио датчиков. Мне показалось, что это улучшит понимание.

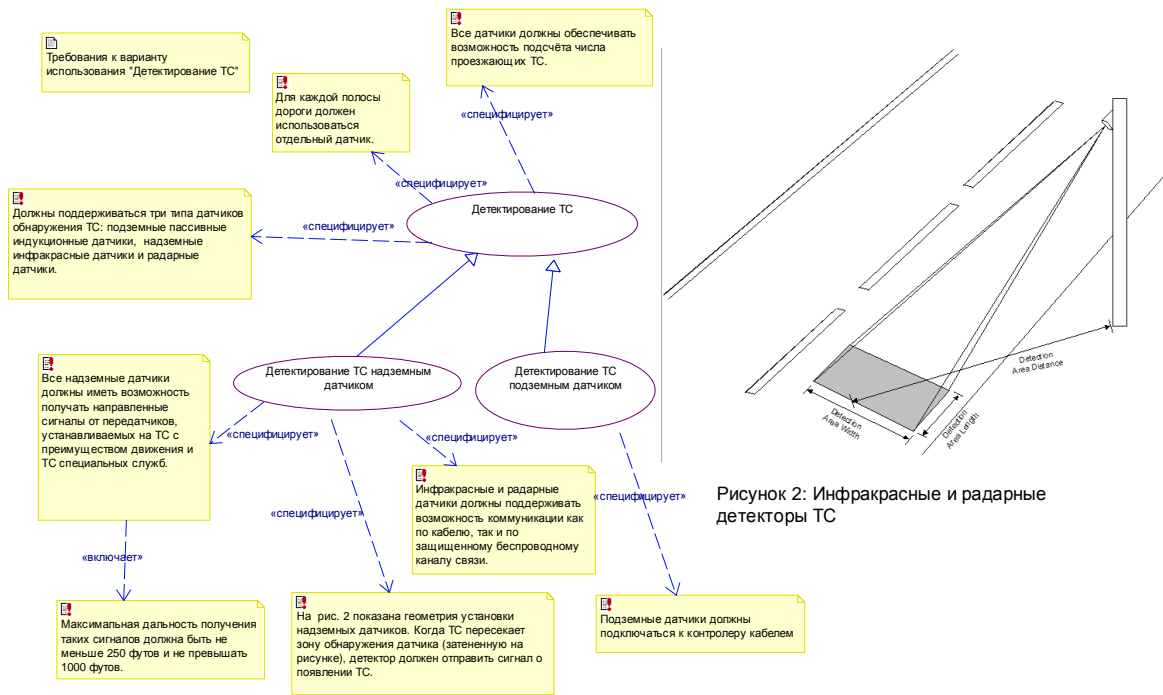


Рис. 8-4: Требования для варианта использования "Детектирование ТС"

Решение 3.4 Идентификация вариантов использования для системы БЛА Койот

БЛА Койот является достаточно большой системой. Если бы мы определили все варианты использования на одном уровне абстракции, то в результате получили бы несколько сотен вариантов использования. Поскольку назначение вариантов использования состоит в группировке операционных требований в удобные для использования, логически связанные наборы, такой вариант их организации просто неприемлем. На диаграммах ниже мы определили высокоуровневые варианты использования и затем декомпозировали их на отдельных диаграммах. Мы также добавили к модели пакет для хранения параметрических требований к системе.

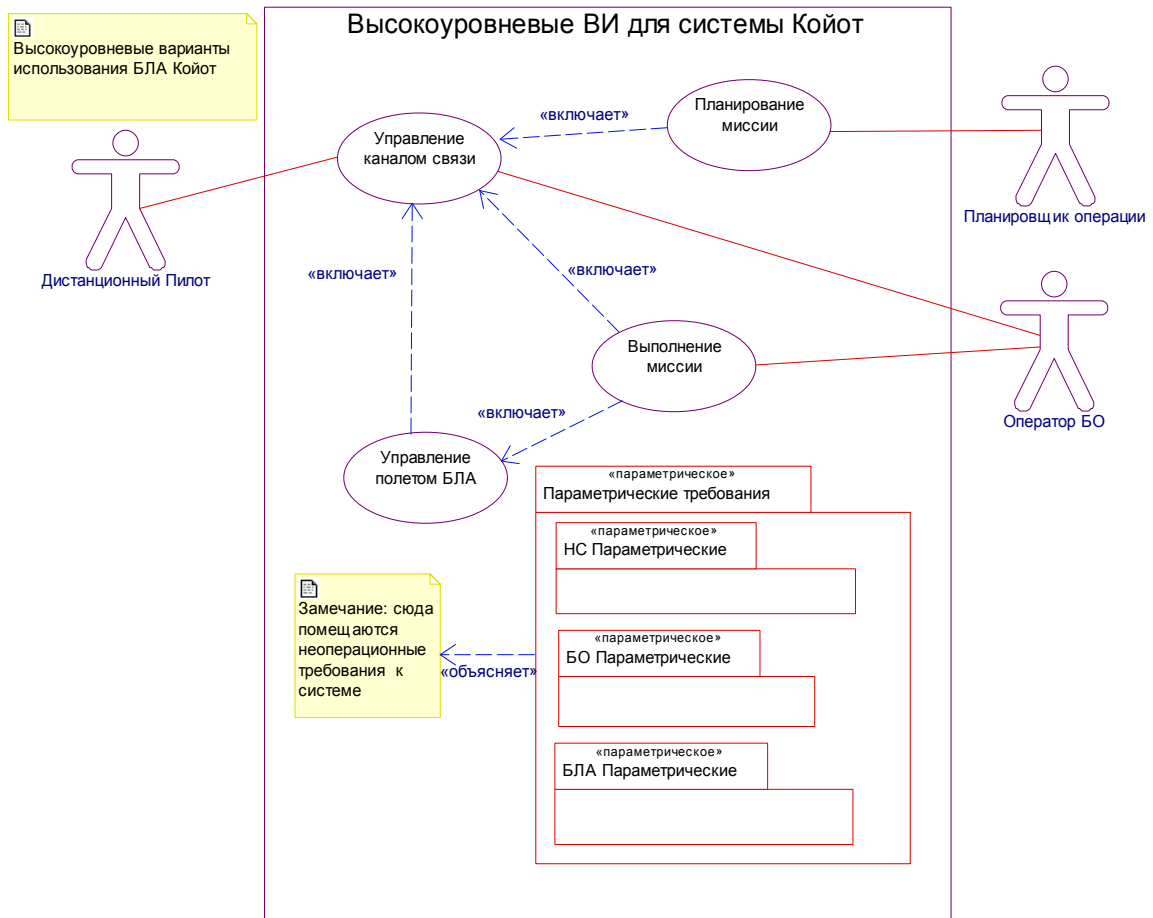


Рис. 8-5: Высокоуровневые варианты использования для БЛА Койот

На Рис. 8-5 показаны варианты использования самого верхнего уровня. Все эти варианты использования, за исключением ВИ "Управление каналом связи", будут подвергнуты декомпозиции на последующих диаграммах. В Rhapsody вы можете добавить гиперссылки для того чтобы связать эти варианты использования с детальными диаграммами использования. Также обратите внимание на пакет "Параметрические требования". Он содержит несколько вложенных пакетов, каждый из которых содержит элементы требований и диаграммы.

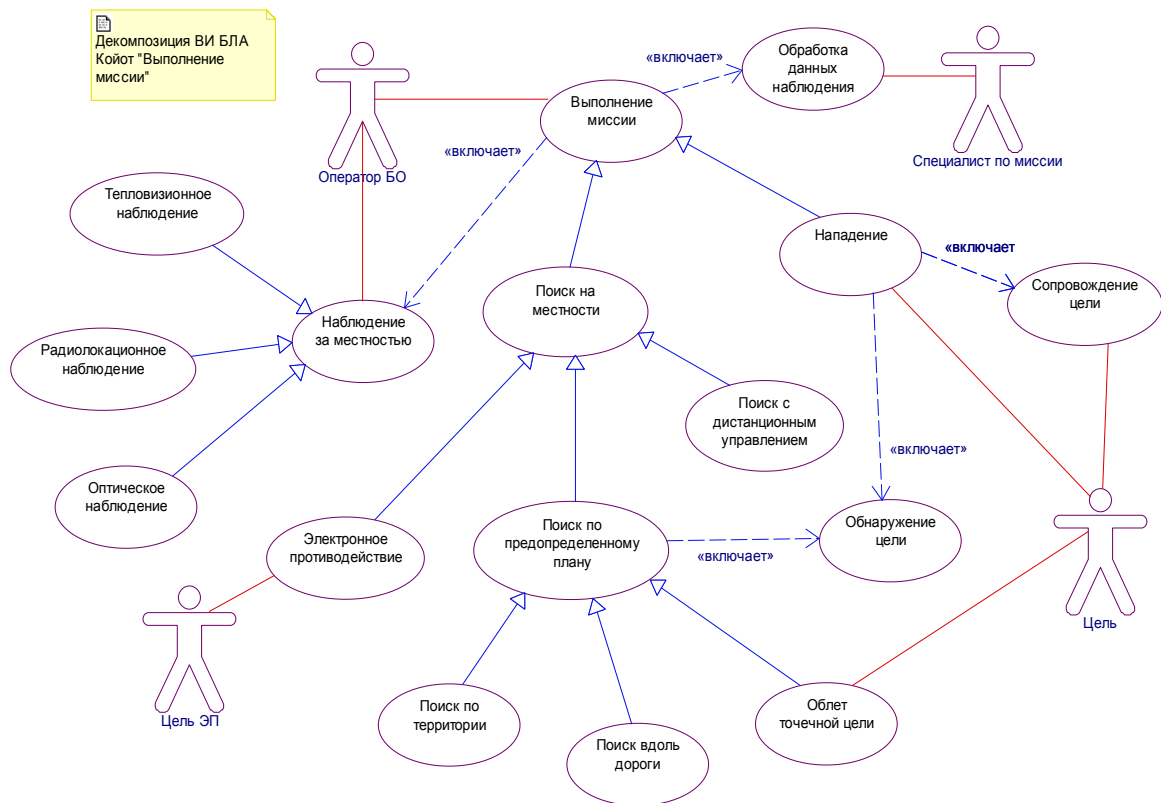


Рис. 8-6: Декомпозиция варианта использования БЛА Койот "Выполнение миссии"

На Рис. 8-6 показана декомпозиция варианта использования "Выполнение миссии". Этот вариант использования содержит (через отношение «включает») два других варианта использования – "Наблюдение за местностью" и "Обработка данных наблюдения". Для данного варианта использования также определены два специализированных варианта использования – "Наблюдение за местностью" и "Нападение". Каждый из этих вариантов использования подвергнут дальнейшей декомпозиции. Для первого определен специализированный вариант использования "Электронное противодействие", "Наблюдение по предопределенному плану", "Наблюдение с дистанционным управлением". Наблюдение по предопределенному плану означает загрузку и выполнение полетного задания, которое может включать в себя задания на поиск в заданной области, вдоль дороги, либо облет точечной цели (например, оборонительного укрепления).

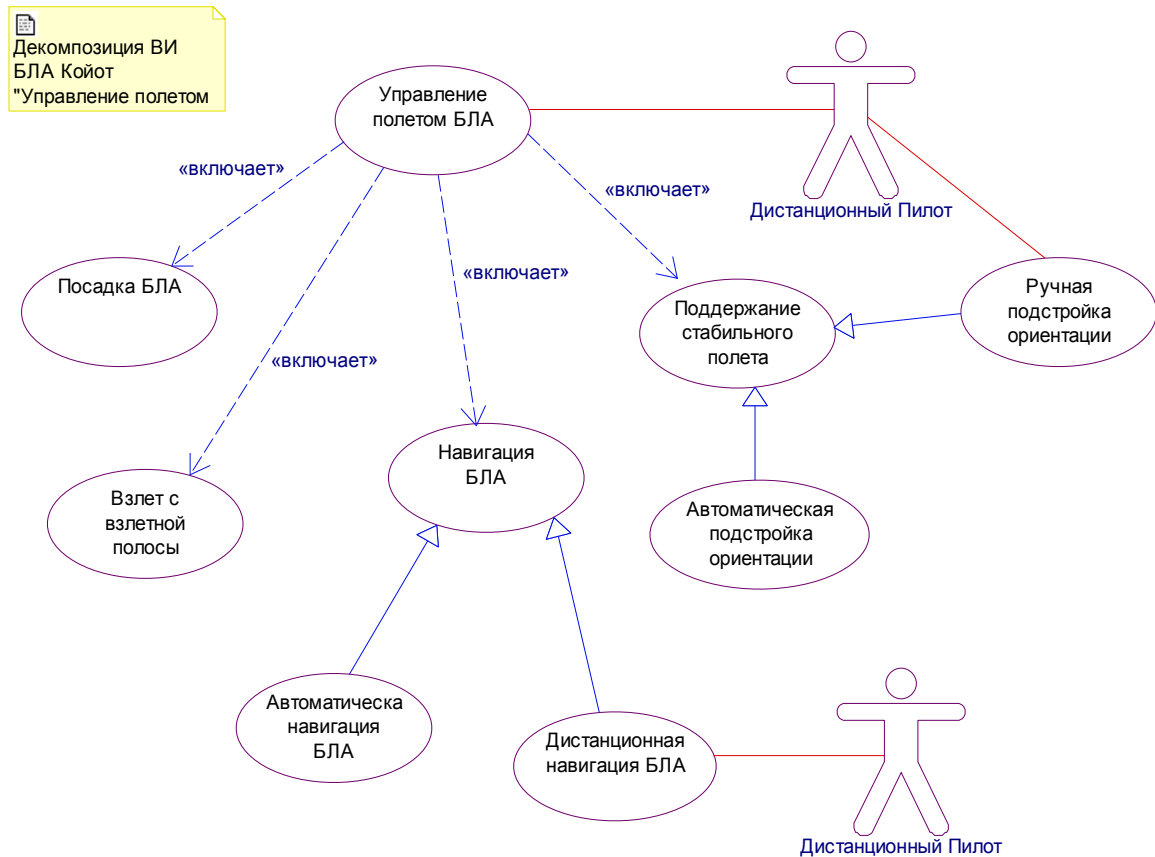


Рис. 8-7: Декомпозиция варианта использования БЛА Койот "Управление полетом БЛА"

Декомпозиция варианта использования "Управление полетом БЛА" показана на Рис. 8-7. Важно помнить о том, что каждый из этих низкоуровневых вариантов использования все равно является вариантом использования уровня системы. Это означает, что каждый из них содержит множество дополнительных требований, набор сценариев, а также может быть описан при помощи конечного автомата или диаграммы деятельности.

Дополнительные вопросы

- Как бы выглядела модель вариантов использования, если бы она состояла из вариантов использования одного уровня? Нарисуйте диаграмму такой модели и сравните ее с предложенной иерархической моделью. Какая модель проще для использования и навигации?

Решение 3.5 Определение параметрических требований

Это достаточно простое упражнение, в котором вам предлагается попрактиковаться в определении и структурировании параметрических требований, а также в их представлении в модели. В проектах по созданию программного обеспечения такие требования часто игнорируются; однако, в проектах по разработке программно-аппаратных систем очень важно их зафиксировать и отслеживать.

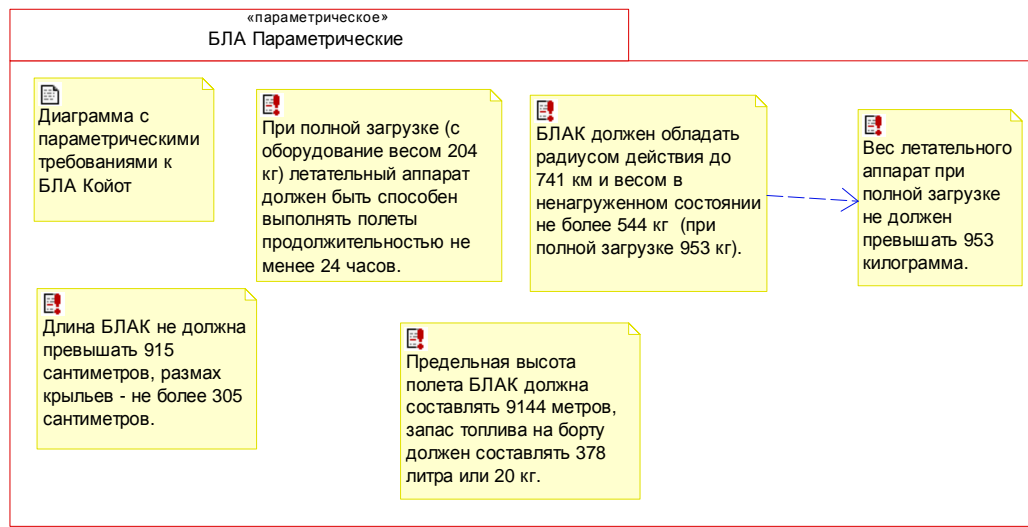


Рис. 8-8: Параметрические требования для БЛА Койот

Решение 3.6 Определение требований к качеству

Требования к качеству представляют из себя ограничения, относящиеся к другому требованию или варианту использования. В системах реального времени требования к качеству являются очень важными, поскольку они определяют количественные требования, такие как производительность, нагрузка, пропускная способность, то есть вопросы важные для любой системы реального времени. Для данной системы в постановке задачи определены несколько требований к качеству, относящиеся к функционированию летательного аппарата, такие как максимальная высота полета, максимальная скорость, средняя скорость и т.д. Если требование не является требованием к взаимодействию, его место в пакете «БЛА Параметрические»; если требование является операционным требованием, его необходимо привязать к соответствующему варианту использования. В данном примере это выполнено для варианта использования "Управление полетом БЛА". Я создал новую диаграмму использования, поместил на нее ранее созданный вариант использования "Управление полетом БЛА" и затем добавил на нее требования к качеству. Они связаны с вариантом использования отношением зависимости со стереотипом «квалифицирует». Это показано на Рис. 8-9.

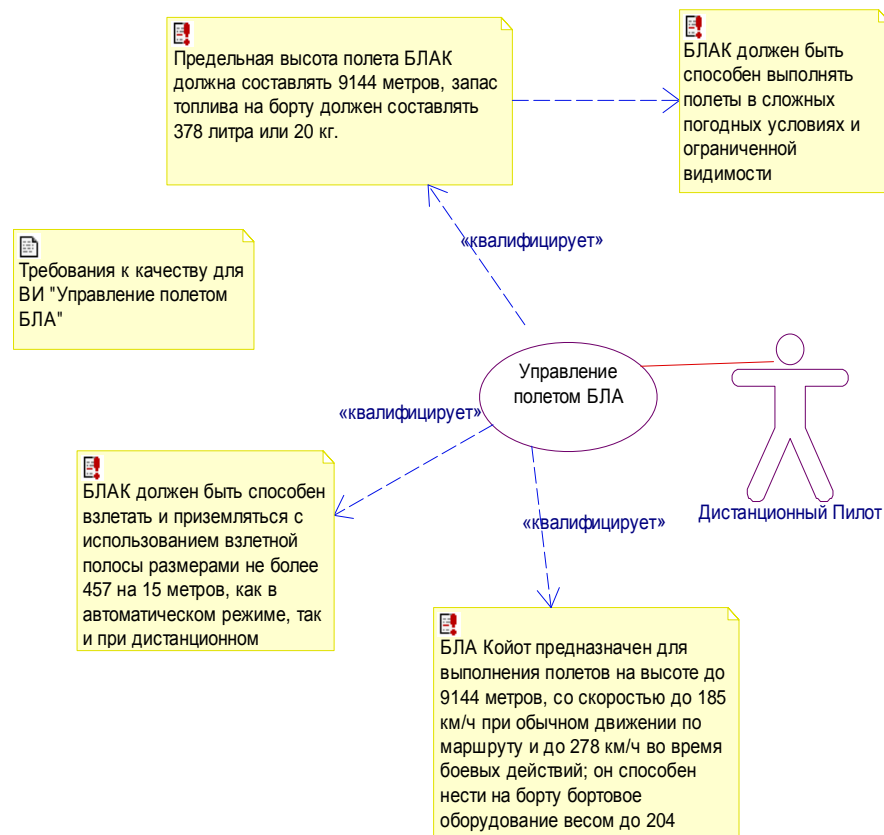


Рис. 8-9: Требования к качеству

Решение 3.7 Операционное представление: Определение сценариев для дорожного перекрестка

Для этого задания был выбран вариант использования "Режим реагирования на сигналы датчиков". В данном варианте использования система функционирует в режиме с определенной длительностью цикла до тех пор, пока не поступит сигнал от транспортного средства или от пешехода, появившихся на перекрестке. В голову приходят много различных сценариев, например:

- Движение отсутствует (система функционирует в режиме с фиксированной длительностью цикла)
- Транспортное средство приближается к перекрестку по дороге В, в то время как для дороги А горит зеленый свет транспортного светофора.
- Транспортное средство приближается к перекрестку по дороге В, в то время как для дороги А горит зеленый свет транспортного светофора, и горит зеленый сигнал пешеходного светофора.
- Транспортное средство приближается к перекрестку по дороге В, в то время как для дороги А горит зеленый сигнал светофора на поворот.

- Транспортное средство приближается к перекрестку по дороге В, в то время как для дороги А горит зеленый сигнал светофора на поворот, а пешеход ждет, когда можно будет продолжить двигаться вдоль дороги А.
- Пешеход приближается к перекрестку по дороге В, в то время как для дороги А горит зеленый свет транспортного светофора.
- Пешеход приближается к перекрестку по дороге А, при этом для дороги А горит зеленый свет транспортного светофора.
- Транспортное средство приближается к перекрестку по дороге А для поворота, в то время как для дороги А горит зеленый свет транспортного светофора.
- Транспортное средство приближается к перекрестку по дороге В, в то время как для дороги А горит зеленый свет транспортного светофора; когда для дороги А загорается желтый свет транспортного светофора, к перекрестку по дороге А подходит пешеход.
- Транспортное средство приближается к перекрестку по дороге В, в то время как на дороге А горит зеленый свет транспортного светофора; когда на дороге А загорается желтый свет транспортного светофора, к перекрестку по дороге А подъезжает транспортное средство.

Затем, разумеется, к приведенному списку следует добавить сценарии для случаев приближения к перекрестку ТС специальных служб или ТС с преимуществом движения и т.д. Можно придумать несколько десятков различных сценариев, определяющих различные варианты взаимодействия между системой и действующими лицами, которые будут входить в данный вариант использования.

Тем не менее, для решения поставленной задачи нам будет достаточно определить всего три сценария. Для наших целей я проработаю следующие сценарии:

- Движение отсутствует (система функционирует в режиме с фиксированной длительностью цикла)
- Транспортное средство приближается к перекрестку по дороге В, в то время как для дороги А горит зеленый свет транспортного светофора и горит зеленый сигнал пешеходного светофора.
- Пешеход приближается к перекрестку по дороге В, в то время как для дороги А горит зеленый свет транспортного светофора.

Даже в самом простом сценарии, когда движение отсутствует, есть несколько интересных моментов (см. Рис. 8-10). Во-первых, обратите внимание на то, что система отображается на диаграмме с помощью линии жизни варианта использования. Это очень разумно и может интерпретироваться как "система в данном варианте использования". Некоторые люди считают, что использование для этого линии жизни варианта использования не очень интуитивно понятно, и предпочитают отображать линию жизни для объекта «система». Так сделано в третьем сценарии; при этом смысл остается прежним. В обоих случаях, линия жизни обозначает систему в рассматриваемом варианте использования.

Далее, заметим, что действующие лица в сценарии совпадают с действующими лицами, отображенными на диаграмме использования (см. Рис. 8-3). Поскольку вариант использования "Режим реагирования на сигналы датчиков" является специализированной формой варианта использования "Управление движением", он также наследует и всех действующих лиц, с которыми система взаимодействует в данном варианте использования. Чтобы создать пустой сценарий, мы перетащили мышью элементы варианта использования и действующих лиц из обозревателя модели Rhapsody на пустую диаграмму последовательности. После этого мы добавили детали сценария. Поскольку сценарий описывает конкретное реализовавшееся взаимодействие, он содержит конкретные экземпляры действующих лиц. Существуют два типа действующих лиц для представления транспортных средств: один тип – для главной дороги, другой – для второстепенной дороги. Также существует и два типа действующих лиц для пешеходов. В этом простом сценарии система реализует автономное поведение, основанное на времени, так что нет необходимости отображать действующих лиц на диаграмме. Однако для других сценариев действующие лица понадобятся; поэтому я добавил их, чтобы вид диаграммы оставался одинаковым для всех сценариев.

Есть еще один аспект на который стоит обратить внимание - это моделирование времени. Некоторые разработчики отображают время в виде действующего лица; что я считаю совершенно неправильным. Время – это не объект, от которого система получает сообщения. Время – это часть устройства вселенной. Внутри системы мы будем определять объекты-таймеры, которые будут посылать сообщения, информирующие об истечении определенного промежутка времени. Такие сообщения отображаются в виде "сообщений самому себе". Лично я считаю этот способ более правильным для отображения времени, чем использование для этого действующего лица. Rhapsody предоставляет специальный инструмент для отображения таймаута – в виде сообщения самому себе, исходящее из маленького квадратика на линии жизни. Для отображения незавершенного таймаута, линия сообщения изображается с помощью пунктира. Шестиугольники на рисунке отображают условные метки - новые элементы, появившиеся в UML 2.0, которые показывают в каком состоянии находится система. Условные метки не являются обязательными элементами; однако, я добавил их в первые два сценария, чтобы сделать диаграммы более понятными. Сравните два первых сценария с третьим и сделайте вывод о том, действительно ли эти метки помогают понять сценарий.

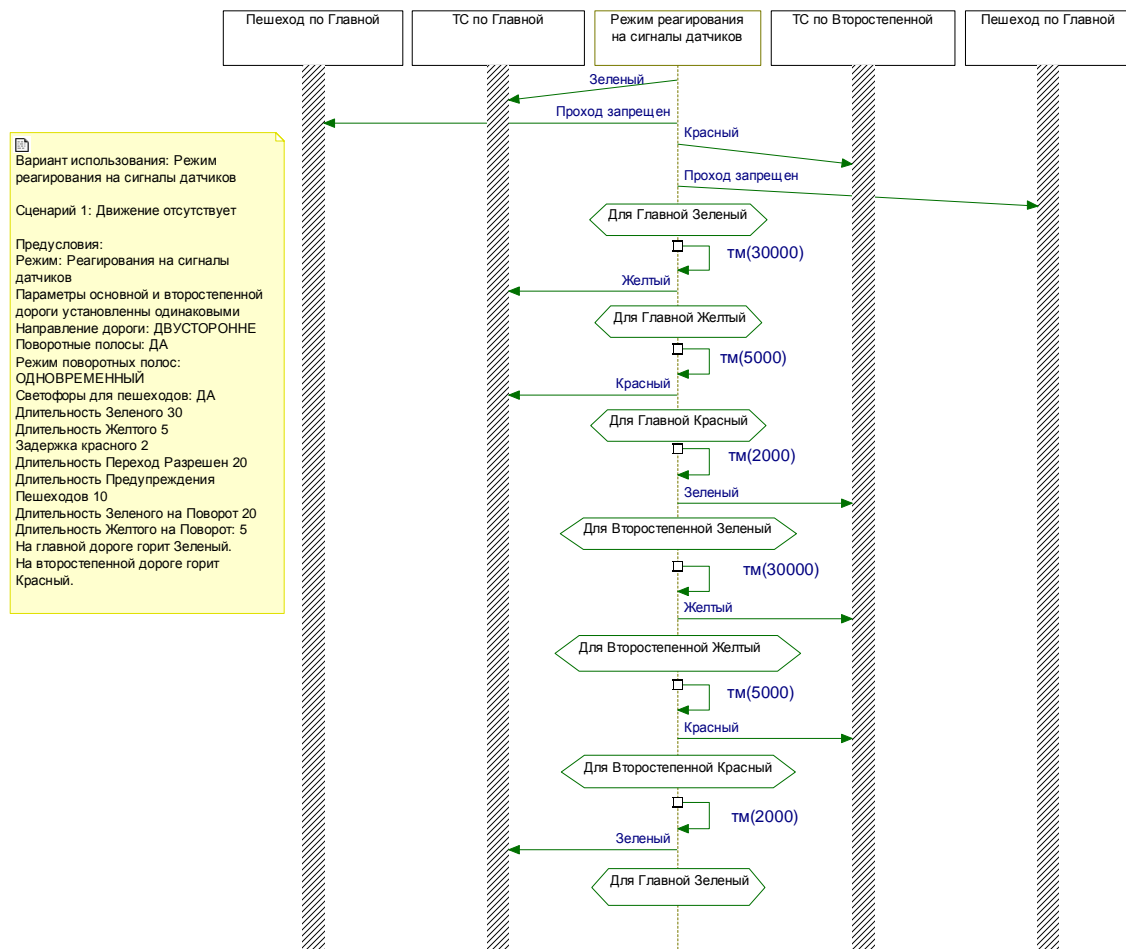


Рис. 8-10: Сценарий 1 для системы управления дорожным перекрестком

Первый сценарий полезен, поскольку он отображает простой пример поведения системы в варианте использования "Режим с фиксированной длительностью цикла". Более интересный пример показан в следующем сценарии (см. Рис. 8-11).

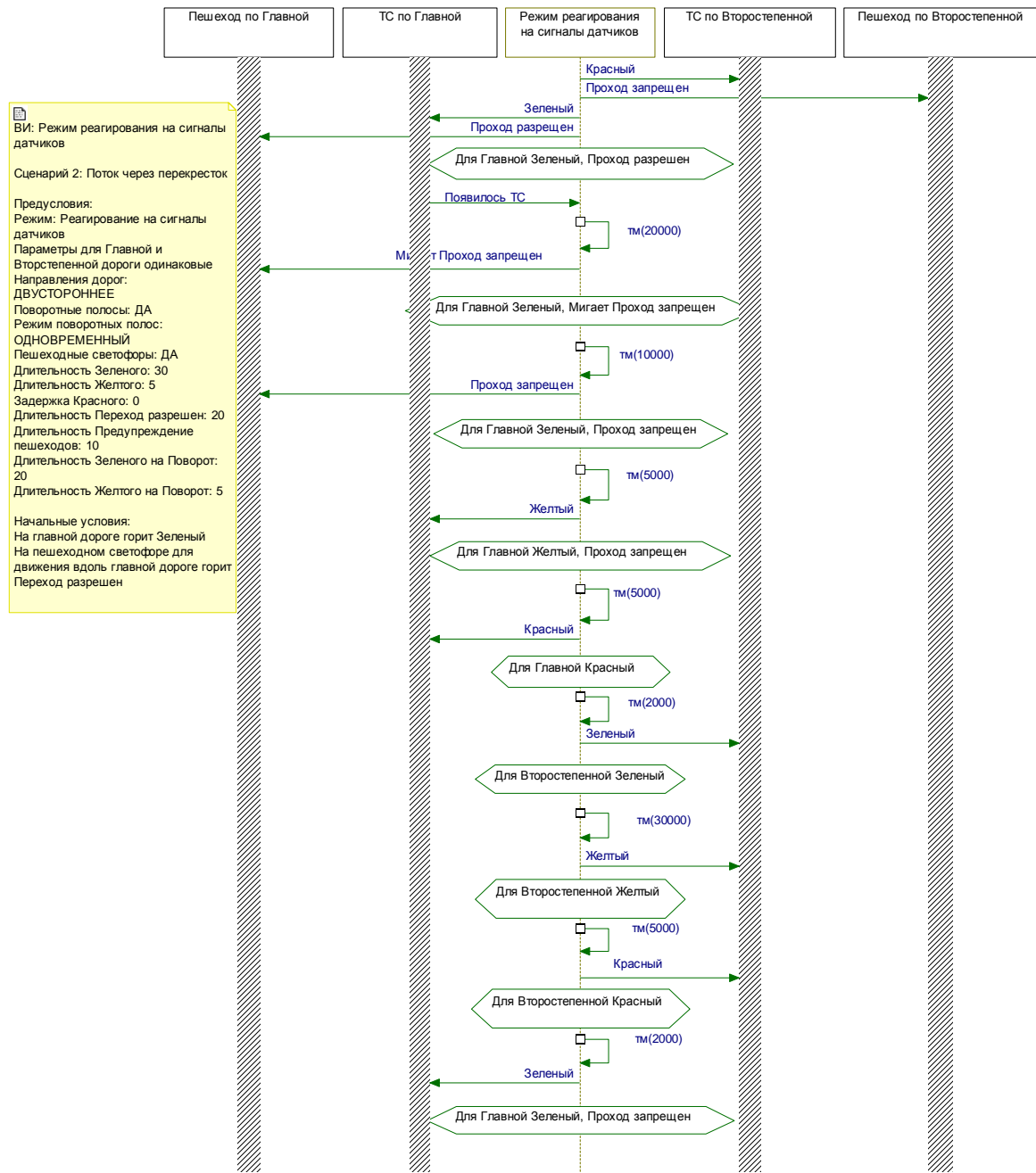


Рис. 8-11: Сценарий 2 для системы управления дорожным перекрестком

Последний сценарий в этом разделе относится к ситуации, когда пешеход приближается к перекрестку по второстепенной дороге, в то время как для главной дороги горит зеленый свет. Этот сценарий отображен способом, несколько отличным от двух предыдущих. Сделано это с целью, чтобы показать все имеющиеся возможности. Во первых, главная линия жизни посередине отображает объект «система», а не вариант использования. Как уже упоминалось ранее, выбор между вариантом использования и объектом "система" – это вопрос личного предпочтения.

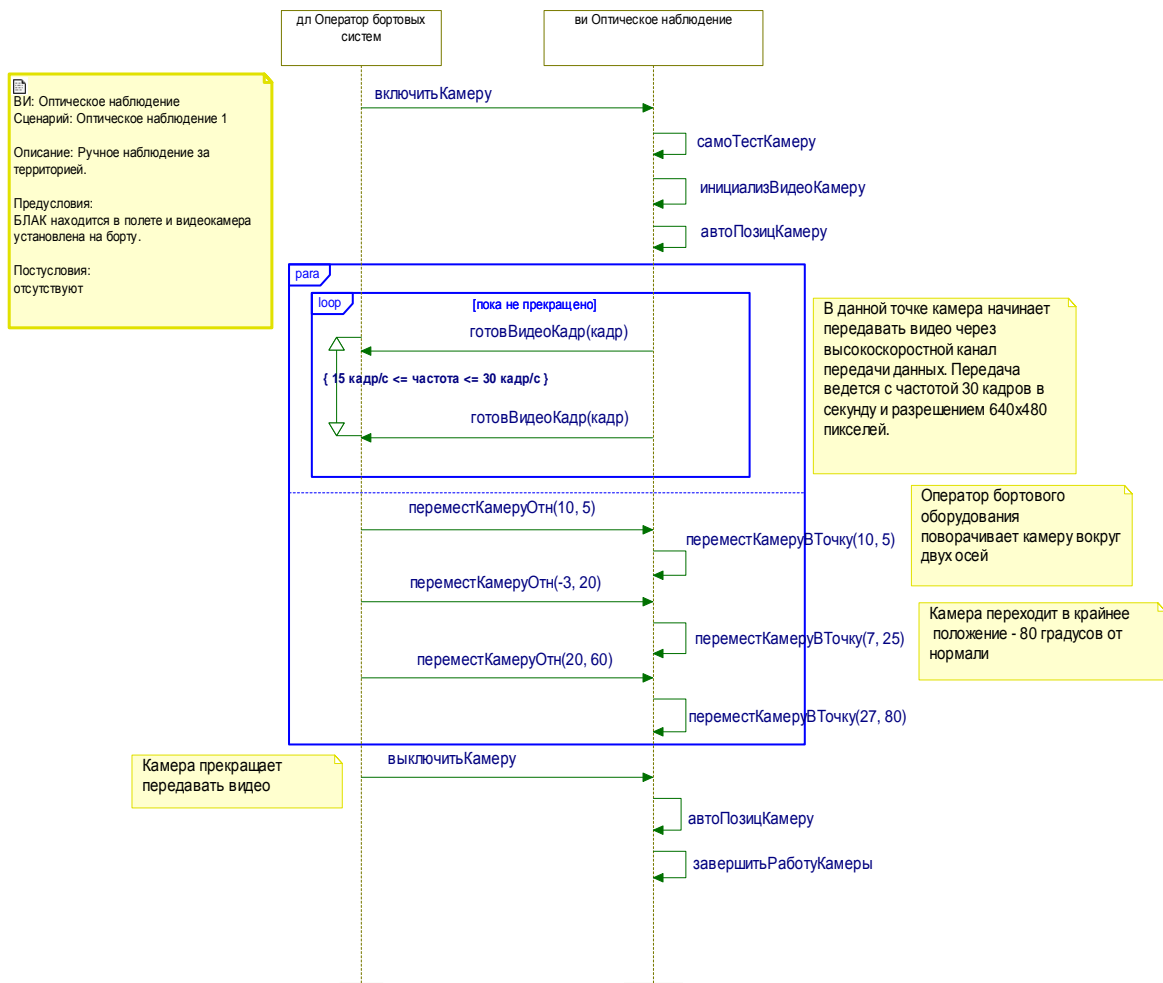


Рис. 8-13: Сценарий 1 для системы БЛА Койот

Первый сценарий, изображенный на Рис. 8-13, описывает ручное перемещение камеры в соответствии с командами, поступающими от оператора. Вначале камера включается. После включения, камера начинает передавать поток видеоданных с частотой 30 кадров в секунду и разрешением 640 на 480 пикселей. Обработка команд по перемещению камеры производится независимо от получения изображений. Это показано при помощи фрагмента взаимодействия "параллельный". Получение изображений производится до тех пор пока камера не будет выключена, что показано при помощи фрагмента взаимодействия "цикл".

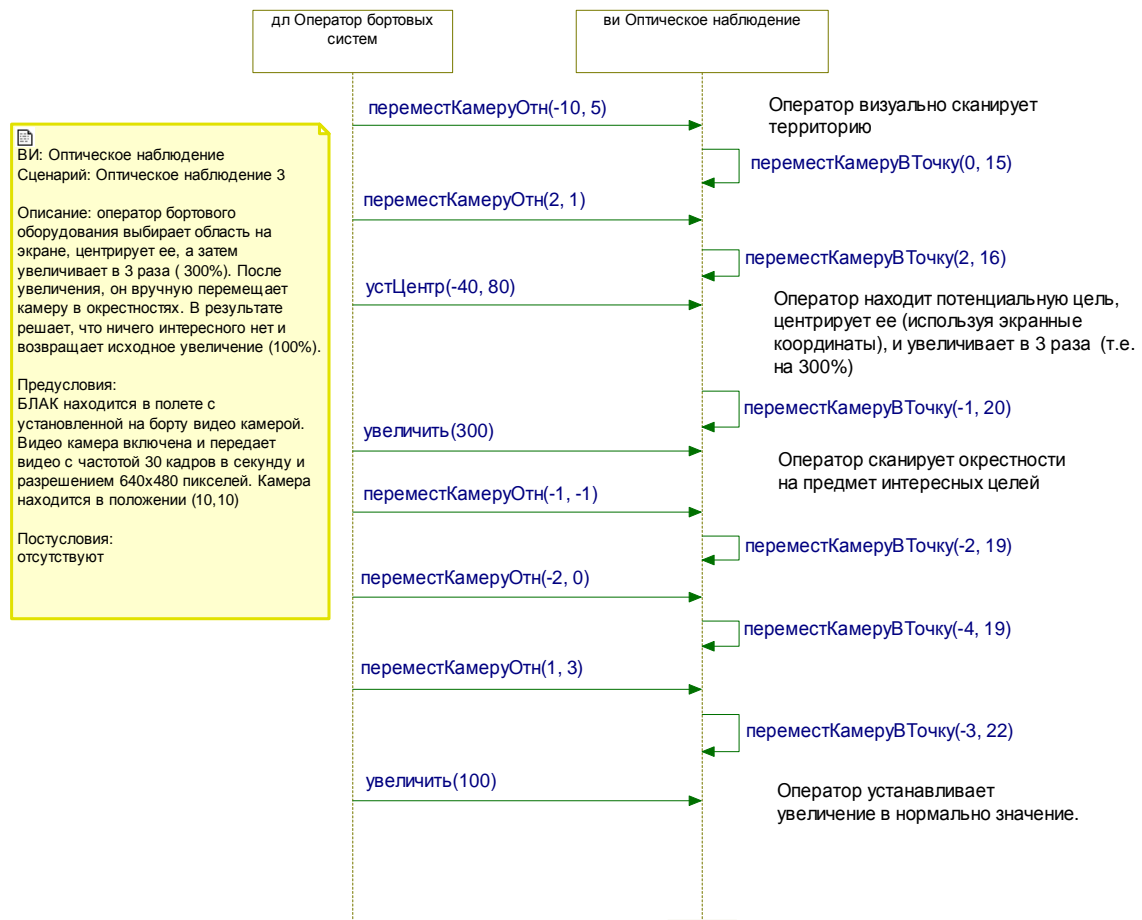


Рис. 8-15: Сценарий 3 для системы БЛА Койот

Последний сценарий, изображенный на Рис. 8-15, описывает следующие действия оператора: выбор области наблюдения, центрирование и увеличение масштаба изображения. После того как масштаб изображения будет увеличен до 300%, оператор перемещает область просмотра, и в данном случае, не обнаружив ничего интересного, снова уменьшает масштаб изображения до обычного значения (100%).

Решение 3.9 Представление спецификации: Описание варианта использования

Эта задача не должна представлять никаких трудностей для читателя. Цель этого упражнения – предоставить возможность сделать описание варианта использования на практике. Описания вариантов использования важны, так они содержат информацию, необходимую для понимания варианта использования. Не забывайте, что создание модели вовсе не означает что вам не нужно делать описания и добавлять комментарии!

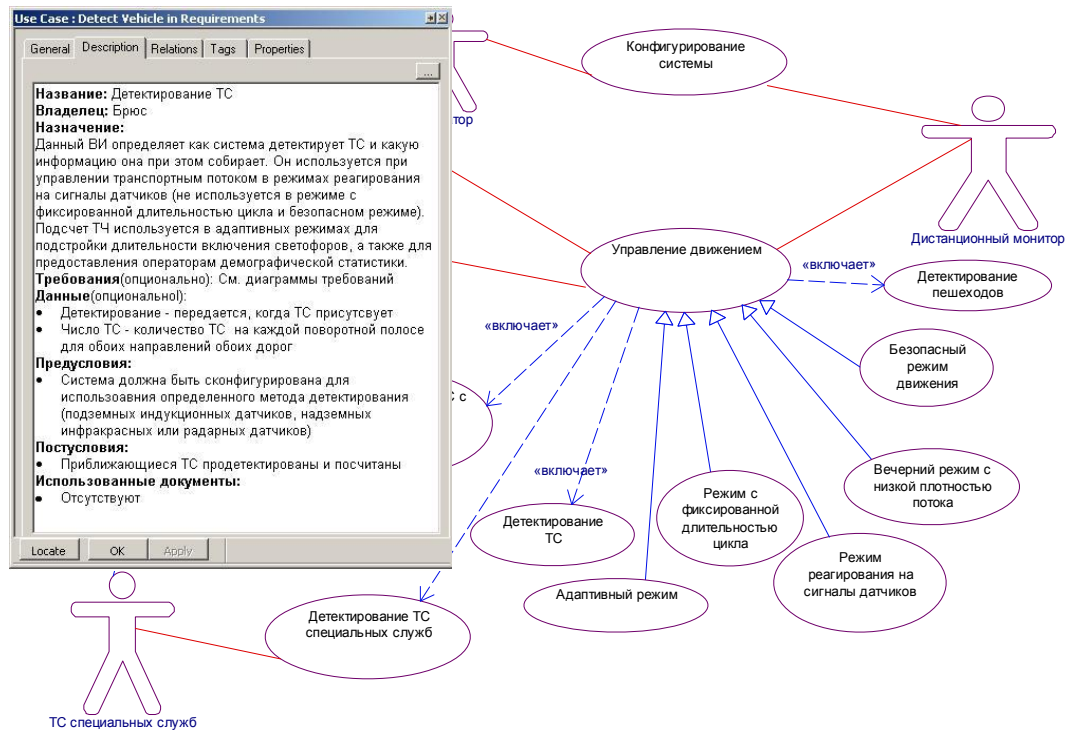


Рис. 8-16: Описание варианта использования для системы Родраннер

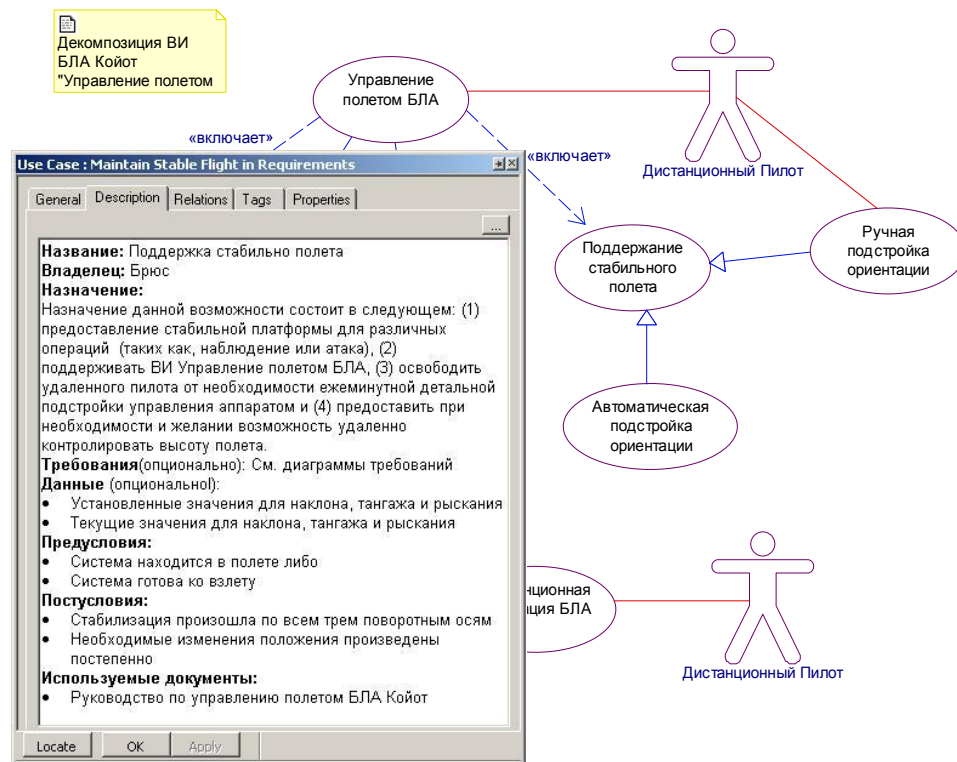


Рис. 8-17: Описание варианта использования для системы БЛА Койот

Решение 3.10 Представление спецификации: Сбор сложных требований

Первая часть этой задачи понятна без лишних пояснений и предназначена для демонстрации исключительных возможностей, которые предоставляют конечные автоматы для сбора требований. Рассматриваемое поведение может быть описано с помощью трех состояний – одно для обеспечения задержки перед тем, как светофоры начнут мигать (чтобы дать возможность транспортным средствам, уже находящимся на перекрестке, завершить движение до того, как светофор перейдет в новый режим работы), второе – для горящих сигналов светофоров, и третье – для не горящих сигналов светофоров. Переходы из каждого из этих трех состояний происходят по прошествии заданных промежутков времени.

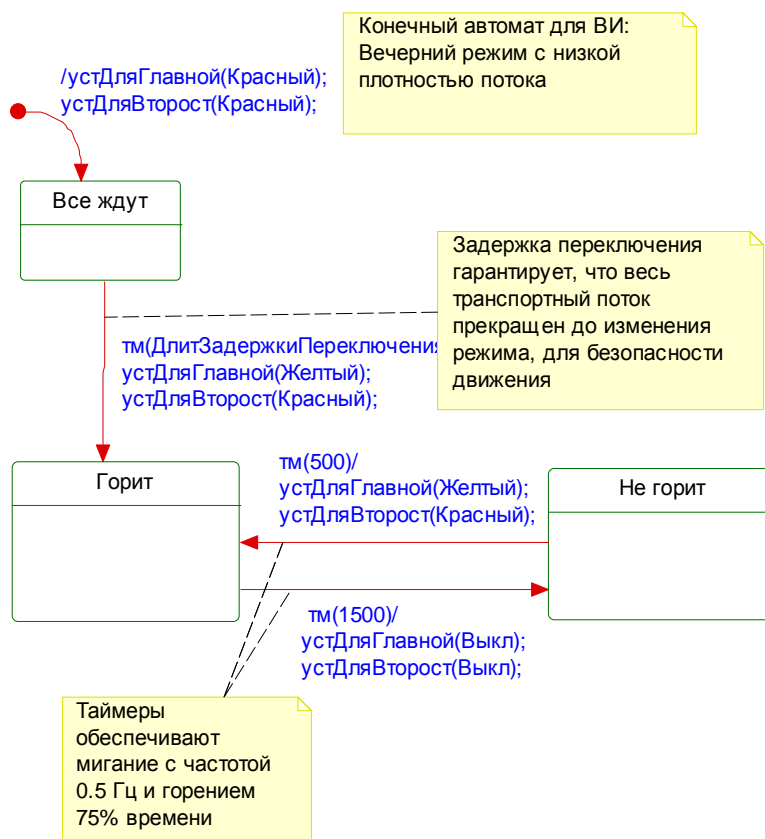


Рис. 8-18: Конечный автомат для варианта использования 1

Второй конечный автомат устроен гораздо сложнее. Чтобы лучше с ним разобраться, мы будем создавать его постепенно, используя информацию, которая содержится в постановке задачи. Я рекомендую использовать поэтапный подход -- выполните часть задания и *добейтесь его работоспособности* перед тем как добавлять следующие возможности. Такой подход полезен всегда, но особенно он полезен при выполнении

сложных заданий. Очень многие люди не справляются с данным заданием по моделированию так как слишком долго откладывают исполнение модели. Выполняя задание постепенно, продвигаясь вперед маленькими шажками и периодически демонстрируя работоспособность результатов путем исполнения модели, мы реализуем "наноциклы" процесса Harmony, о которых рассказывалось в главе 2. Это позволяет нам получать корректное решение намного более эффективно, чем при более распространенном ОБЯНЭР подходе к моделированию¹.

На первом шаге нашей целью является получение работоспособной модели для режима с фиксированной длительностью цикла. Это показано на Рис. 8-19. Согласитесь, ведь все это не слишком сложно? Работая над этим заданием, я вначале создал диаграмму состояний, представленную на этом рисунке, без "И"-состояний, и использовал те же самые имена, что и на рисунке. Несмотря на то, что вариант диаграммы без "И"-состояний выглядит чуть более простым, оказалось, что в дальнейшем к нему будет гораздо сложнее добавлять описание поведения для поворотных полос и движения пешеходов. Поэтому я решил использовать вариант диаграммы с использованием "И"-состояний. Заметьте, что два "И"-состояния координируются друг с другом с помощью распространяющихся событий. Распространяющимся событием называется такое событие, которое генерируется на диаграмме состояний (либо в "И"-состоянии) в результате реакции на полученное событие. Сгенерированное событие обрабатывается на другой диаграмме состояний (либо другим "И"-состоянии).

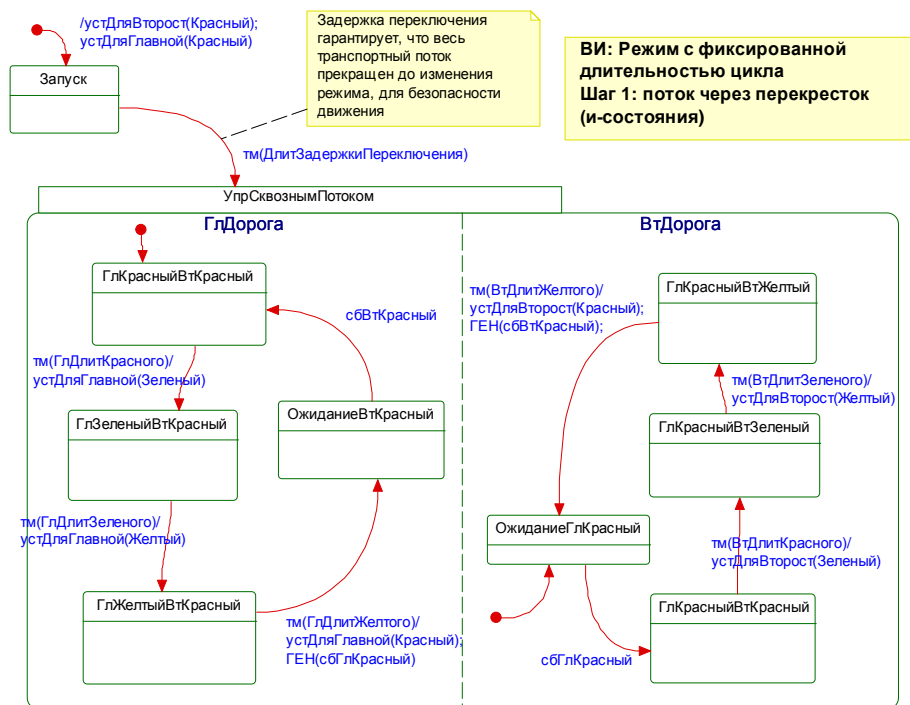


Рис. 8-19: Простой режим с фиксированной длительностью цикла

¹ О, Боже, Я Надеюсь, Это Работает. Из моего опыта, хоть молитва может быть прекрасной вещью, она не может быть основой инженерного подхода.

На следующем шаге давайте добавим поворотные полосы. Хотя я и показываю диаграмму уже в готовом виде, в действительности я создавал ее сначала добавив защелки и исполнив полученный вариант модели, и только после этого добавил поворотные полосы.



Рис. 8-20: Режим с фиксированной длительностью цикла, с поворотными полосами

Для того чтобы уменьшить сложность поведения при добавлении поворотных полос, я использовал вложенные конечные автоматы, первый для движения по главной дороге и второй для второстепенной. Конечный автомат, который их содержит, показан на Рис. 8-20. На следующих двух рисунках: Рис. 8-21 и Рис. 8-22, показаны вложенные конечные автоматы для составных состояний, показанных на рисунке. Оба вложенных конечных автомата содержат "И"-состояния для одновременного регулирования движения через перекресток и на поворот, а также защелку для поворотной полосы. "И"-состояния гарантируют, что вложенные конечные автоматы исполняются независимо друг от друга, синхронизируясь в точках синхронизации, заданных явным образом. Синхронизация достигается комбинацией распространяющихся событий (как на первом шаге моделирования) и использованием сторожевых условий для перехода по соответствующей ветке, если на поворотной полосе присутствуют транспортные средства.

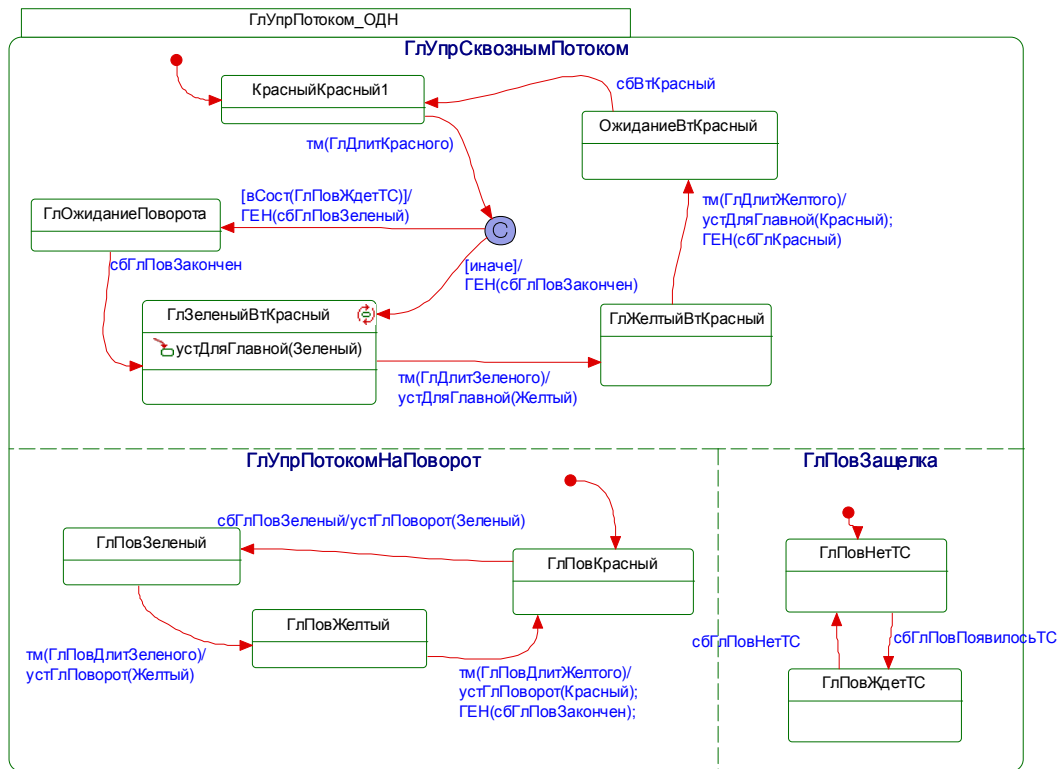


Рис. 8-21: Вложенный конечный автомат для главной дороги в режиме с фиксированной длительностью цикла

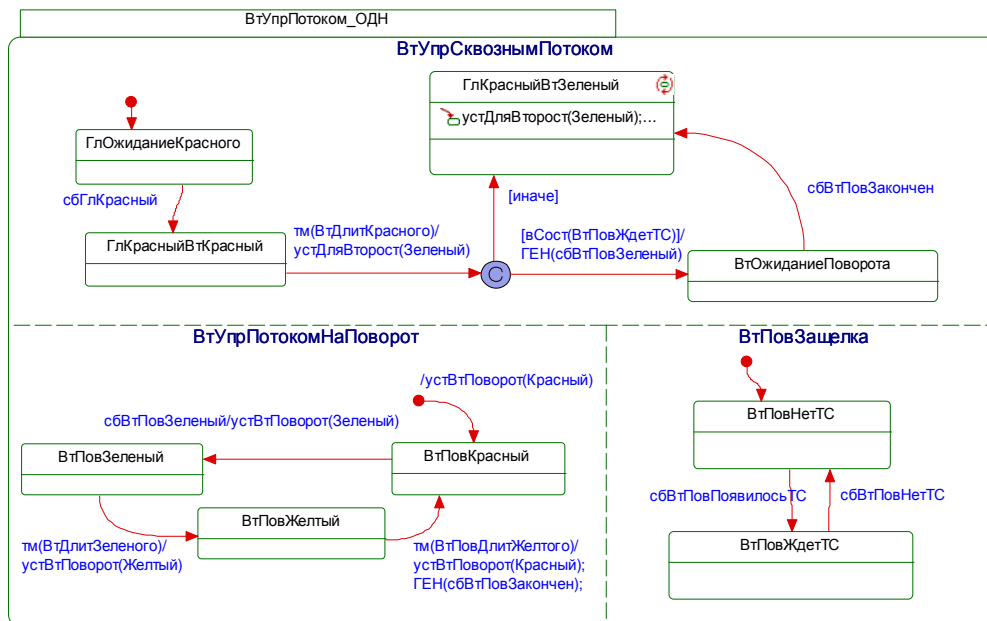


Рис. 8-22: Вложенный конечный автомат для второстепенной дороги в режиме с фиксированной длительностью цикла

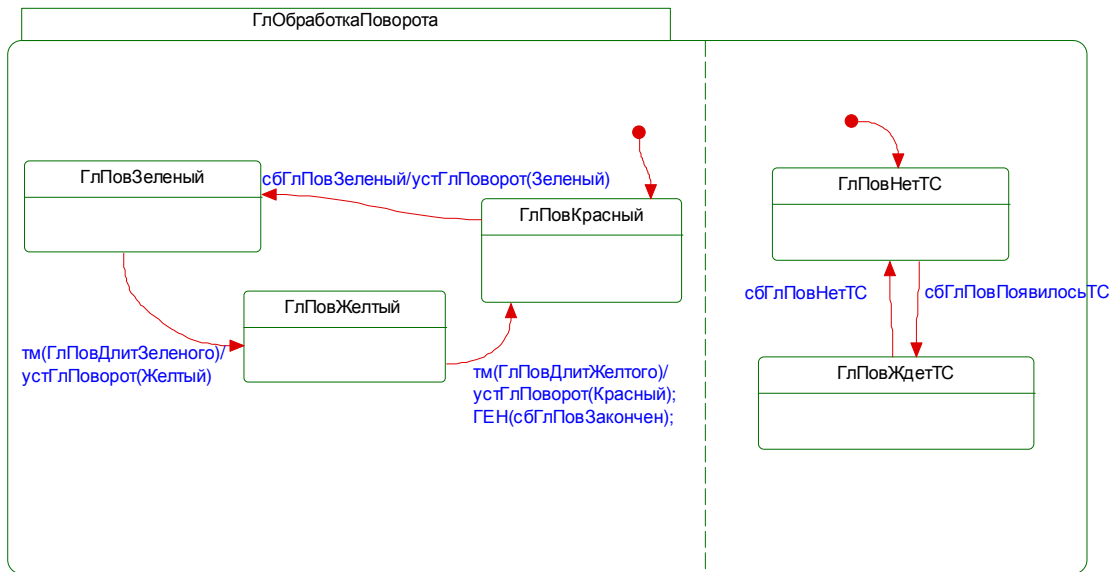


Рис. 8-24: Обработка Поворота с Главной дороги

И наконец, обработка движения пешеходов вдоль главной дороги показана на Рис. 8-25. Этот конечный автомат использует тот же паттерн "Защелка", что и в случае с обработкой поворотной полосы, и взаимодействует с конечным автоматом верхнего уровня путем генерации события "сбГлПрходЗавершен", приводящего к переключению светофора для главной дороги с зеленого сигнала на желтый.

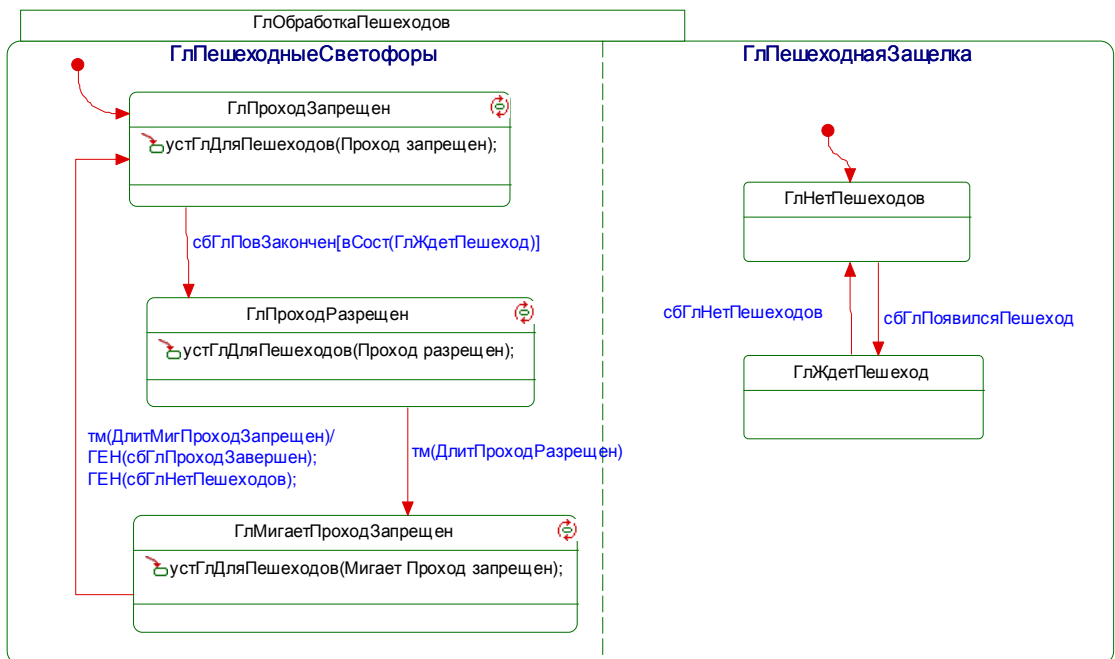


Рис. 8-25: Обработка движения пешеходов по главной дороге

Управление движением по второстепенной дороге выполняется в основном так же, как и на главной. Несмотря на то, что конечные автоматы кажутся (и, если быть честным, являются) достаточно сложными, они гораздо более ясны и понятны, чем длинный текст, обладающий такой же полнотой и точностью.

Дополнительные вопросы

- Сделайте обработку для последовательного режима поворота, добавив ее к диаграммам состояний, определенных для одновременного режима.
- Попытайтесь создать модель для последовательного режима без использования "И"-состояний.

Решение 3.11 От операционного представления к представлению спецификации: определение операционных контрактов

В этом задании вам было предложено выполнить несколько четких задач:

1. Создать диаграмму, на которой с помощью блоков отобразить варианты использования, действующих лиц, и определить интерфейсы между ними.
2. Сообщения от действующих лиц необходимо поместить в *предоставляемые* интерфейсы для соответствующего порта в блоке варианта использования и в *используемые* интерфейсы в блоке действующего лица. Сообщения, посылаемые действующему лицу, необходимо поместить в *используемые* интерфейсы для соответствующего порта в блоке варианта использования и *предоставляемые* интерфейсы в блоке действующего лица.
3. Для каждого сервиса (операции), предоставляемых системой, определить пред- и пост- условия, а также, типы и ограничения на возможные значения параметров, если это необходимо.
4. Создать диаграмму деятельности для варианта использования, которая будет содержать *все* сценарии, определенные для данного варианта использования ранее.
5. Определить конечный автомат для варианта использования, который будет соответствовать данному набору сценариев.

Шаг 1: Рисование диаграммы блоков

На Рис. 8-26 показана диаграмма, отображающая вариант использования "Оптическое наблюдение". Заметьте, что вариант использования и действующие лица стали блоками (объектами), для которых определены порты и интерфейсы. Блок варианта использования предоставляет один интерфейс, *иОптическиеСервисы*; этот же интерфейс используется действующим лицом. Аналогично, для сообщений от блока варианта использования для действующего лица определен еще один интерфейс, *иОптическиеРезультаты*. Этот интерфейс используется блоком варианта

использования и предоставляется действующим лицом. Интерфейсы, используемые таким образом, называются сопряженными парами; это имеет место когда интерфейсы, предоставляемые первым портом и используется вторым портом, и наоборот.

Помните, что интерфейсы определяют какие сервисы предоставляются или используются определенным элементом. Предоставляя набор сервисов через интерфейс *иОптическиеСервисы*, блок варианта использования декларирует, что он обещает выполнять соответствующую деятельность. Используя другой интерфейс, *иОптическиеРезультаты*, он декларирует, что ему необходимо, чтобы действующее лицо предоставило ему данные сервисы.

Операции отображаются внутри блоков; при этом для отображения области видимости используется значок ключа: "защищенные" элементы изображаются со значком ключа, открытые – без всяких символов.

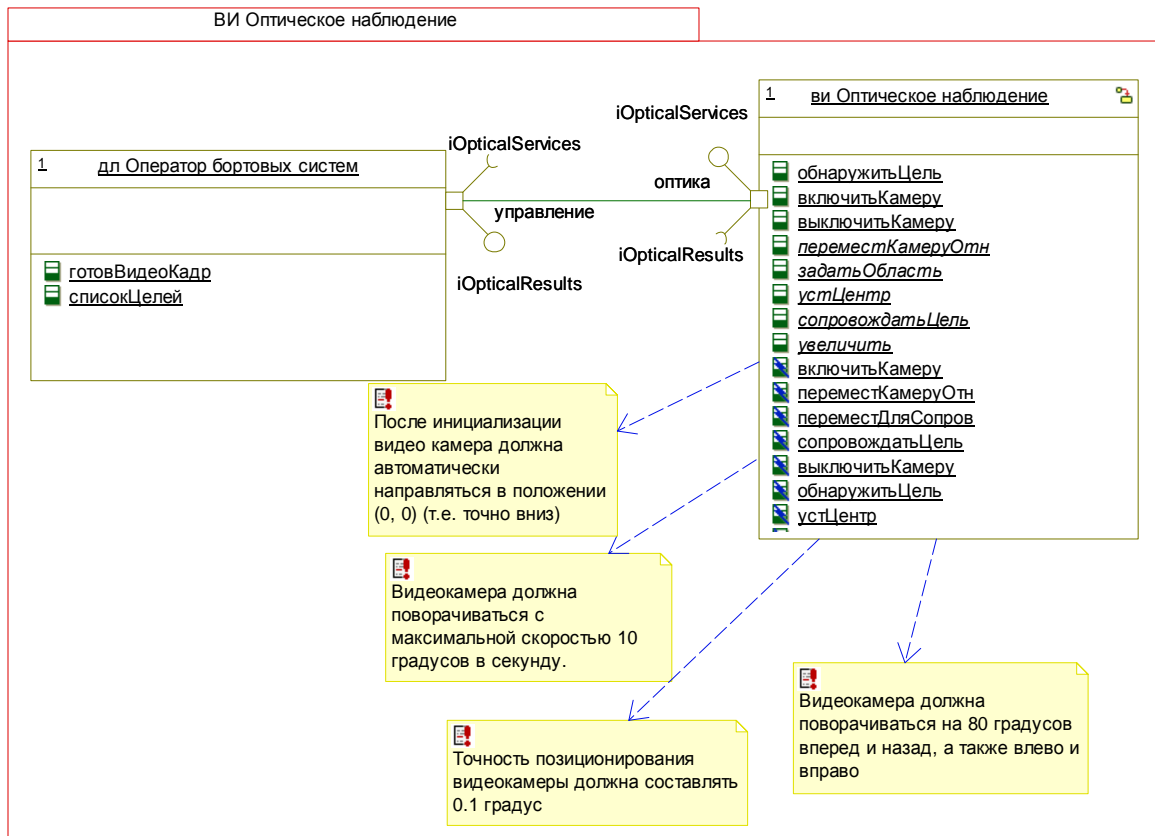


Рис. 8-26 Диаграмма варианта использования “черного ящика”

Шаг 2: Определение интерфейсов

Сами интерфейсы показаны на Рис. 8-27. Разумеется, они содержат только общедоступные операции для блоков варианта использования и действующего лица.

Спецификация интерфейсов состояла в тривиальном выборе общедоступных операций, определенных для блока, и добавления их в состав интерфейса.

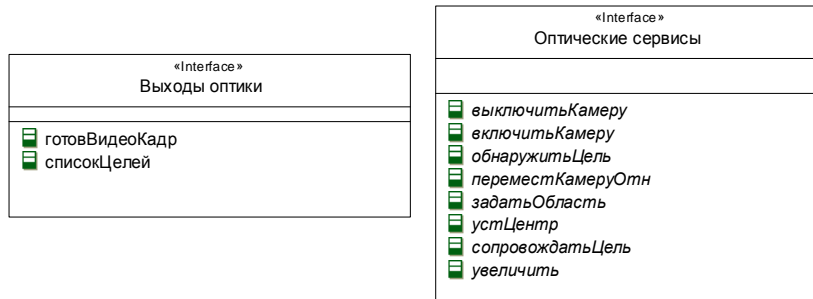


Рис. 8-27: Интерфейсы для варианта использования

Шаг 3: Определение пред- и пост- условий для интерфейсов

Следующий шаг состоит в спецификации предусловий и постусловий для каждой из операций. Предусловия – это условия, которые должны быть выполнены перед задействованием операции. Постусловия – это условия, которые выполняются после завершения операции.

Как правило, для хранения подобной информации используется поле для описания операций, имеющееся в Rhapsody для каждой операции. Но для нашего случая более удобно собрать их все в одной таблице.

Интерфейс	Сервис	Предусловие	Постусловие
иОптические Результаты	готовВидеоКадр	Камера включена	Кадр сохранен в буфере и доступен для просмотра и анализа
	списокЦелей	Наведение на цель включено, команда списокЦелей уже отправлена ранее	Список целей сохранен для анализа
иОптические Сервисы	выключитьКамеру	Отсутствует	Камера возвращена в начальное положение и выключена
	включитьКамеру	Отсутствует	Камера включена, самотестирование при включении питания выполнено. При наличии ошибок отсылаются коды ошибок, в противном случае камера инициализируется и центрируется.
	обнаружитьЦель	Камера работает, определены область поиска или дорога.	Система идентифицирует несколько целей, каждая цель имеет свой собственный уникальный идентификатор

			(ИД).
	переместитьКамер уОтн	Камера включена	Если заданное положение камеры находилось в доступных пределах, то камера перемещается на +x единиц и +y единиц. Если заданное положение камеры находилось вне пределов доступных для поворота, камера перемещается в положение, наиболее близкое к указанному.
	задатьОбласть	Камера включена	Если область находится в доступных пределах, определяется область поиска. В противном случае посылается сообщение об ошибке и выбирается область поиска, ближайшая к заданной.
	устЦентр	Камера включена	Если указанная точка находится внутри допустимого диапазона, то эта точка выбирается в качестве центра для поиска. Если указанная точка находится за пределами диапазона, центр области для поиска остается на прежнем месте.
	сопровождатьЦель	Камера включена, для потенциальных целей определены идентификаторы.	Если идентификатор цели известен системе, она будет сопровождать цель, помещая ее в центр сектора обзора при помощи комбинации полетных маневров и поворотов камеры, в зависимости от состояния БЛА Койот.
	увеличить	Камера включена.	Если коэффициент увеличения находится в пределах допустимых значений, камера увеличит или уменьшит изображение, автоматически подстроив фокус. Если коэффициент увеличения находится за пределами допустимых значений, камера фиксируется на том уровне увеличения, который наиболее близок к заданному. Единица измерения - проценты; так что значение 300 соответствует 3-кратному увеличению, а если будет введено значение 50 – 2-кратное уменьшение.

Таблица 1: Предусловия и постусловия для интерфейсов

Шаг 4: Создание диаграммы деятельности для варианта использования, содержащей все сценарии, определенные ранее для данного варианта использования.

Бывает полезно охватить все различные сценарии одним взглядом. Поскольку каждая отдельная диаграмма последовательностей представляет собой отдельный сценарий, как их возможно охватить одним взглядом? Хотя язык UML позволяет представить все ветви и точки ветвления на диаграмме последовательности при помощи операторов фрагментов взаимодействия, на практике это делается не часто. Для этой цели можно воспользоваться диаграммой деятельности, которая позволяет отобразить все возможные операции. Если два сценария расходятся в некой точке ветвления, это может быть легко показано на диаграмме деятельности при помощи оператора ветвления.

Диаграмма деятельности для всех сценариев, определенных для данного варианта использования, показана на Рис. 8-28.

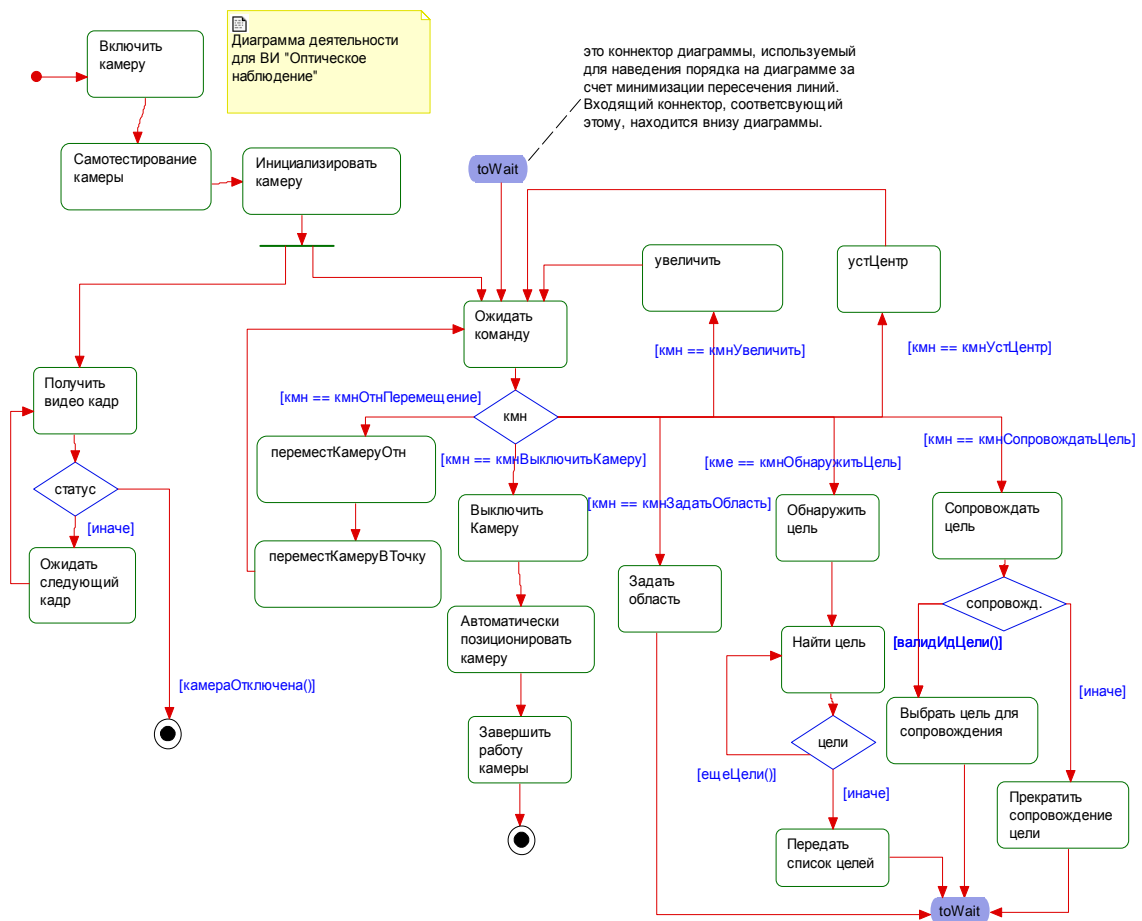


Рис. 8-28: Диаграмма деятельности для варианта использования

Шаг 5: Определение конечного автомата для варианта использования, который будет соответствовать определенным сценариям.

И наконец, последняя задача данного задания заключается в создании диаграммы состояний для блока варианта использования. На этой диаграмме должны быть определены вызовы операций в правильных ситуациях, в правильное время и в правильной последовательности. Заметим, что диаграммы деятельности рекомендуется использовать только в целях документирования и они используются для спецификации самих вариантов использования; в то время как диаграммы состояний являются исполняемыми и определяются для блоков вариантов использования. Преимущество использования диаграмм состояний перед диаграммами деятельности заключается в том, что диаграммы состояний позволяют использовать события, такие как – тайм-ауты и внешние команды – в качестве триггеров переходов между состояниями. Диаграммы деятельности в UML 2.0 лишены этих возможностей.

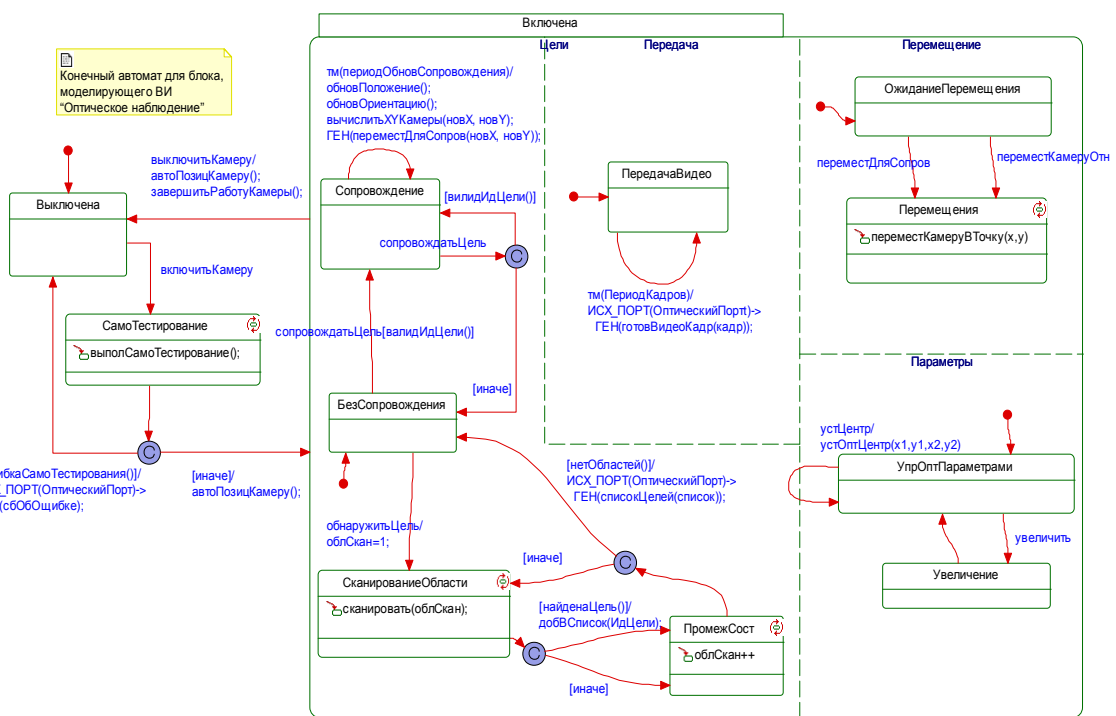


Рис. 8-29: Диаграмма состояний для блока варианта использования

Один из самых привлекательных аспектов такого использования диаграмм состояний (а именно – для отображения сценариев) заключается в том, что диаграммы состояний полностью специфицируют все допустимые последовательности и отображает какие последовательности невозможны. Отдельный сценарий не позволяет показать это, а диаграммы состояний позволяют. В данном случае, изображенном на Рис. 8-29, мы

показываем логический параллелизм при помощи "И"-состояний². На нем мы видим, например, что сопровождение цели выполняется независимо от перемещения камеры и управления оптическими параметрами (такими как коэффициент приближения). Также сопровождение цели более ясно определено на диаграмме состояний, чем на менее формальных диаграммах последовательностей.

12.7 Ссылки

[1] Douglass, Bruce Powel Real-Time UML 3rd Edition: Advances in the UML for Real-Time Systems (Addison-Wesley, 2004)

[2] Douglass, Bruce Powel Doing Hard time: Developing Real-Time Systems with UML, Objects, Frameworks, and Patterns (Addison-Wesley, 1999)

² Однако, это не означает определение внутренней архитектуры параллелизма для системы. Сейчас мы заняты определением вещей, которые исполняются независимо друг от друга, но есть огромное количество способов, которыми можно привязать их к потокам операционной системы.