

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ОТИ/ТС

### 1. Основные этапы выявления критических элементов ОТИ/ТС

Методика определения критических элементов ОТИ/ТС предназначена для выявления множества критических элементов, в отношении которых возможно совершение АНВ, чтобы добиться полного или частичного прекращения его функционирования и/или возникновения чрезвычайной ситуации.

С помощью данной методики описываются действия (способы), которые должен совершить нарушитель для того, чтобы осуществить АНВ, что и послужит основой для выявления мест (критических элементов), нуждающихся в защите от АНВ.

Основные этапы выявления критических элементов ОТИ/ТС (они применимы к любому ОТИ/ТС):

1) На первом этапе необходимо проанализировать нежелательные возможные последствия для ОТИ/ТС (полное или частичное прекращение его функционирования и/или возникновение чрезвычайных ситуаций). На этом уровне определяют события, которые следует рассмотреть, и границы исследования.

2) На втором этапе выявляют возможные причины нежелательных последствий.

3) На третьем этапе анализируются нежелательные события (отказы, неисправности), связанные с техническим и технологическим процессами на аналогичных объектах в прошлом, а также последствия, вызванные нежелательными событиями.

4) На четвертом этапе должны быть определены режимы работы ОТИ/ТС. В разных режимах работы могут различаться как оборудование, необходимое для предотвращения последствий, так и сами критические элементы.

5) На пятом этапе определяются системы (и их компоненты), неисправность которых может привести к нежелательным последствиям. Данный этап может быть наиболее сложным и трудоемким применительно к объектам с большим числом систем и многочисленными процессами. Чтобы гарантировать строгий и исчерпывающий учет возможных механизмов возникновения отказов, требуется систематический аналитический подход. При этом надо выявить используемые системы.

6) Затем выполняется следующий этап (шестой) - определение перечня неисправностей систем, которые могут вызвать нежелательные последствия.

7) Для выявления критических элементов на седьмом этапе определяются все места на ОТИ/ТС, где могут быть инициированы соответствующие неисправности.

8) После сбора подробной информации по неисправностям систем и расположению оборудования на последнем, восьмом этапе процесса с помощью методики анализируются места для свершения АНВ. В результате количественной и качественной оценки критериев определяются критические элементы ОТИ/ТС.

Анализ и оценка характеристик сложной технической системы (СТС)		Системы/компоненты, входящие в СТС (б)	
		название	назначение
Объект или сложная техническая система (оборудование) (а) Назначение			

Производственный цикл и нежелательное событие, которое может вызвать: (в)			Причины (источники) события (г)			
полное прекращение функционирования ОТИ/ТС	частичное прекращение функционирования ОТИ/ТС	возникновение чрезвычайной ситуации				

Режимы работы объекта (д)				Нарушения функционирования системы (какие неисправности достаточны для возникновения нежелательного события?) (е)
работа на полную мощность	регламентные работы	выключенный режим	примечание	

Места расположения (Где расположены компоненты, которые должны выйти из строя) (ж)		Места (цели), к которым необходимо проникнуть нарушителю для осуществления АНВ (з)			

Места, защита которых прервет все возможные последовательности, ведущие к нежелательному событию (и)	Критический элемент (к)	
	да	нет

Анализ статистических данных об авариях и АНВ (нежелательных событиях) в прошлом (л)	Последствия аварии, АНВ (нежелательного события) в прошлом (м)		
	полное прекращение функционирования ОТИ/ТС	частичное прекращение функционирования ОТИ/ТС	возникновение чрезвычайной ситуации

Примечания.

1. Приводимые в таблицах числовые значения показателей, характеризующих "Критический элемент", выражают степень значимости таких характеристик, условий и мест для совершения АНВ. При проведении экспертного моделирования в ходе оценки возможных вариантов реализации нежелательных событий (полное или частичное прекращение функционирования ОТИ/ТС и/или возникновение чрезвычайных ситуаций) должно применяться следующее правило присвоения условного балльного значения:

- 1 балл - "Необязательно", проставляется в случае вывода о том, что данное условие или характеристика не являются определяющими факторами для определения критического элемента;
- 2 балла - "Вероятно", проставляется в случае вывода о том, что данное условие или характеристика могут стать определяющими факторами для определения критического элемента или могут присутствовать в более чем 30% случаев;

- 3 балла - "Скорее всего", проставляется в случае вывода о том, что данное условие или характеристика является одним из определяющих факторов для определения критического элемента или могут присутствовать в более чем 60% случаев;

- 4 балла - "Почти в каждом случае", проставляется в случае вывода о том, что данное условие или характеристика является основным определяющим фактором для определения критического элемента или могут присутствовать в более чем 90% случаев.

2. При количественной оценке элементов используются только критерии с наивысшей степенью (т.е. наивысшая степень поглощает наименьшие).

Формула защиты критических элементов может быть представлена следующим образом:

Для определения мест защиты (и) критического элемента (к), объекта (а) на различных режимах работы (д) систем, входящих в сложную техническую систему (СТС) (б), необходимо определить причины (источники) (г) нежелательного события (в) и места расположения оборудования (ж) нарушения функционирования которого (е) можно выполнить, только проникнув к уязвимому месту (з)) формируется перечень критических элементов ОТИ/ТС (уязвимых мест) с учетом анализа нежелательных событий в прошлом (л) и их последствий (м).

## 2. Использование метода построения логического дерева событий

В случаях, когда ОТИ представляет собой систему (например, крупная сортировочная станция), для точного определения критических элементов ОТИ необходимо применять метод построения логического дерева событий АНВ:

составляется логическая схема, которая графически представляет последовательность событий, приводящих к опасному конечному событию;

проводится анализ логической схемы с целью определения комбинации исходных событий, достаточных для возникновения опасного конечного события;

определяется местоположение технологического оборудования, при воздействии на которое могут возникать группы событий, определенные на предыдущем этапе;

проводится соотнесение группы событий с комбинациями местоположений, в которых может быть осуществлен АНВ, при этом возможно сокращение (оптимизация) групп местоположений за счет логических преобразований.

Полученные комбинации местоположений исходных событий позволяют непосредственно определить критические элементы ОТИ.

Последовательность событий (С), приводящих к опасному конечному событию, представленная на дереве событий АНВ, состоит из:

конечное - событие, не имеющее соединения с входом другого события;

промежуточные - события, имеющие вход и выход;

исходные - события, не имеющие входа.

Все исходные события привязаны к местам (М) их проведения и на схеме обозначаются пунктирными прямоугольниками. Логические элементы "ИЛИ", расположенные между событиями, означают, что событие на его выходе произойдет в том случае, если произойдет хотя бы одно событие на его входе. Логические элементы "И", расположенные между событиями, означают, что событие на его выходе произойдет в том случае, если произойдут все события на его входе (рассматриваются не более трех событий на входе).

Пример логического дерева событий при АНВ на объекте РП

Схема 1



## Перечень исходных событий для объекта "РП"

Таблица 1

N	Событие	Условное обозначение	Местоположение события <*>
1	Разрушение главного пути в четной горловине	С 1	М 1
2	Обрушение путепровода в четной горловине	С 2	М 1
3	Разрушение главного пути в нечетной горловине	С 3	М 2
4	Разрушение горловины парка (приема, сортировочного, отправления)	С 4	М 3
5	Разрушение горловины транзитного парка	С 5	М 4
6	Разрушение пути транзитного пропуска поездов (обхода станции)	С 6	М 5
7	Установка на станционном жд переезде в нечетной горловине постороннего предмета	С 7	М 2
8	Вывод из строя (разрушение) поста ЭЦ	С 8	М 6
9	Дистанционное управление стрелками и сигналами для вывода движущегося поезда на встречный путь	С 9	М 6
10	Блокирование элемента(ов) автоматики, сигнализирующих об аварийной ситуации	С 10	М 6
11	Блокирование работы вагонных замедлителей	С 11	М 3
12	Разрушение одного пути в транзитном парке	С 12	М 7
13	Разрушение одного пути в сортировочном парке	С 13	М 8
...	.....	....	...
102	Сход маневрового тепловоза	С 102	М 99

Из логической [схемы 1](#) можно сделать вывод, что для возникновения конечного события (полное прекращение выполнения транспортной функции на РП) достаточно, чтобы была реализована одна из следующих групп событий:

Перечень групп исходных событий, приводящих к конечному событию

Таблица 2

N	Группы событий
1	С 1
2	С 2
3	С 3
4	С 7
5	С 8
6	С 4, С 5, С 6
7	С 6, С 11
8	С 10, С 9
9	С 12
...	.....
N п/п	С 102

Сопоставление групп событий с местоположением исходных событий ([таблица 1](#)) позволяет найти группы местоположений, в которых может быть реализован АНВ:

Полный перечень групп местоположений исходных событий, приводящих к конечному событию

Таблица 3

N	Группы местоположений
1	М 1
2	М 1
3	М 2
4	М 2
5	М 6
6	М 3, М 4, М 5
7	М 5, М 3
8	М 6, М 6
9	М 7
...	.....
N п/п	М 99

Проводится исключение групп N N 2, 4, 8 (как полностью повторяющие группы 1, 3, 5), группы N 7 (перекрывается группой N 6), группы N 9 ввиду количества событий, превышающего три места событий. В результате получается перечень групп местоположений, в которых может быть реализован АНВ:

Перечень групп местоположений исходных событий, приводящих к конечному событию

Таблица 4

N	Группы местоположений
1	М 1
2	М 2
3	М 6
4	М 3, М 4, М 5

Из [таблицы 4](#) следует, что в местоположениях М 1, М 2, М 6 для достижения конечного события - полного прекращения выполнения транспортной функции на РП возможно проведение одиночного АНВ, тогда как в местоположениях М 3, М 4, М 5 с той же целью возможны только комплексные АНВ с одновременным воздействием на каждый из элементов РП.

Соответственно элементы М 1 - М 6 должны быть определены как критические, а элементы М 7 - М 99 - как некритические.

3. Возможные критические элементы ОТИ и последствия АНВ на них

### 3.1. Объекты первой группы (РП)

#### 3.1.1. Критическими элементами РП могут являться:

пост электрической централизации стрелок и сигналов (пост ЭЦ);

главные пути в горловинах РП;

отдельные посты управления вагонными замедлителями;

пост ЭЦ маневрового района;

путепроводы над горловинами РП (при наличии);

путь транзитного пропуска поездов (обход РП).

#### 3.1.2. Возможными негативными последствиями при выводе РП из строя являются:

при разрушении (захвате) критических элементов РП вследствие террористических актов или иных преступных посягательств возможны жертвы среди эксплуатационного персонала, а во время прохождения по отдельным пунктам пассажирских поездов возможны большие человеческие жертвы.

Во время прохождения грузовых поездов, перевозящих горюче-смазочные материалы, химические продукты и т.д., возможны крупные аварии техногенного и экологического характера, что также может привести к достаточно большим человеческим жертвам вследствие взрывов, заражения окружающей среды (водоемов), пожаров и т.д. в зависимости от места расположения отдельного пункта;

вывод объекта из строя приведет к задержке пассажирских и грузовых поездов, в отдельных случаях к необходимости изменения графика движения поездов, расписания движения пассажирских поездов не только данного железнодорожного направления, но и дублирующих железнодорожных направлений, на которые будут направлены поезда в обход разрушенного объекта. Изменения увеличат расстояния перевозок, затраты на формирование поездов, что приведет к дополнительным экономическим потерям.

### 3.2. Объекты второй группы (перегоны и контактная сеть на них)

#### 3.2.1. Критическими элементами железнодорожных перегонов могут являться:

конструкции верхнего строения пути (в том числе участки с деревянными шпалами), земляное полотно;

напольные устройства СЦБ на перегоне;

малые ИССО на перегоне;

технологическое оборудование и пульта управления на переездах.

Критическими элементами участков контактной сети на перегонах могут являться:

контактный провод;

элементы подвески;

опоры.

#### 3.2.2. Возможными негативными последствиями при выводе железнодорожных перегонов из строя являются:

при разрушении критических элементов перегонов вследствие террористических актов или иных преступных посягательств во время прохождения по ним пассажирских поездов возможны значительные человеческие жертвы. Во время прохождения грузовых поездов, перевозящих горюче-смазочные материалы, химические продукты и т.д., возможны крупные аварии техногенного и экологического характера, что также может привести к человеческим жертвам вследствие заражения окружающей среды (водоемов), пожаров и т.д., потере перевозимых грузов;

вывод объекта из строя приведет к задержке пассажирских и грузовых поездов, в отдельных случаях к необходимости изменения графика движения поездов, расписания движения пассажирских поездов не только данного железнодорожного направления, но и дублирующих железнодорожных направлений, на которые будут направлены поезда в обход разрушенного объекта (а также при нарушении контактной сети, из-за невозможности перехода на автономные виды тяги, ввиду отсутствия необходимого количества тепловозов и наличия сложного профиля пути). Изменения увеличат расстояния перевозок, затраты на формирование поездов, что приведет к дополнительным экономическим потерям.

### 3.3. Третья группа (ИССО)

#### 3.3.1. Критическими элементами мостов, путепроводов, эстакад могут являться:

Конструкция моста, путепровода, эстакады (пролетные строения, опоры, устои);

Верхнее строение пути в запретной (охраняемой) зоне;

Технологическое оборудование и пульта управления по подъему пролетов (разведению) моста (разводные, подъемные мосты);

Сигналы, обеспечивающие судоходство.

Тоннели:

Входы в тоннели (порталы), водоотводные штольни;

Защитные сооружения, обеспечивающие необходимую защиту порталов и припортальных участков тоннелей (откосы, оголовки порталов) в зонах опасных геологических процессов (оползней, обвалов).

Системы вентиляции, которые обеспечивают нормированные параметры воздуха в транспортных зонах.

Возможными негативными последствиями при выводе мостов, путепроводов, эстакад из строя являются:

при разрушении мостов вследствие террористических актов или иных преступных посягательств во время прохождения по ним пассажирских поездов возможны большие человеческие жертвы. Во время прохождения грузовых поездов, перевозящих горюче-смазочные материалы, химические продукты и т.д., возможны крупные аварии техногенного и экологического характера, что также может привести к человеческим жертвам вследствие заражения окружающей среды (водоемов), пожаров и т.д. Кроме того, на судоходных реках при нарушении возможны дополнительные жертвы среди пассажиров, следующих водным транспортом, аварии речных судов, перевозящих химические продукты и горючесмазочные материалы и т.д.;

вывод объекта из строя приведет к изменению плана формирования поездов, к необходимости изменения графика движения поездов, расписания движения пассажирских поездов не только данного железнодорожного направления, но и дублирующих железнодорожных направлений, на которые будут направлены поезда в обход неисправного (разрушенного) объекта. Изменения увеличат расстояния перевозок, затраты на формирование поездов, что приведет к дополнительным экономическим потерям. Кроме того, вывод из строя моста через судоходную реку может привести частично к прекращению судоходства, а железнодорожного моста с комбинированным железнодорожно-автомобильным проездом - к прекращению автомобильного сообщения на данном направлении.

Возможными негативными последствиями при выводе тоннелей из строя являются:

при разрушении тоннелей вследствие террористических актов или иных преступных посягательств во время прохождения по ним пассажирских поездов возможны большие человеческие жертвы. Во время прохождения грузовых поездов, перевозящих горюче-смазочные материалы, химические продукты и т.д., возможны крупные аварии техногенного и экологического характера, что также может привести к человеческим жертвам вследствие заражения окружающей среды, пожаров и т.п.;

вывод из строя тоннеля может на длительное время остановить движение по железнодорожному направлению, что приведет к изменению плана формирования поездов, к необходимости изменения графика движения поездов, расписания движения пассажирских поездов не только данного железнодорожного направления, но и дублирующих железнодорожных направлений, на которые будут направлены поезда в обход разрушенного объекта.

Изменения увеличат расстояния перевозок, затраты на формирование поездов, что приведет к дополнительным экономическим потерям.

### 3.4. Четвертая группа (вокзальные и информационные комплексы, пункты управления)

#### 3.4.1. Критическими элементами вокзальных комплексов могут являться:

Пассажирское здание;

Павильоны;

Пассажирские платформы с навесами и без них;

Конкорсы и переходы через железнодорожные пути в одном либо в разных уровнях (переходные тоннели, мосты и другие);

Багажные помещения.

Возможными негативными последствиями при выводе вокзальных комплексов из строя являются: при разрушении элементов вокзальных комплексов вследствие террористических актов или иных преступных посягательств при нахождении в них большого числа пассажиров возможны большие человеческие жертвы среди пассажиров и персонала, возможно возникновение пожаров, что также может привести к дополнительным человеческим жертвам и материальному ущербу.

Разрушение элементов вокзальных комплексов в крупных административных центрах будет иметь значительные социальные последствия.

3.4.2. Критическими элементами пунктов управления и информационных комплексов управления движением на железнодорожном транспорте могут являться:

Оборудование сетей связи и систем автоматической коммутации, обеспечивающих технологические процессы на железнодорожном транспорте и потребность в связи;

Здания пунктов управления владельцев инфраструктуры железнодорожного транспорта.

Возможными негативными последствиями при выводе из строя пунктов управления и информационных комплексов управления движением на железнодорожном транспорте могут являться:

При разрушении (захвате) объектов вследствие террористических актов или иных преступных посягательств прекращение обеспечения руководства технологическим процессом перевозок в целом; Вывод объектов из строя приведет к значительным задержкам в движении поездов ввиду необходимости задействования дублирующих пунктов (систем) управления, что приведет к значительному экономическому ущербу.

3.5. Пятая группа

3.5.1. Критическими элементами объектов вагонного хозяйства могут являться:

Оборудование электроснабжения;

Оборудование путевого хозяйства на объектах;

Оборудование, необходимое для выполнения работ по ремонту (техническому обслуживанию) вагонов.

Характеристика возможных негативных последствий при выводе объекта из строя.

Возможными негативными последствиями при выводе объектов из строя могут быть гибель персонала, ограничение погрузки грузов, возникновение аварий техногенного и экологического характера (пожар), уничтожение (повреждение) материальных ценностей на значительную сумму. Кроме того, при выходе из строя критических элементов объектов возможно ограничение вагонопотока и затруднения переработки поездов на технической станции.

3.5.2. Критическими элементами объектов локомотивного хозяйства могут являться:

Оборудование электроснабжения;

Склады топлива;

Оборудование путевого хозяйства на объектах;

Оборудование, необходимое для выполнения работ по ремонту (техническому обслуживанию, экипировке) локомотивов.

Характеристика возможных негативных последствий при выводе объекта из строя.

Возможными негативными последствиями при выводе объектов из строя могут быть гибель персонала, длительная остановка движения поездов; возникновение аварий техногенного и экологического характера (пожар); уничтожение (повреждение) материальных ценностей на значительную сумму.

3.5.3. Критическими элементами объектов хозяйства грузовой и коммерческой работы могут являться:

Оборудование электроснабжения;

Склады топлива;

Оборудование путевого хозяйства на объектах;

Оборудование, необходимое для выполнения работ по ремонту (техническому обслуживанию) устройств и механизмов, предназначенных для погрузки и выгрузки грузов;

Основные погрузочно-выгрузочные механизмы, обеспечивающие технологический процесс.

3.5.4. Характеристика возможных негативных последствий при выводе объекта из строя.

Возможными негативными последствиями при выводе объектов из строя могут быть гибель персонала, прекращение погрузочно-выгрузочных операций; возникновение аварий техногенного и экологического характера (пожар); уничтожение (повреждение) материальных ценностей и принятых к перевозке грузов.

3.5.5. Критическими элементами объектов путевого хозяйства могут являться:

Оборудование электроснабжения;

Склады топлива;

Оборудование путевого хозяйства на объектах;

Оборудование, необходимое для выполнения работ по ремонту (техническому обслуживанию) машин, устройств и механизмов, предназначенных для содержания путевого хозяйства;

Основные устройства и механизмы, обеспечивающие технологический процесс содержания и ремонта пути.

Характеристика возможных негативных последствий при выводе объекта из строя.

Возможными негативными последствиями при выводе объектов из строя могут быть гибель персонала, снижение объемов выполнения работ по ремонту пути, возникновение аварий техногенного и экологического характера (пожар); уничтожение (повреждение) материальных ценностей.

3.5.6. Критическими элементами пунктов дислокации восстановительных и пожарных поездов могут являться:

Оборудование путевого хозяйства на объектах;

Системы связи и оповещения.

Характеристика возможных негативных последствий при выводе объекта из строя.

Возможными негативными последствиями при выводе объектов из строя могут быть гибель персонала, увеличение сроков восстановления прерванного движения поездов, ликвидации аварий техногенного и экологического характера (пожар); уничтожение (повреждение) материальных ценностей.

3.5.7. Критическими элементами баз и складов могут являться:

Заправочные станции;

Хранилища ГСМ и топливораздаточное оборудование;

Другие хранилища с опасными материалами;

Оборудование путевого хозяйства на объектах;

Характеристика возможных негативных последствий при выводе объекта из строя.

Возможными негативными последствиями при выводе объектов из строя могут быть гибель персонала, возникновение аварий техногенного и экологического характера (пожар); уничтожение (повреждение) материальных ценностей на значительную сумму.

3.5.8. Критическими элементами объектов энергохозяйства могут являться:

Оборудование энергоснабжения;

Оборудование, необходимое для выполнения работ по ремонту (техническому обслуживанию) машин, устройств и механизмов, предназначенных для содержания энергохозяйства;

Основные устройства и механизмы, обеспечивающие технологический процесс содержания и ремонта контактной сети.

Характеристика возможных негативных последствий при выводе объекта из строя.

Возможными негативными последствиями при выводе объектов из строя могут быть гибель персонала, снижение объемов выполнения работ по ремонту контактной сети, возникновение аварий

техногенного и экологического характера (пожар); уничтожение (повреждение) материальных ценностей.

#### 4. Возможные критические элементы ТС

4.1. Тяговый подвижной состав, тяговые агрегаты и специальный самоходный подвижной состав:  
кабина управления;

топливные баки;

автосцепное оборудование;

автотормозное оборудование.

4.2. Пассажирские вагоны прицепные:

топливные баки (при наличии);

рабочее место бригадира и проводников;

автосцепное оборудование;

автотормозное оборудование.

4.3. Грузовые вагоны:

люки, горловины, сливы, приборы и устройства для слива, налива, погрузки и выгрузки грузов в вагонах, используемых для перевозки опасных грузов;

крепежное оборудование и узлы крепления перевозимых грузов и техники;

топливные баки (при наличии);

автосцепное оборудование;

автотормозное оборудование.