

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования

«Тихоокеанский государственный университет»

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИЧИН ВОЗМОЖНЫХ ОПАСНЫХ
СОСТОЯНИЙ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Методические указания к дипломному проектированию
для студентов механических специальностей

Хабаровск
Издательство ТОГУ
2007

УДК 331.82 (076.5)

Выявление причин возможных опасных состояний оборудования при проектировании: Методические указания к дипломному проектированию для студентов механических специальностей / Сост. Т.В. Тупицына. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2007. - 18 с.

Методические указания составлены на кафедре «Экология и БЖД». Содержат рекомендации по выявлению возможных отказов в работе оборудования, в том числе и тех, которые могут привести к возникновению несчастных случаев на стадии проектирования.

Печатается в соответствии с решениями кафедры «Экология и БЖД» и методического совета Дальневосточного лесотехнического института.

ВВЕДЕНИЕ

На деревообрабатывающем оборудовании происходит около одной четвертой несчастных случаев от общего их числа в промышленности, что свидетельствует о его высокой травмоопасности. Уровень травматизма на оборудовании в значительной степени обусловлен конструктивным несовершенством с точки зрения техники безопасности. Поэтому в данной работе изложены методические указания, которые помогут выпускникам приобрести навыки выявления причин отказов в работе оборудования, приводящих к возникновению несчастных случаев и на основе этого предложить мероприятия по его совершенствованию.

Указания могут быть использованы в процессе дипломного проектирования и в дальнейшей работе в проектных организациях и на производстве.

1. ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИЧИН ВОЗМОЖНЫХ ОПАСНЫХ СОСТОЯНИЙ ОБОРУДОВАНИЯ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Проектная оценка уровня безопасности станков производится при помощи метода "дерева отказов", позволяющего наглядно представить причинно-следственные связи между отказами и конечным событием - опасным состоянием машины.

1.2 Этапы выявления причин возможных опасных состояний станков следующие:

- изучение особенностей конструкции станка;
- составление перечня опасных состояний;
- построение дерева опасных состояний станка.

1.3 Изучение особенностей и составление перечня опасных состояний станков.

1.3.1 С целью изучения особенностей и составления перечня опасных состояний станка используется теория графов. В соответствии с этой теорией строится граф соединяемости частей станка. Части станков, представляющие законченное изделие, например, режущий инструмент, вал, шестерня и т.п., являются элементами станка. В зависимости от цели анализа в качестве элементов станка могут быть представлены также узлы, механизмы, например, рабочий орган, редуктор, электродвигатель и т.д.

Обозначается элемент машины кружком с условным обозначением этого элемента внутри кружка при помощи какого-либо символа, например, цифр, а геометрические контакты элементов друг с другом, образующие соединяемость в станке, - линиями, которые называются ветвью или ребром, а кружок - узлом или вершиной.

Представленный таким образом станок, т.е. совокупность вершин и ребер, называется *графом соединяемости частей (ГСЧ)*.

1.3.2. При построении ГСЧ станка различаются следующие виды ребер или ветвей:

- *Передающая* – ветвь, передающая движение (сигнал) от элемента к элементу. Например, от вала к режущему инструменту, от шестерни к шестерне и т.д.

- *Ограничивающая* - ветвь, которая уменьшает свободу движения элемента или части машины, но не передает движение или сигнал. Например, подшипники, направляющие.

- *Фиксирующая* - ветвь, которая фиксирует один элемент к другому. Например, болт, гайки, сварка и т.д.

- *Фиксирующая с ограниченным перемещением* - ветвь, которая, фиксируя один элемент к другому, допускает в определенных пределах перемещение одного из них относительно другого.

- *Экранирующая* - ветвь, предотвращающая возможность воздействия опасного или вредного факторов, появление которых обусловлено работой узла или механизма станка, на обслуживающий персонал. Например, ограждение режущего инструмента, привода и т.д.

1.3.3 Вводятся следующие обозначения ветвей:

- передающая: - отрезок со стрелкой посередине, указывающей направление передачи движения или сигнала;

- ограничивающая – отрезок линии;

- фиксирующая – две параллельные линии;

- фиксирующая с ограниченным перемещением - две параллельные пунктирные линии;

- экранирующая – пунктирная линия.

Построенный таким образом граф соединяемости частей станка конкретизирует связи между эго элементами.

1.3.4 Для выявления особенностей и составления перечня опасных состояний станка проводится анализ графа соединяемости частей в следующей последовательности:

- устанавливаются стационарные опасные состояния станка и опасные стационарные зоны;

- выявляются нестационарные опасные состояния станка, а также опасные нестационарные зоны.

1.3.5 Признаками стационарного опасного состояния станка являются:

- наличие передающей ветви;

- отсутствие экранирующей ветви, внутри которой находилась бы передающая ветвь;

- узел, от которого отходит передающая ветвь, имеет энергию, достаточную для нанесения травмы обслуживающему персоналу;

- зона действия опасного производственного фактора пересекается с возможным перемещением обслуживающего персонала.

Стационарные опасные состояния станка являются следствием возникновения стационарно опасных зон. Геометрические размеры возникновения стационарно опасных зон определяются размерами открытых перемещающихся частей машины.

1.3.6. Для выявления нестационарных опасных состояний станка, которые могут привести к возникновению отказов, проводятся анализ качественных изменений функционального назначения ветвей графа соединяемости частей станка (табл. 1) и анализ качественных изменений состояния узлов графа (табл. 2).

Таблица 1

Качественные изменения функционального назначения ветвей графа соединяемости частей станка

Ветвь графа	Функциональное назначение и переходы ветви						Переход ветви графа	Причина перехода	Последствие качественного изменения функционального назначения	Последствие с точки зрения опасности
	1	2	3	4	5	6				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.7	1 \longrightarrow 1						1 \rightarrow 6	Срыв резьбы	Вылет или ослабление гайки	Поломка пилы и вылет ее частей

1.3.6.1 В графе 1 указывается ветвь между двумя узлами ГСЧ. В графах 2..7 цифрами 1..6 обозначены виды ветвей ГСЧ:

- 1 – передающая;
- 2 – ограничивающая;
- 3 – фиксирующая;
- 4 – фиксирующая с ограниченным перемещением;
- 5 – экранирующая;
- 6 – отсутствие связи.

1.3.6.2 Для каждой ветви ГСЧ в графах 2..7 отмечаются ее функциональное назначение (или состояние) при нормальной работе станка и качественные изменения функционального назначения ветви при возникновении отказных состояний.

Функциональное назначение ветви при нормальной работе станка обозначается цифрой I в соответствующей графе.

1.3.6.3 Качественное изменение функционального назначения ветви ГСЧ при возникновении отказных состояний станка или переходы ветви ГСЧ из состояния i в состояние j ($i \rightarrow j$) обозначаются при помощи отрезка линии со стрелкой на конце ее, указывающей направление перехода. При этом, начало линии находится в графе нормального функционального

назначения ветви, а конец - в графе нового функционального назначения ветви. В начале и конце линии ставится цифра один, на конце линии - стрелка, указывающая направление перехода.

Если возможны другие переходы ветви из первоначального состояния, для каждого нового перехода осуществляются операция в соответствии с предыдущим положением. В том случае, если при возникновении отказного состояния станка изменение функционального назначения ветви ГСЧ не происходит, в соответствующей графе функционального назначения ветви ставится только цифра один.

1.3.6.4 В графе 8 записывается переход ветви из состояния i в состояние j . Если это состояние осталось неизменным, записывается $i \rightarrow i$, Стрелка указывает направление перехода.

1.3.6.5 В графе 9 указывается непосредственная причина изменения функционального назначения ветви ГСЧ.

1.3.6.6 В графе 10 записываются последствия качественного изменения функционального назначения ветви и конечное состояние станка при переходе ветви из i в j .

1.3.6.7 В графе 11 отмечаются последствия изменения функционального назначения ветви ГСЧ о точки зрения опасности.

1.3.6.8. Табл. 1 по существу является расширенной матрицей переходов ветвей ГСЧ из состояния в состояние.

Как это следует из табл. 1, при выявлении опасных нестационарных состояний станка наибольший интерес представляют переходы ветвей из одного состояния в другое.

1.3.6.9 Анализ изменения состояния узлов ГСЧ может быть выполнен в табл. 2.

Таблица 2

Качественные изменения состояния узлов графа соединяемости частей станка

Узлы графа соединяемости частей	Возможные изменения состояния узлов (повреждение элементов станка)	Последствия качественного изменения состояния узлов
1	2	3

В графе 1 поочередно указываются все узлы ГСЧ станка (детали, узлы).

В графе 2 записываются возможные изменения состояния узлов ГСЧ, то есть возможные повреждения элементов станка.

В графе 3 отмечаются возможные последствия качественного изменения состояния узлов.

1.3.6.10. Состояние станка может быть отнесено к опасному при появлении следующих условий:

- происходит качественное изменение состояния узла или функционального назначения ветви графа соединяемости частей;
- происходит выделение значительного количества энергии, уровень которой превышает минимальную энергию, достаточную для нанесения травмы обслуживающему персоналу, или появление вредного производственного фактора, уровень или концентрация которого превышает ПДУ или ПДК для данного фактора;
- отсутствует экранирующая ветвь на ГСЧ, ограничивающая область существования опасного или вредного факторов;
- зона действия опасного или вредного факторов пересекается с возможной траекторией перемещения обслуживающего персонала.

1.3.6.11 По данным граф 11 табл.1 и 3 табл.2 с учетом отнесения состояния станка к опасному составляется перечень опасных состояний станка.

1.4 Построение "дерева причин" опасных состояний станка.

1.4.1 "Дерево причин" опасных состояний станка строится только для нестационарных состояний.

1.4.2 Под "деревом причин" понимается согласованная и упорядоченная по уровням иерархии структурно-логическая модель причин, необходимых и достаточных для возникновения опасного состояния.

Критерий необходимости используется для установления - является ли событие, происходящее в одиночку или в сочетании с другими событиями, необходимым для возникновения конечного события – опасного состояния. Если событие не является необходимым, его следует исключить. Критерий достаточности используется для установления - достаточны ли выбранные необходимые события для возникновения опасного состояния: если этот критерий не выполнен, должны быть выявлены дополнительные причинные события.

1.4.3 Построение «дерева причин» состоит в последовательности детализации причин до уровня неделимых и в проверке правильности полученного разбиения.

Общие принципы построения структурно-логических моделей «дерева причин» следующие:

1.4.3.1 Исходное понятие опасное состояние разлагается в иерархическую совокупность вызвавших его причин (рис. 1).

Исходное понятие находится на нулевом уровне иерархии, на нижнем уровне неразложимые понятия – неделимые или элементарные причины.

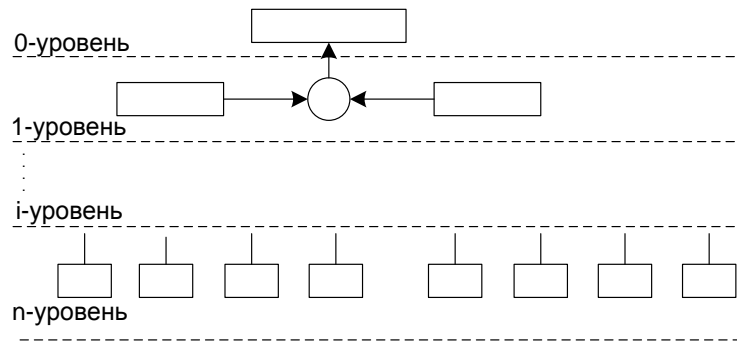


Рис. 1. Принципиальная схема структурно-логической модели

Причины i -го уровня определяются причинами $(i+1)$ -го уровня.

Взаимосвязи причин двух соседних уровней могут быть одного из следующих типов:

Тип 1 – альтернативные структурные модели (рис. 2).

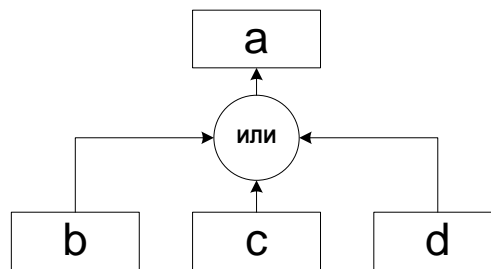


Рис. 2. Альтернативные структурные модели

Причина a может определяться причиной либо b , либо c , либо d . Например, для «дерева причин» причины b , c , d являются альтернативными в отношении возникновения причины a . Между причинами a и b (c или d) имеют место отношения соподчинения, между b и c (b и d , c и d) – отношения альтернативной конкуренции.

Тип 2 – конъюнктивные структурные модели (рис. 3).

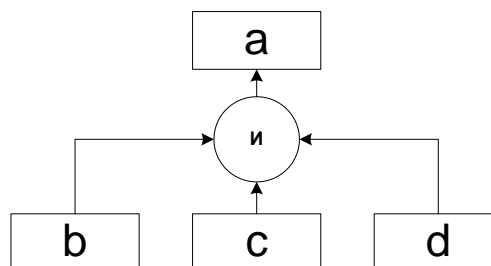


Рис. 3. Конъюнктивные структурные модели

Причины b , c и d - необходимые условия формирования причины a

(в совокупности определяющие причину a). Между причинами b и c , b и d и т.д. – отношения дополнения. Между причинами a и b , a и c , a и d – отношения соподчинения.

Тип 3 – смешанные структурные модели (рис. 4).

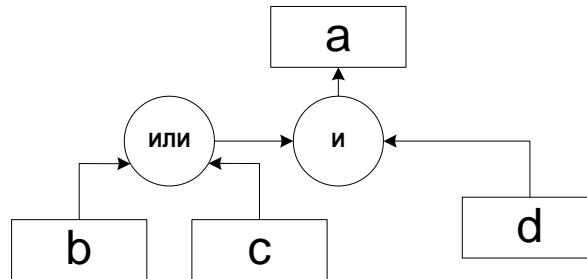


Рис. 4. Смешанные структурные модели

1.4.3.2 Каждое явление и обстоятельство действительности, имеющее причинное отношение к возникновению опасного состояния, изображаются в виде прямоугольника.

1.4.3.3 Содержание событий и обстоятельств описывается с помощью естественного языка.

1.4.3.4 Причинно-следственные связи, которые существуют между событиями и ситуациями действительности, в модели изображаются при помощи логических операторов «И», «ИЛИ», «Следует».

1.4.3.5 Последовательность событий и обстоятельств, их взаимосвязь и обусловленность отображаются взаимно однозначным расположением соответствующих им прямоугольников, соединенных между собой логическими операторами «И», «ИЛИ», «Следует».

1.4.3.6 В структурно-логической модели «дерева причин» каждое событие выступает как условие (часть причины) по отношению к событию, располагаемому сверху, и, как следствие, к событию снизу.

1.4.3.7 К основанию операторов может подходить несколько входных событий, выходное событие должно быть одно.

1.4.3.8 Порядок построения дерева для каждого опасного состояния – от конечного события к событиям, его формирующим.

В модель включаются только те процессы и обстоятельства, которые имеют прямое или опосредованное отношение к конечному событию.

1.4.4 После построения «деревьев причин» для каждого из опасных состояний строится общее дерево причин опасных состояний станка. Все частные опасные состояния являются входными к оператору «ИЛИ», выходным событием, у которого является опасное состояние и которое может привести к несчастному случаю.

1.4.5 Анализируя «дерево причин» опасного состояния, разрабатываются мероприятия по его предупреждению и совершенствованию конструкции станка.

2. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ «ДЕРЕВА ПРИЧИН» ОПАСНОГО СОСТОЯНИЯ СТАНКА ДЛЯ ПОПЕРЕЧНОГО РАСКРОЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

2.1 Возможных опасных состояний у оборудования в зависимости от конструктивного исполнения и режима работы может быть много, у каждого функционального узла – несколько. В данном случае построение «дерева причин» возможных опасных состояний проводится для механизма резания. С целью определения перечня опасных состояний анализируется конструктивное исполнение. Эскиз механизма резания представлен на рис. 5.

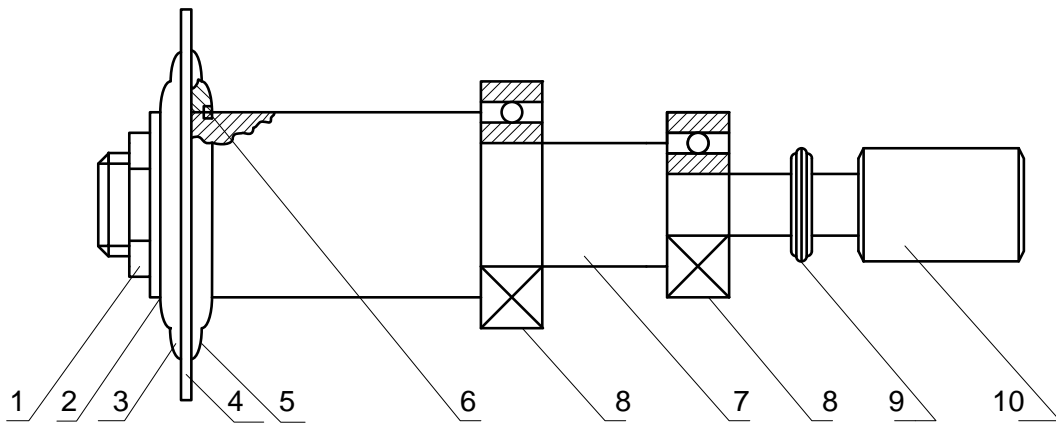


Рис. 5. Эскиз механизма резания:

1 – гайка; 2 – шайба; 3, 5 – прижимные фланцы; 4 – пила; 6 – шпонка; 7 – вал; 8 – подшипники; 9 – соединительная муфта; 10 – электродвигатель

2.2 На основании эскиза строится ГСЧ механизма резания (рис. 6)

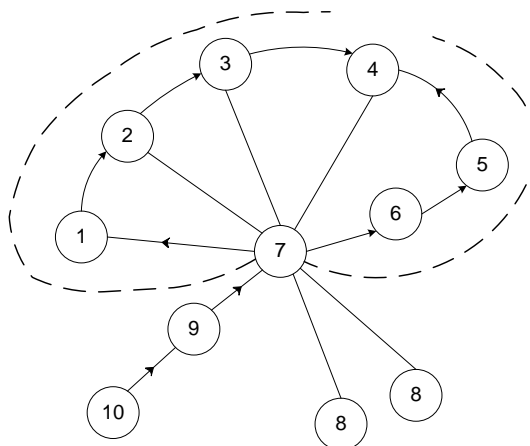


Рис. 6. Граф соединяемости частей механизма резания

При построении ГСЧ указывается основное функциональное назначение типа связи (ветви) между отдельными элементами. Например, между валом 7 и гайкой 1 существуют 2 типа связи; фиксирующая и передающая.

Так как фиксирующая связь является вспомогательной, обуславливающей передачу движения от вала к гайке, то на ГСЧ указывается основной тип связи - передающая.

2.3. После построения ГСЧ делается анализ возможных качественных изменений функционального назначения ветвей графа. Результаты анализа представлены в табл. 3.

Таблица 3

Качественные изменения функционального назначения ветвей графа соединяемости частей

Ветвь графа	Функциональное назначение и переходы ветвей графа						Переходы ветвей графа	Причины перехода	Последствия качественного изменения функционального назначения ветвей графа	Последствия с точки зрения охраны труда
	2	3	4	5	6	7				
7.1	1 → 1						1 → 6	1. Срыв резьбы 2. Обратное включение	1. Вылет гайки 2. Отсутствие передачи движения	1. Поломка пилы и вылет ее частей 2. Вылет пилы
1.2	1 → 1						1 → 6	- "-	- "-	- "-
2.7	1 → 1						2 → 6	- "-	- "-	- "-
2.3	1 → 1						1 → 6	- "-	- "-	- "-
3.7	1 → 1						2 → 6	- "-	- "-	- "-
3.4	1 → 1						1 → 6	- "-	- "-	- "-
4.7	1 → 1						2 → 6	- "-	- "-	- "-
7.6	1						3 → 3			
6.5	1 → 1						1 → 2	Срез шпонки	Отсутствие передачи движения	Поломка пилы при передаче материала и вылет ее частей
5.4	1 → 1						1 → 2	- "-	- "-	- "-

7.8	1→1	2 → 3	Заклинивание вала в подшипнике	- "-	- "-
9.7	1 → 1	1 → 6	Разрушение слабых звеньев соединяющих муфты	- "-	- "-
10.9	1→1	1 → 2	Срез шпонки вала электродвигателя	Отсутствие передачи движения	Поломка пилы при подаче материала и вылет ее частей

В графе 1 указываются ветви ГСЧ, обозначающие между какими элементами рассматривается связь. Например, ветвь 7.1 означает связь между гайкой 1 и валом 7.

В графах 2..7 указываются функциональное назначение и переходы ветвей ГСЧ. Например, связь между элементами 7 и 1 при нормальной работе станка передающая обозначается цифрой 1 в графе 2, соответствующей данному типу связи (по принятому обозначению: 1-передающая, 2-ограничивающая, 3-фиксирующая, 4-фиксирующая с ограниченным перемещением, 5-экранирующая, 6-отсутствие связи). Затем анализируется возможное изменение типа связи. Для ветви 7.1 возможно новое состояние - отсутствие связи. Этот качественный переход обозначается линией на конце со стрелкой, указывающей направление перехода. Начало линии в графе 2, конец - в графе 7, соответствующей типу связи 6 - отсутствие связи. В конце линии ставится 1. Для наглядности в графе 8 указываются переходы ветвей при помощи цифр, принятых для обозначения типа связи. Например, для ветви 7.1 - переход 1 → 6.

В графе 9 указываются причины перехода из одного типа связи в другой. Причинами перехода из передающей в отсутствие связи для ветви 7.1 является срыв резьбы гайки или вала, или противоположное включение электродвигателя.

Последствиями отсутствия связи между валом и гайкой (графа 10) могут быть:

- отсутствие передачи движения пиле;
- вылет гайки.

Последствиями с точки зрения охраны труда (графа 11) могут быть поломка пилы и вылет ее частей, так как вследствие отсутствия передачи движе-

ния скорость резания уменьшается и процесс пиления прекращается. Подаваемым материалом возможно разрушение пилы. Кроме этого, при ослаблении или вылете гайки произойдет перекося пилы, что увеличивает вероятность ее поломки. Вылетевшими частями пилы (ограждение не полностью закрывает пилу – экранирующая ветвь прервана) может быть травмирован обслуживающий персонал. Изменения типов связи для других ветвей ГСЧ рассматриваются аналогично.

2.4 В табл. 4 представлены возможные изменения узлов (деталей) ГСЧ.

Таблица 4

Качественные изменения состояния узлов графа соединяемости частей

Номер узла	Качественные изменения состояния узлов ГСЧ	Последствия качественного изменения состояния узлов ГСЧ с точки зрения охраны труда
1	2	3
4	Разрушение пилы	Вылет частей пилы
6	Срез шпонки	
7	Повреждение вала (скручивание, поломка)	Вылет частей узла резания
8	Заклинивание подшипника (сепаратора, колец, шариков)	
9	Механическое разрушение элементов соединительной муфты	Вылет элементов муфты
10	Замыкание на корпус	Появление потенциала на корпусе
	Витковое замыкание	Загорание изоляции фаз
	Заклинивание вала	Обугливание обмоток статора

Перечень изменений состояния узлов ГСЧ может быть увеличен.

2.5 По данным граф 11 табл. 3 и 3 табл. 4 опасными состояниями станка вследствие отказов в механизме резания будут следующие:

- вылет частей пилы;
- вылет пилы;
- вылет частей узла резания;
- вылет элементов муфты;
- появление потенциала на корпусе;
- загорание изоляции обмоток двигателя.

2.6 Для выявления причин, приводящих к опасным состояниям станка, используется метод построения «дерева причин». В качестве примера

строится «дерево причин» опасного состояния станка «Вылет частей пыли». Методика построения «дерева причин» изложена в разделе 1. «Дерево причин» опасного состояния – «Вылет частей пыли» – представлено на рис. 7. При построении «дерева причин» опасных состояний станка рассматриваются возможные события.

2.6.1 Построение «дерева причин» начинается с события «Опасное состояние станка», которое в данном случае представляет «Вылет частей пыли». Это событие располагается на нулевом уровне «дерева».

2.6.2 Событию опасного состояния предшествуют два необходимых условия (причины) – «Возможность вылета частей пыли» и «Разрушение пыли». Эти события расположены на первом уровне «дерева причин» и в силу необходимости обоих соединены между собой оператором конъюнкции «И», а с событием «Вылет частей пыли» оператором импликации « \rightarrow ».

2.6.3 Затем анализ методически разделяется на две части: анализ причин возможности вылета частей пыли и анализ причин разрушения пыли.

2.6.4 Раскрывая причины возможности вылета частей пыли, необходимо указать материальные факторы, которые сформировали эту возможность, раскрыть во взаимосвязи и логической последовательности (при помощи вопроса «Почему?») условия, события, которые вызвали ее, а также установить причины неэффективности мер и средств предотвращения вылета частей пыли.

В рассматриваемом примере причинами возможности вылета частей пыли являются два события: «Ограждение не полностью закрывает пилу» и «Недостаточная прочность ограждения», соединенные оператором «ИЛИ», так как эти события являются конкурирующими относительно возникновения события 1.1. После этого анализ опять подразделяется на две части и устанавливается логическая последовательность причинно-следственных событий, которые обусловили события «Ограждение не полностью закрывает пилу» и «Недостаточная прочность ограждения».

Причинами события «Ограждение не полностью закрывает пилу» являются расположенные на разных уровнях и соединенные операторами «И», «ИЛИ», « \rightarrow » события «Направление подачи материала перпендикулярно направлению движения пилы», «Необходимость поперечного раскроя материала», «Отсутствие подвижных элементов, закрывающих боковые части пилы», «Усложнение конструкции ограждения», «Отсутствие подвижных элементов, закрывающих переднюю часть пилы», «Снижение производительности труда», «Недостаток проектирования». Аналогично возможными причинами события «Недостаточная прочность ограждения» являются события «Расчет необходимой толщины ограждения не соответствует требованиям безопасности», «Низкий уровень квалификации проектировщиков», «Снижение металлоемкости станка» и т.д.

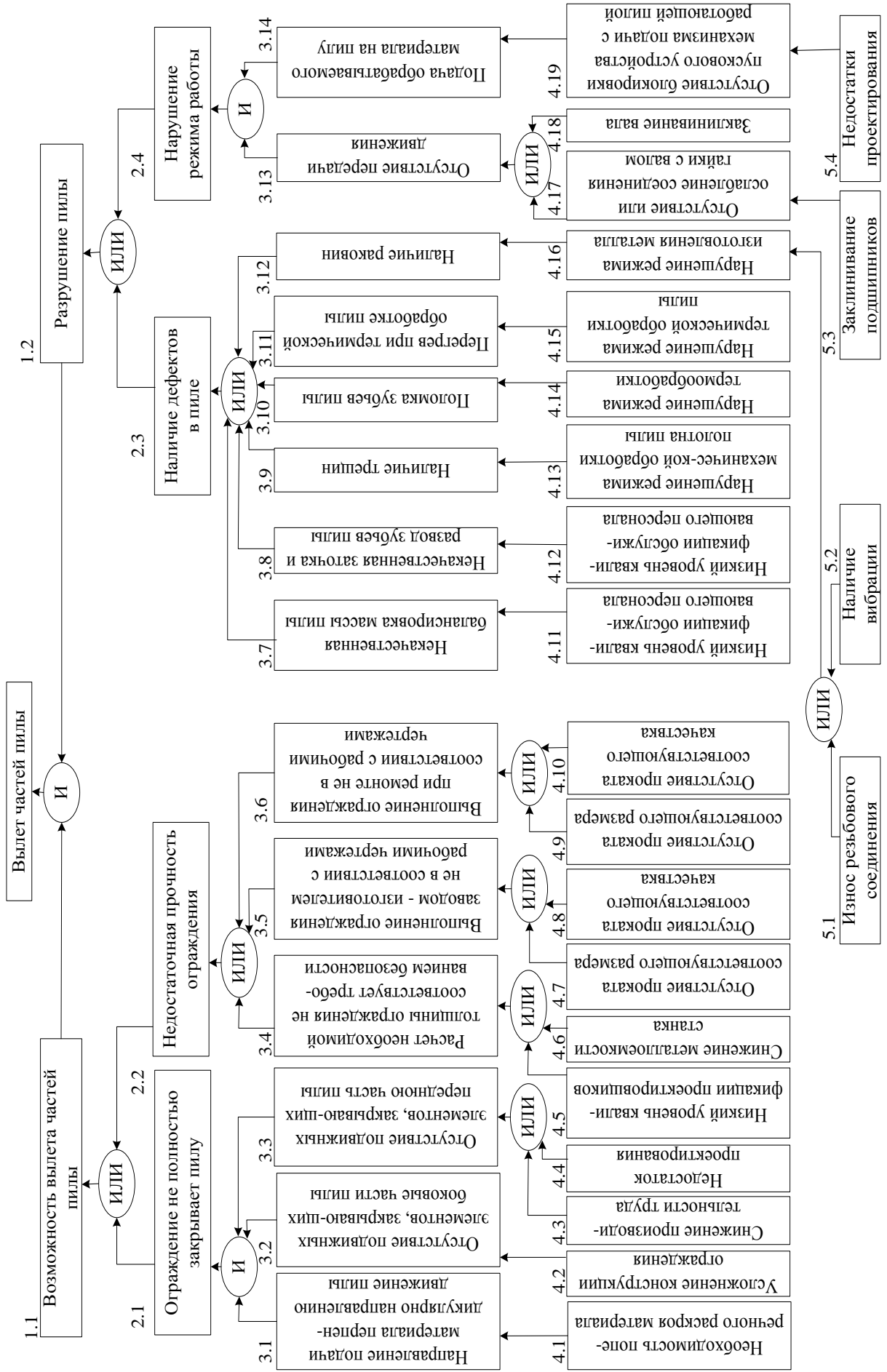


Рис. 7. «Дерево причин» опасного состояния станка «Вылет частей пилы»

2.6.5 После выявления причин возможности вылета частей пилы должны быть установлены причины разрушения пилы. Поскольку порядок анализа причин, которые могут вызвать событие 1.2, аналогичен приведенному выше и поясняется рисунком, его описание не приводится.

2.6.6 Построение «деревьев причин» других опасных состояний станка аналогичен предыдущему. После построения «деревьев причин» для каждого из опасных состояний строится общее «дерево причин» опасных состояний станка. Все частные опасные состояния являются входными к оператору «ИЛИ», выходным событием у которого является опасное состояние, которое может привести к несчастному случаю.

2.7 На основании анализа построенных «деревьев причин» можно определить конкретный и полный перечень мероприятий, которые необходимо предусмотреть при проектировании оборудования с целью предупреждения возникновения опасных состояний, и, следовательно, несчастных случаев при его эксплуатации.

2.8 На основании анализа построенных «деревьев причин» можно также определить перечень мероприятий, которые необходимо выполнять при изготовлении и эксплуатации оборудования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др. –М.: Высш. шк., 202 . – с.
2. Браун Д.Б. Анализ и разработка систем обеспечения техники безопасности / Д.Б. Браун. Пер. с англ. А.Н. Жовинского. -М.: Машиностроение, 1979.-360 с.
3. Миц В.Н. Графо-аналитический метод определения причин несчастных случаев / Миц В.Н. // Безопасность труда в промышленности, 1973. №5. с 12-15.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Выявление причин возможных опасных состояний оборудования на стадии проектирования	3
2. Пример построения «дерева причин» опасного состояния станка для поперечного раскроя пиломатериалов	10
Библиографический список	17
Оглавление	17

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИЧИН ВОЗМОЖНЫХ ОПАСНЫХ
СОСТОЯНИЙ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Методические указания к дипломному проектированию для студентов
механических специальностей

Тамара Васильевна Тупицына

Главный редактор Л.А. Суевалова
Редактор
Компьютерная верстка Г.А. Хемраева

Подписано в печать. Формат 60x84 1/16
Бумага писчая. Гарнитура «Таймс». Печать цифровая. Усл. печ. л.
Тираж 300 экз. Заказ

Издательство Тихоокеанского государственного университета.
680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136

Отдел оперативной полиграфии издательства
Тихоокеанского государственного университета.
680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136