



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Расчёт предварительных требований доказательства  
безопасности блока обнаружения препятствий  
беспилотного железнодорожного транспорта Московского  
центрального кольца

Факультет  
безопасности информационных  
технологий

Лаборатория  
валидации и верификации  
сложных технических систем

Санкт-Петербург  
2021

Директор лаборатории  
Попов И.Ю.  
Студенты  
Мухамеджанов С.  
Милосердов Д.И.

**Целью** исследования является **разработка** систем управления **беспилотного** железнодорожного транспорта с учётом **требований по безопасности**.

### Задачи:

1. провести **анализ** систем управления беспилотного железнодорожного транспорта;
2. **классифицировать** данные системы в зависимости от направления их действия;
3. определить **параметры безопасности** данных систем;
4. составить анализ рисков для блока обнаружения препятствий (БОП) беспилотного железнодорожного транспорта;
5. расчёт предварительных требований **доказательства безопасности** блока обнаружения препятствий беспилотного железнодорожного транспорта.

# Расчёт предварительных требований



Количество  
станций: 31

$S = 54$  км

$V = 54$  км/ч

$t_{\text{круг}} \approx 88$  МИН

$t_{\text{м/станц.}} \approx 2,83$  МИН



$t_{\text{об.}} \approx 1/30$  ч

$t_{\text{об./дор.}} \approx 1/44$  об./ч

$t_{\text{об. в ЗВ}} \approx 0,733$  об./ч

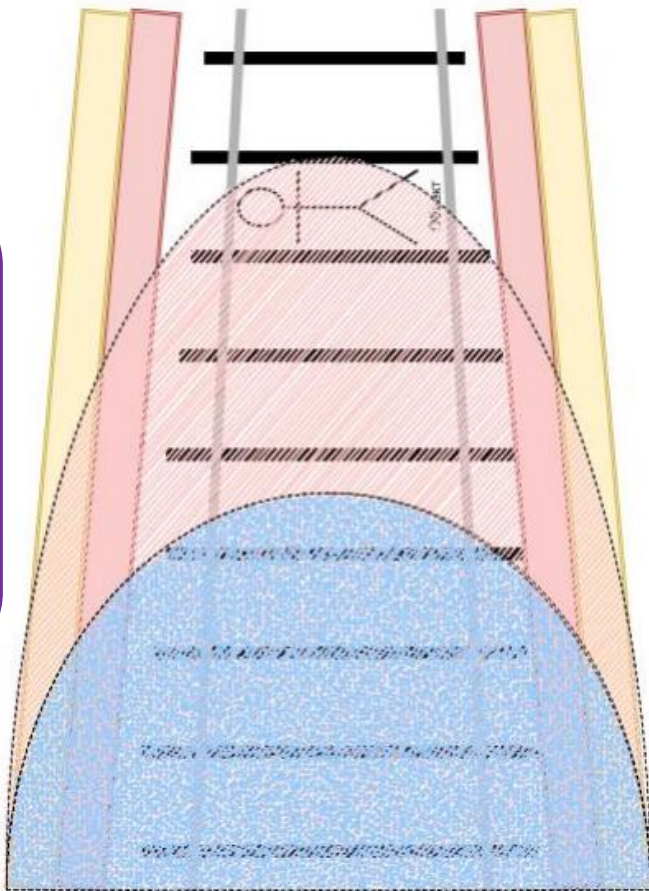
# Расчёт предварительных требований

$t_{об./ЗВ} \approx 34,5$  с при условии  
**сухих рельс**

$t_{об./ЗВ} \approx 33$  с при условии  
**мокрых рельс**

$t_{об./ЗВ} \approx 30$  с при условии  
**масляных рельс**

$t_{решение} \approx 1$  с



Рост > 120 см



Детектируемое расстояние: 600 м



Детектируемое расстояние: 200 м



Зона контролируемого  
железнодорожного пути в пределах  
1,9 м относительно оси пути



Зона контролируемого  
железнодорожного пути в пределах  
3,4 м относительно оси пути (за  
исключением красной зоны)

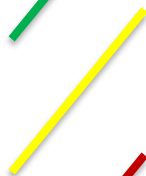
# Расчёт предварительных требований



Вероятность возникновения ошибки в зависимости от внешних условий видимости



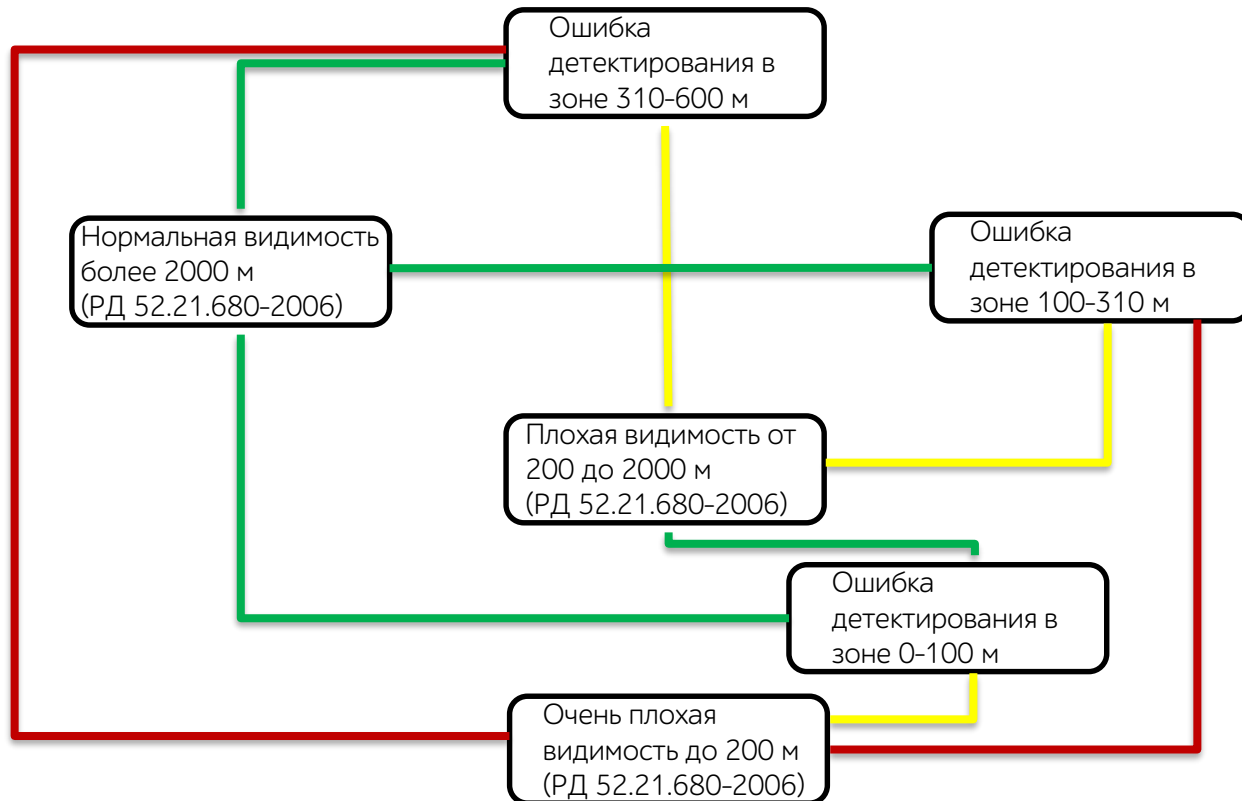
- низкая вероятность



- средняя вероятность



- высокая вероятность





УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Расчёт предварительных требований доказательства  
безопасности блока обнаружения препятствий  
беспилотного железнодорожного транспорта Московского  
центрального кольца

Факультет  
безопасности информационных  
технологий

Лаборатория  
валидации и верификации  
сложных технических систем

Санкт-Петербург  
2021

Директор лаборатории  
Попов И.Ю.  
Студенты  
Мухамеджанов С.  
Милосердов Д.И.

מדק



ANSYS

