Применение стандарта ISO 22613 (IRIS) для априорной оценки риска в системе менеджмента безопасности движения

Петербургский Государственный Университет Путей Сообщения Императора Александра I

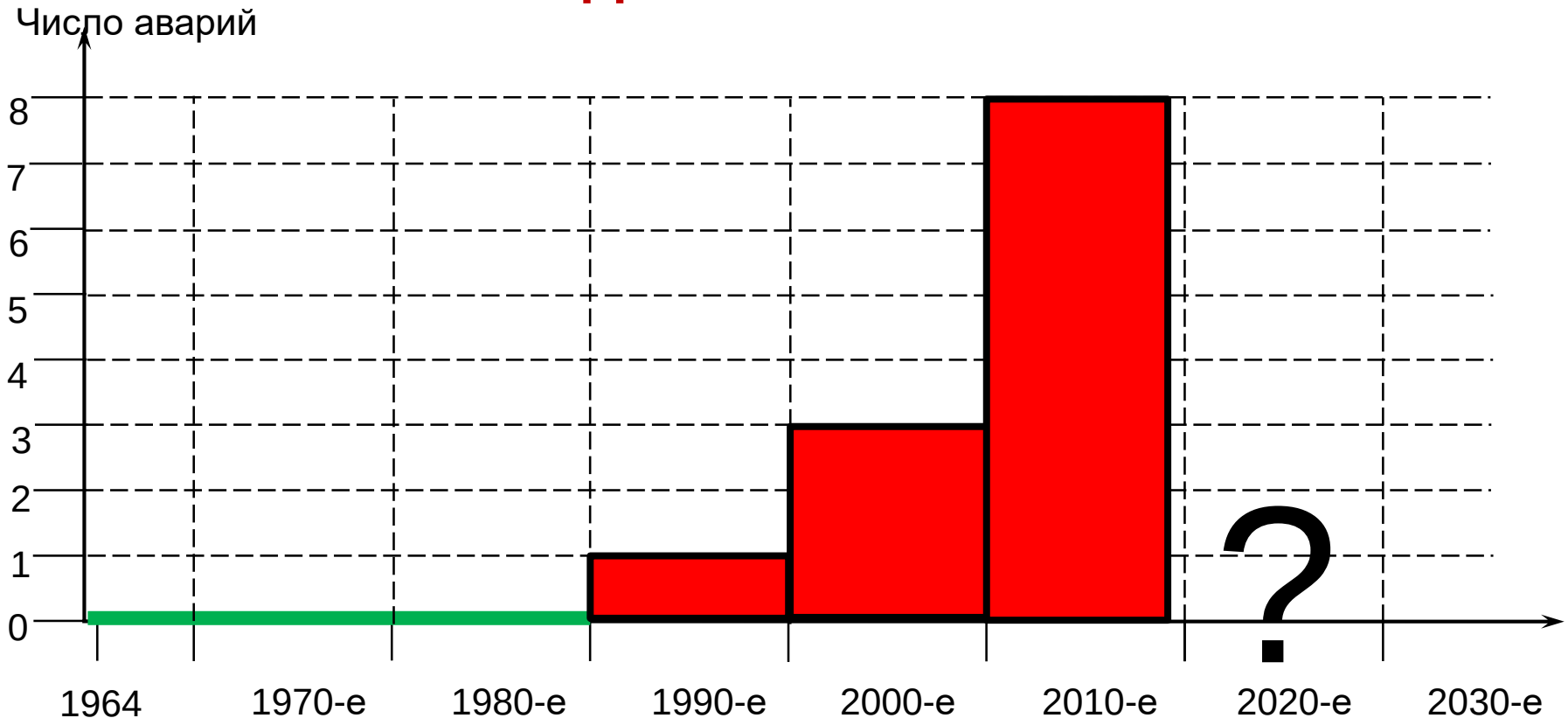
Шматченко В. В., к.т.н., доцент,

Иванов В. Г.

Основные аварии на ВСМ:

1	1998	Германия	-	101 погибло, 88 ранено
2	2004	Турция	-	41 погибло, 80 ранено
3	2005	Япония	-	107 погибло, 562 ранено
4	2008	Германия	-	никто не пострадал
5	2011	Китай	-	40 погибло, 190 ранено
6	2013	Испания	-	79 погибло, 139 ранено
7	2015	Франция	-	11 погибло, 30 ранено
8	2017	Германия	-	2 ранено
9	2018	Германия	-	4 ранено
10	2018	Тайвань	-	18 погибло, не менее 180 ранено
11	2018	Ю. Корея	-	15 ранено
12	2018	Турция	-	9 погибло, 86 ранено

Распределение числа аварий на ВСМ по десятилетиям:



Аварии поездов ВСМ

03.06.1998. Эшеде, Германия, крушение поезда ICE-1 с 287 пассажирами, погибло 101, тяжело ранено 88 .

<u>Причины</u>: ошибки человека.

Аварии поездов ВСМ

22.07.2004 . Памукова, Турция, сход с рельсов поезда с 234 пассажирами, погибло 41, ранено 80.

<u>Причины</u> : ошибка машиниста – превышение скорости на криволинейном участке (132 км/час вместо допустимых 80 км/час).

Аварии поездов ВСМ

25.04.2005 Амагасаки, Япония, крушение поезда с 700 пассажирами, погибло 107, ранено 562, не менее 100 - тяжело.

<u>Причины</u> : ошибка машиниста – превышение скорости на криволинейном участке (116 км/час вместо допустимых 70 км/час).

Аварии поездов ВСМ

09.07.2008 . Кёльн, Германия - никто не пострадал.

<u>Причины</u>: Необоснованное увеличение ресурса колёсных пар: излом колёсной пары поезда ICE-3 сразу после отправления поезда.

Аварии поездов ВСМ

23.07.2011. Вэнчжоу, КНР - столкновение поездов в попутном следовании, погибло 40 человек, не менее 172 ранено

<u>Причины</u> : ошибки человека – ошибки при проектировании и обслуживании системы управления.

Аварии поездов ВСМ

24.07.2013 Сантьяго де Камостелла, Испания – крушение поезда с 222 пассажирами, погибло 79, не менее 140 ранено.

<u>Причины</u>: ошибка машиниста – превышение скорости на криволинейном участке (190 км/час вместо допустимых 80 км/час).

Аварии поездов ВСМ

14.11.2015. Эверсхайм, Франция – крушение поезда, в котором находилось 49 человек, погибло 11, не менее 30 ранено.

<u>Причины:</u> ошибка машиниста – превышение скорости на криволинейном участке (265 км/час вместо допустимых 176 км/час).

Аварии поездов ВСМ

02.05.2017. Дортмунд, Германия – сход двух последних вагонов поезда ВСМ, ранено 2 человека.

<u>Причины:</u> техническая неисправность стрелочного перевода

Аварии поездов ВСМ

12.10.2018. Дирдорф, Германия – пожар в поезде с 510 пассажирами на скорости 280 км/час, 4 человека получили лёгкие травмы

<u>Причины:</u> ошибка человека – дефект в электрической схеме, проявившийся в первом же рейсе после ремонта вагона.

Аварии поездов ВСМ

22.10.2018. Ксинма, Тайвань – сход поезда с 366 пассажирами, погибло 18, не менее 180 ранено.

<u>Причины:</u> ошибка машиниста – превышение скорости на криволинейном участке (140 км/час вместо допустимых 70 км/час).

Аварии поездов ВСМ

08.12.2018. Каньён, Южная Корея – сход поезда с 198 пассажирами, 15 ранено.

<u>Причины:</u> техническая неисправность - температурная деформация пути.

Аварии поездов ВСМ

12.12.2018. Анкара, Турция – столкновение служебного поезда и поезда с 200 пассажирами, погибло 9, не менее 86 ранено

<u>Причины:</u> ошибка дежурного по станции, отправившего поезд ВСМ на занятый путь.

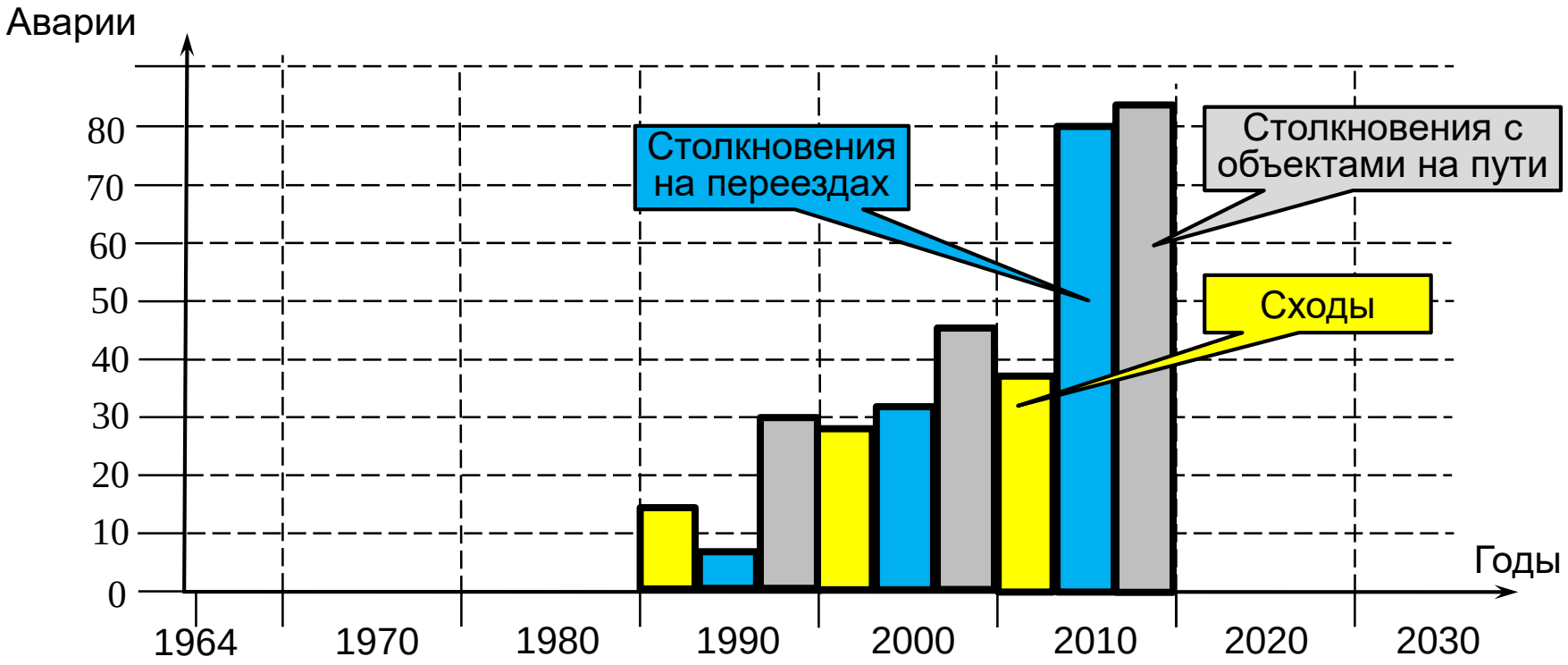
К сожалению, высокоскоростной магнитолевитационный транспорт (Маглев) не является исключением

Авария с магнитолевитационным поездом

22.09.2006. Лазен, Германия, погибло 25 человек

<u>Причины:</u> ошибка человека (поездного диспетчера) – отправление магнитолевитационного поезда на путь, занятый служебным дизельным поездом.

Аварии с обычными пассажирскими поездами (сходы, столкновения на переездах, столкновения с объектами на пути) из-за ошибок человека



Таким образом,
очевидно, что на высокоскоростном и обычном ж.д. транспорте имеет место
значительный рост аварийности, связанной с ошибками человека.
Поэтому техническое регулирование безопасности должно содержать инструменты по минимизации этих ошибок.
К этим инструментам относятся:

- **функции безопасности** (в соответствии с IEC 62278 – он же EN 50126) **и комплексная автоматизация этих функций,**

- **Система Менеджмента Безопасности (СМБ) для исключения ошибок человека при использовании этих функций.**

Функции безопасности:

исключают человека из контура управления безопасностью.

Система Менеджмента Безопасности:

направлена на повышение гарантоспособности человека при управлении безопасностью (в том числе – при использовании функций безопасности).

Функции безопасности

Функции безопасности – это дополнительные функции включаемые в проект системы на основе анализа риска
(в соответствии со стандартом IEC 62278 – он же EN 50126)

Эти функции используются для:

- **упреждающего,**
- **своевременного,**
- **чрезвычайного**

реагирования на опасные события.

Примеры функций безопасности:

1998 Германия
2008 Германия
2004 Турция
2005 Япония
2013 Испания
2015 Франция
2018 Тайвань

Постоянный автоматический мониторинг ходовой части подвижного состава с помощью высокочастотной акустической эмиссии (упреждающее реагирование)

2006 Германия
2011 Китай
2018 Турция

Постоянный централизованный контроль скорости движения поездов (упреждающее реагирование)

Постоянный централизованный контроль расстояния между поездами попутного следования (упреждающее реагирование)

Пример функции безопасности:

Постоянный централизованный автоматический контроль местоположения и скорости поездов (упреждающее реагирование)

Регулярная передача информационных пакетов с объектов на пути (поездов, рабочих бригад, и т.д.):

$$\{x_i(t),\ \dot{x}_i(t),\ P_i(t)\}$$

$x_i(t),\ \dot{x}_i(t)$ – положение и скорость объекта (например, поезда) i в момент времени t

$P_i(t)$ – вектор состояния бортовых систем поезда i в момент времени t

Реализовано в инкрементной системе управления движением поездов (Incremental Train Control System).

Однако,

одних функций безопасности

НЕДОСТАТОЧНО

для минимизации ошибок человека.

Необходимо

повышение гарантоспособности человека с помощью Системы Менеджмента Безопасности

(СМБ)

Основные требования к СМБ:

1 СМБ должна охватывать все этапы жизненного цикла транспортных систем (подсистем), включая проектирование, изготовление, строительство, эксплуатацию, обслуживание, модернизацию и снятие с эксплуатации.

2 СМБ должна включать процесс постоянного совершенствования безопасности, основанный на:

- идентификации угроз и опасных событий, которыми они реализуются;
- априорном и апостериорном оценивании риска;
- мерах упреждающего, своевременного и чрезвычайного реагирования на опасные события;
- оценке мер реагирования в метрике уровней полноты безопасности;
- оценке деятельности персонала, ответственного за безопасность, показателями технической и поведенческой компетентности.

3 Аудит эффективности и результативности процессов СМБ должен обеспечивать оценивание этих процессов в метрике уровней технологической зрелости.

4 СМБ должна быть частью системы менеджмента бизнеса предприятия (соответствующей стандарту ISO 22163).

Одна из проблем интеграции систем менеджмента бизнеса и безопасности:

КАК

совместить

метрику уровней технологической зрелости

и

метрику уровней полноты (гарантированности) безопасности

в единой системе менеджмента?

Связь уровней гарантированности безопасности и уровней технологической зрелости

Угрозы и опасные события (ОС) на примере угрозы "Сход":

ОС 1.1 – сход, непогашенное ускорение; **ОС 1.2** – сход, препятствие на пути; **ОС 1.3** – сход, нарушение геометрии пути; **ОС 1.4** – сход, нарушение целостности рельсовой нити; **ОС 1.5** – сход, нарушение целостности колёсной пары.

.

Параметры опасного события (ОС):

Тяжесть последствий ОС:

C_1 – лёгкие травмы, незначительный ущерб;
C_2 – тяжёлые травмы, смерть одного человека, значительный, но поправимый ущерб;
C_3 – несколько погибших, значительный ущерб с длительным восстановлением;
C_4 – множество погибших, катастрофический ущерб.

Реагирование на ОС:

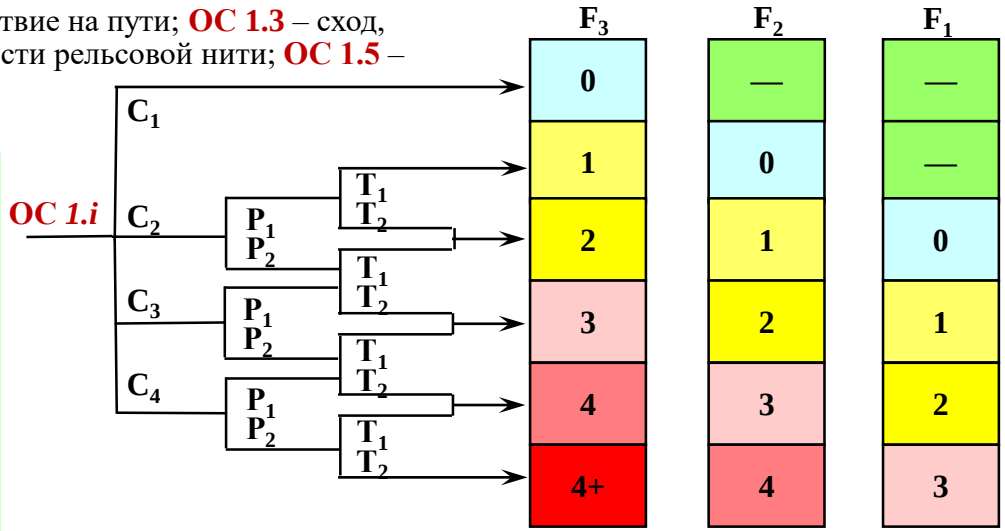
T_1 – возможно упреждающее реагирование;
T_2 – только своевременное реагирование.

Причина ОС:

P_1 – технический отказ;
P_2 – ошибка человека.

Уровни технологической зрелости предприятия, управляющего ОС:

F_1 – высший (5-й уровень);
F_2 – улучшенный (4-й уровень);
F_3 – штатный (3-й уровень).



Уровни гарантированности безопасности ОС:

— – допустимый риск, требования по безопасности не предъявляются;
0 –требования по безопасности могут быть предъявлены по усмотрению заказчика;
1, 2 – применяются штатные проектные меры упреждающего и своевременного реагирования на ОС;
3, 4, 4+ – необходим глубокий анализ развития ОС и дополнительные меры упреждающего и своевременного реагирования, направленные на минимизацию предпосылок появления ОС.

ЗАМЕЧАНИЕ

Хотя результаты анализа аварий с поездами ВСМ и обычными пассажирскими поездами показывают одинаковую динамику, необходимо подтвердить, что использованные при анализе данные, представленные в Википедии, являются репрезентативной выборкой.

Для этого была использована статистика Федерального Агентства по железнодорожному транспорту США

Аварии и происшествия на грузовом и пассажирском железнодорожном транспорте США за период 1990 – 2018 гг

Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Всего
Всего	2879	2658	2359	2611	2504	2459	2443	2397	2575	2768	25653
Только сходов	2146	1836	1734	1930	1825	1742	1816	1741	1757	1961	18488
Годы	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**Всего**
Всего	2983	3023	2738	3019	3385	3266	2998	2693	2481	1912	28498
Только сходов	2112	2234	1989	2133	2435	2305	2187	1934	1789	1370	20488
Годы	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**Всего**
Всего	1902	2032	1766	1855	1886	1934	1723	1765	1863	[illegible]	16726

2005 г. – год начала внедрения в США инкрементной системы управления движением поездов

Спасибо за внимание!
Вопросы?