



ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ  
императора Александра I



Отраслевая Научно-Исследовательская Лаборатория  
«Автоматизации Технического Обслуживания, Диагностика и Мониторинг СЖАТ»

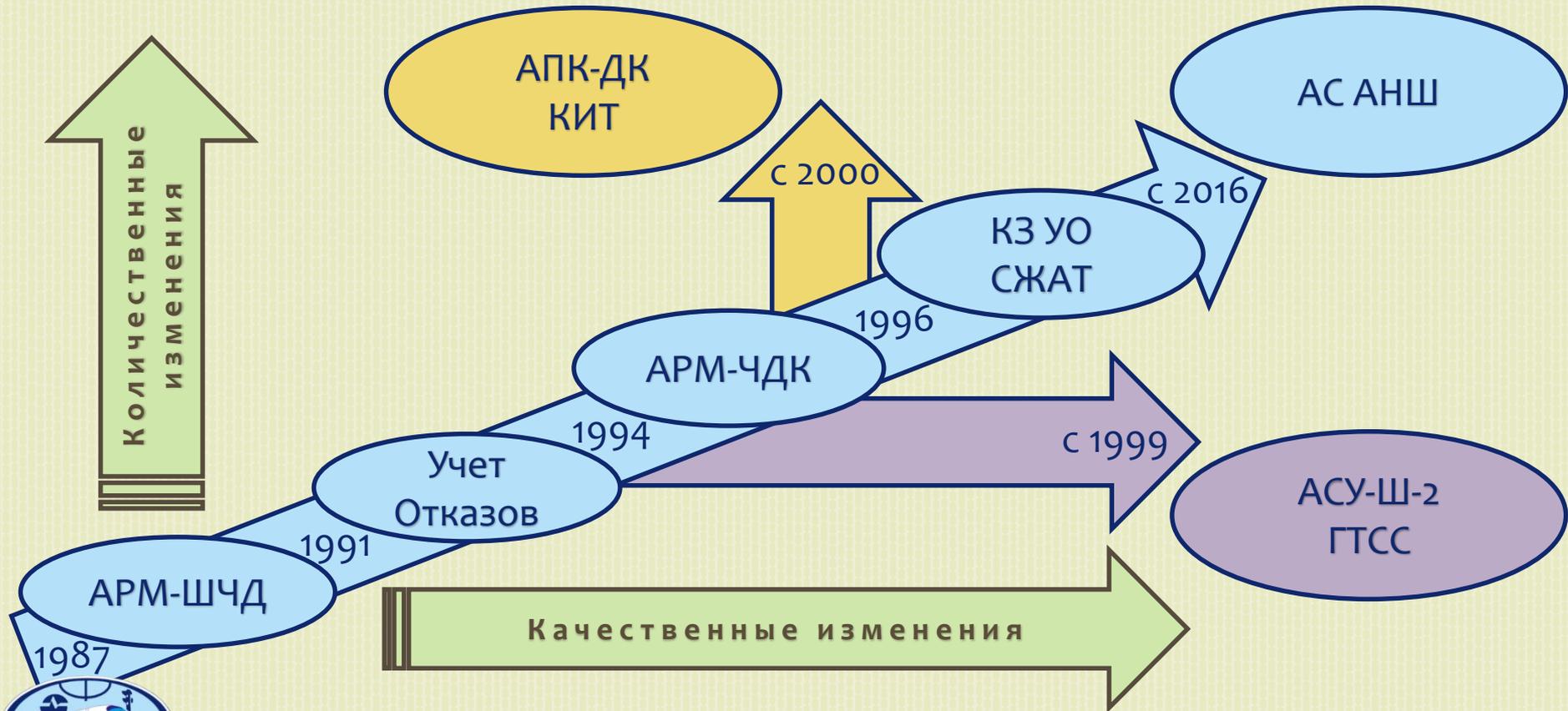
# УМНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА

Докладчик: Заведующий лабораторией  
Долгов Михаил Викторович



Раздел «Цифровая железная дорога»

Сочи 17.10.2018



# АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ



## АС АНШ

Расчет показателей надежности хозяйства

2016

Комплексная оценка деятельности подразделений

2017

Формирование плана повышения надежности ТС

2018



ОКТ

**АС АНШ**

1 ЦНОТС - ЦШ

2 Матрица рисков

3.1 Интенсивность отказов

3.2 Коэффициент готовности

3.3 Время восстановления

3.4 Поездочасы

3.5 Интенсивность внутр.

3.6 Время восст. внутр.

4 Сводные показатели

5 Интенсивность систем

1 ЦНОТС - ЦШ

2 Матрица рисков

3.1 Интенсивность отказов

3.2 Коэффициент готовности

3.3 Время восстановления

3.4 Поездочасы

3.5 Интенсивность внутр.

3.6 Время восст. внутр.

4 Сводные показатели

4.2 Классы линий

5 Анализ интенсивности

6 Анализ интенсивности

7 Входные данные

Матрица рисков за 1 квартал 2017 года

Матрица рисков (главные)

Таблица 1 - Матрица риска

| Вероятность задержки поезда (уровень частоты) | Количество станций по тяжести последствий (поездо-часы потеря) |              |              |             |
|---|--|--------------|--------------|-------------|
|   | Незначительный   | Значительный | Существенный | Критический |
| Часто   | 2  | 13           | 20           | 10          |
| Вероятно                                      | 11   | 17           | 24           | 11          |
| Случайно                                      | 47   | 51           | 51           | 47          |
| Редко   | 5  | 6            | 4            | 5           |
| Крайю редко                                   | 0  | 0            | 0            | 0           |
| Маловероятно                                  | 0  | 0            | 0            | 0           |

Таблица 2 - По объектам

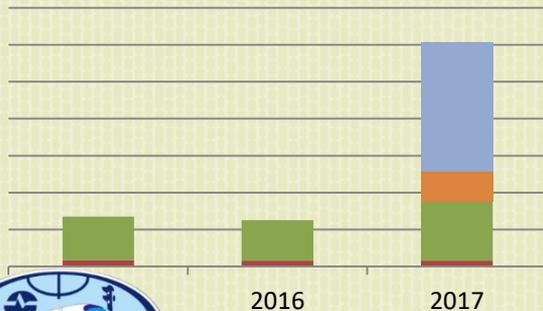
| Подразделения | Уровень риска поездоочасть для судя станций(перегонов) |               |            |                         |
|---------------|--|---------------|------------|-------------------------|
|               | Недопустимый   | Нежелательный | Допустимый | Не принимаемый в расчет |
| ШЧ-1          | 3  | 4             | 5          |                         |
| ШЧ-3          | 7  | 6             | 7          |                         |



# РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ



- Расчет функциональных показателей надежности
- Корректировка методики совместно с разработчиком
- Разработка протокола и получение данных по предотказам и отступлениям от ЕК АСУ-И
- Оперативная база увеличилась в пять раз
- Расчет структурных показателей на втором этапе
- Корректировка методики компенсирующую неравномерность распределения предотказов



- Отступления
- Предотказы
- Оповещения (КАС АНТ)
- Отказы (АСУ-Ш2)

| АС АНШ                       | Сеть  |           |        |                        |           |        |                                 |           |          |                       |          |         |        |      |        |        |
|------------------------------|---|-----------|--------|------------------------|-----------|--------|---------------------------------|-----------|----------|-----------------------|----------|---------|--------|------|--------|--------|
|                              | 1 квартал   | 2 квартал |        |                        | 3 квартал |        |                                 | 4 квартал |          |                       | 2018 год |         |        |      |        |        |
| Описание версии 1.0.7        | Январь  | Февраль   | Март   | Апрель                 | Май       | Июнь   | Июль                            | Август    | Сентябрь | Октябрь               | Ноябрь   | Декабрь |        |      |        |        |
| <b>Показатели надежности</b> | Отчет по показателям надежности технических средств по хозяйству автоматики и телемеханики за период с Января по Сентябрь 2018 г. по Сети |           |        |                        |           |        |                                 |           |          |                       |          |         |        |      |        |        |
| 1 ЦНОТС - ЦШ                 | Интенсивность отказов 1 и 2 кат.*10 <sup>-3</sup> , 1/ч   |           |        | Коэффициент готовности |           |        | Среднее время восстановления, ч |           |          | Потери поездочасов, ч |          |         |        |      |        |        |
| 2.1 Матрица рисков           | допуст.   | факт.     | %      | допуст.                | факт.     | %      | допуст.                         | факт.     | %        | допуст.               | 2017     | 2018    | %      |      |        |        |
| 2.2 Карта рисков             | 16.52   | 7.65      | -53.69 | 0.9647                 | 0.9918    | 102.91 | 2.22                            | 1.08      | -48.65   | 1221.84               | 965.95   | 471.45  | 38.59  |      |        |        |
| 3.1 Интенсивность отказов    | Сводные показатели надежности функционирования объектов ЖАТ за период с Января по Сентябрь 2018 г. по ОКТ Ж.Д.                            |           |        |                        |           |        |                                 |           |          |                       |          |         |        |      |        |        |
| 3.2 Коэффициент готовности   | Информирование объектов по подразделению  |           |        |                        |           |        |                                 |           |          |                       |          |         |        |      |        |        |
| 3.3 Время восстановления     | Внешние показатели  |           |        |                        |           |        |                                 |           |          |                       |          |         |        |      |        |        |
| 3.4 Поездочасы               | Внутренние показатели   |           |        |                        |           |        |                                 |           |          |                       |          |         |        |      |        |        |
| 3.5 Интенсивность внутр.     | Подразделения   | Норма     | Факт   | %                      | Норма     | Факт   | %                               | Норма     | Факт     | %                     | Норма    | Факт    | %      |      |        |        |
| 3.6 Время восст. внутр.      |   |           |        |                        |           |        |                                 |           |          |                       |          |         |        |      |        |        |
| 4 Сводные показатели         | ИРЧ-1 Ш   | 0.9974    | -      | -                      | 1.02      | -      | -                               | 2.53      | -        | -                     | 54.45    | 17.07   | -68.65 | 2.10 | 2.60   | 23.81  |
| 5 Интенсивность систем       | ИРЧ-2 Ш   | 0.9956    | 0.9995 | 100.39                 | 1.35      | 0.23   | -82.96                          | 3.26      | 2.02     | 61.96                 | 71.96    | 34.27   | -52.38 | 2.38 | 2.27   | -4.62  |
| 6 Интенсивность устройств    | ИРЧ-4 Ш   | 0.9990    | -      | -                      | 0.48      | -      | -                               | 2.15      | -        | -                     | 22.03    | 3.16    | -85.66 | 2.12 | 1.29   | -91.04 |
| 7 Водные данные              | ИРЧ-3 Ш   | 0.9986    | 0.9999 | 100.13                 | 0.49      | 0.02   | -95.52                          | 2.89      | 0.01     | 0.35                  | 16.23    | 49.1    | -69.75 | 2.27 | 2.07   | -8.81  |
| Оценка деятельности          | ИРЧ-1   | 0.9989    | 0.9999 | 100.10                 | 0.77      | 0.71   | -7.79                           | 1.41      | 0.16     | 11.82                 | 246.23   | 112.60  | 1.02   | 0.44 | -56.86 |        |
|                              | ИРЧ-2   | 0.9941    | 0.9952 | 100.51                 | 2.30      | 1.18   | -48.70                          | 2.61      | 0.69     | 26.44                 | 115.68   | 61.17   | -47.12 | 2.37 | 1.16   | -51.05 |
|                              | ИРЧ-4   | 0.9974    | 0.9999 | 100.26                 | 1.53      | 0.31   | -79.74                          | 1.68      | 0.26     | 15.48                 | 339.13   | 84.23   | -81.06 | 0.96 | 0.44   | -54.13 |
|                              | ИРЧ-5   | 0.9972    | 0.9999 | 100.27                 | 1.66      | 0.45   | -73.30                          | 1.70      | 0.20     | 11.76                 | 318.65   | 110.56  | -65.30 | 1.05 | 0.35   | -66.67 |
|                              | ИРЧ-6   | 0.9984    | 0.9999 | 100.15                 | 0.73      | 0.08   | -89.04                          | 2.24      | 0.58     | 25.89                 | 78.00    | 51.05   | -34.55 | 1.77 | 1.43   | -19.23 |
|                              | ИРЧ-8   | 0.9970    | 0.9997 | 100.27                 | 1.48      | 1.05   | -29.05                          | 2.05      | 0.24     | 11.71                 | 206.01   | 352.18  | 70.95  | 1.75 | 0.33   | -81.14 |
|                              | По сети   | 0.9973    | 0.9995 | 100.22                 | 1.24      | 0.38   | -69.35                          | 2.16      | 1.39     | 64.35                 | 120.88   | 79.83   | -33.96 | 1.97 | 1.27   | -35.53 |



# РАСЧЕТ И ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

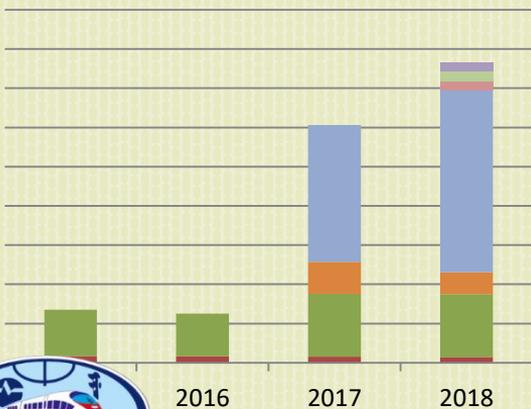


Базовая оценка рассчитывается на основе данных используемых для структурных показателей надежности.

Дополнительная оценка потребовала еще 4 критерия оценки.

Разработаны формы ручного ввода недостающих данных и осуществлена стыковка с задачей П-САД (АСУ-Ш2)

- Выполнения ОТМ
- Производительность труда
- Техоснащенность
- Отступления
- Предотказы
- Оповещения (КАС АНТ)
- Отказы (АСУ-Ш2)



Умная инфраструктура. Цифровые технологии диагностики и мониторинга

Оценка деятельности за 2017 г. по ОКТ в ОКТ

| Подразделение | Баллы | Производственная группа | Коэф. влияния на производственные ЦП | Взвешенные баллы | Качественная оценка |
|---------------|-------|-------------------------|--------------------------------------|------------------|---------------------|
| ИИ ШИ МОТОРС  | 1482  | 0,08                    | 0,02                                 | 118,56           | 1482                |
| ИИ ШИ АИГТИ   | 1533  | 0,08                    | 0,02                                 | 122,64           | 1533                |
| ИИ ШИ ТЕРМОК  | 1735  | 1,87                    | 0,06                                 | 321,45           | 1735                |
| ИИ ШИ СОРТАВЛ | 1770  | 4,65                    | 0,17                                 | 300,15           | 1770                |
| ИИ ШИ         | 1912  | 10,40                   | 1,17                                 | 216,84           | 1912                |
| ИИ ШИ 4       | 1979  | 116,78                  | 4,23                                 | 835,11           | 1979                |
| ИИ ШИ 23      | 2243  | 50,02                   | 1,88                                 | 411,66           | 2243                |
| ИИ ШИ 53      | 2224  | 62,85                   | 2,27                                 | 505,81           | 2224                |
| ИИ ШИ 13      | 2647  | 38,43                   | 1,21                                 | 320,30           | 2647                |
| ИИ ШИ 17      | 2755  | 1,66                    | 0,02                                 | 55,10            | 2755                |
| ИИ ШИ 1       | 3579  | 11,13                   | 0,39                                 | 139,60           | 3579                |
| ИИ ШИ 25      | 3509  | 73,32                   | 2,58                                 | 1873,86          | 3509                |

Оценка деятельности за 2017 г. по ОКТ в ОКТ

| Подразделение | Баллы | Производственная группа | Коэф. влияния на производственные ЦП | Взвешенные баллы | Качественная оценка |
|---------------|-------|-------------------------|--------------------------------------|------------------|---------------------|
| ИИ ШИ         | 1912  | 10,40                   | 1,17                                 | 216,84           | 1912                |
| ИИ ШИ 4       | 1979  | 116,78                  | 4,23                                 | 835,11           | 1979                |
| ИИ ШИ 23      | 2243  | 50,02                   | 1,88                                 | 411,66           | 2243                |
| ИИ ШИ 53      | 2224  | 62,85                   | 2,27                                 | 505,81           | 2224                |
| ИИ ШИ 13      | 2647  | 38,43                   | 1,21                                 | 320,30           | 2647                |
| ИИ ШИ 17      | 2755  | 1,66                    | 0,02                                 | 55,10            | 2755                |
| ИИ ШИ 1       | 3579  | 11,13                   | 0,39                                 | 139,60           | 3579                |
| ИИ ШИ 25      | 3509  | 73,32                   | 2,58                                 | 1873,86          | 3509                |

БАЗОВЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДИСТАНЦИИ СЦБ

$$B^{ШЧ} = \frac{\sum B_{шч}^{FP}}{y} + 75 \cdot \frac{y^{ШЧ}}{y_{2016}^{ШЧ}}$$

Оценка деятельности за 2017 г. по ОКТ в ОКТ

| Подразделение | Баллы | Производственная группа | Коэф. влияния на производственные ЦП | Взвешенные баллы | Качественная оценка |
|---------------|-------|-------------------------|--------------------------------------|------------------|---------------------|
| ИИ ШИ МОТОРС  | 1482  | 0,08                    | 0,02                                 | 118,56           | 1482                |
| ИИ ШИ АИГТИ   | 1533  | 0,08                    | 0,02                                 | 122,64           | 1533                |
| ИИ ШИ ТЕРМОК  | 1735  | 1,87                    | 0,06                                 | 321,45           | 1735                |
| ИИ ШИ СОРТАВЛ | 1770  | 4,65                    | 0,17                                 | 300,15           | 1770                |
| ИИ ШИ         | 1912  | 10,40                   | 1,17                                 | 216,84           | 1912                |
| ИИ ШИ 4       | 1979  | 116,78                  | 4,23                                 | 835,11           | 1979                |
| ИИ ШИ 23      | 2243  | 50,02                   | 1,88                                 | 411,66           | 2243                |
| ИИ ШИ 53      | 2224  | 62,85                   | 2,27                                 | 505,81           | 2224                |
| ИИ ШИ 13      | 2647  | 38,43                   | 1,21                                 | 320,30           | 2647                |
| ИИ ШИ 17      | 2755  | 1,66                    | 0,02                                 | 55,10            | 2755                |
| ИИ ШИ 1       | 3579  | 11,13                   | 0,39                                 | 139,60           | 3579                |
| ИИ ШИ 25      | 3509  | 73,32                   | 2,58                                 | 1873,86          | 3509                |

| № п/п | Наименование дополнительного показателя деятельности службы Ш                                    | Описание дополнительного показателя деятельности бригады СЦБ, ШЧ, службы Ш | Значимость (вес) дополнительного показателя деятельности бригады СЦБ, ШЧ, службы Ш | ИЗБ    | Баллы | Качественная оценка |
|-------|--|--|--|--------|-------|---------------------|
| 1     | Доля отказов объектов ЖАТ 1 и 2 категории, вызванных субъективным влиянием человеческого фактора | $D_1^{Ш}$  | 50% (0,5)  | ИЗБ    | 2432  | 100%                |
| 2     | Количество отказов устройств ЖАТ 1, 2 и 3 категории на 1 ед. технической оснащенности            | $D_2^{Ш}$  | 16,66% (0,17)  | С40В   | 2877  | 100%                |
| 3     | Процент выполнения комплекса организационно-технических мероприятий (ОТМ)                        | $D_3^{Ш}$  | 16,66% (0,17)  | Ю-ВОСТ | 3339  | 100%                |
| 4     | Уровень производительности труда структурного подразделения                                      | $D_4^{Ш}$  | 16,66% (0,17)  | ПРИВ   | 3659  | 100%                |
|       |  |  |  | ОКП    | 3951  | 100%                |
|       |  |  |  | ГОРК   | 4083  | 100%                |
|       |  |  |  | Ю-Р    | 4269  | 100%                |
|       |  |  |  | В-ОБ   | 4458  | 100%                |
|       |  |  |  | МОСК   | 4805  | 100%                |
|       |  |  |  | КРАС   | 4853  | 100%                |
|       |  |  |  | СВЕРД  | 4979  | 100%                |

| Подразделение | Базовые показатели, баллы | Качественная оценка базового показателя | Дополнительные показатели, баллы | Интегральные показатели, баллы | Качественная оценка интегрального показателя |
|---------------|---------------------------|---|----------------------------------|--------------------------------|--|
| ЗАБ           | 26.73                     | 100%                                    | 15                               | 41.73                          | 100%   |
| КРАС          | 23.65                     | 100%                                    | 15                               | 38.65                          | 100%   |
| СЕВ           | 26.35                     | 100%                                    | 5                                | 31.35                          | 100%   |
| СВЕРД         | 18.68                     | 100%                                    | 10                               | 28.68                          | 100%   |
| ОКТ           | 16.63                     | 100%                                    | 10                               | 26.63                          | 100%   |
| КЛНГ          | 20.09                     | 100%                                    | 5                                | 25.09                          | 100%   |
| ПРИВ          | 14.98                     | 100%                                    | 10                               | 24.98                          | 100%   |

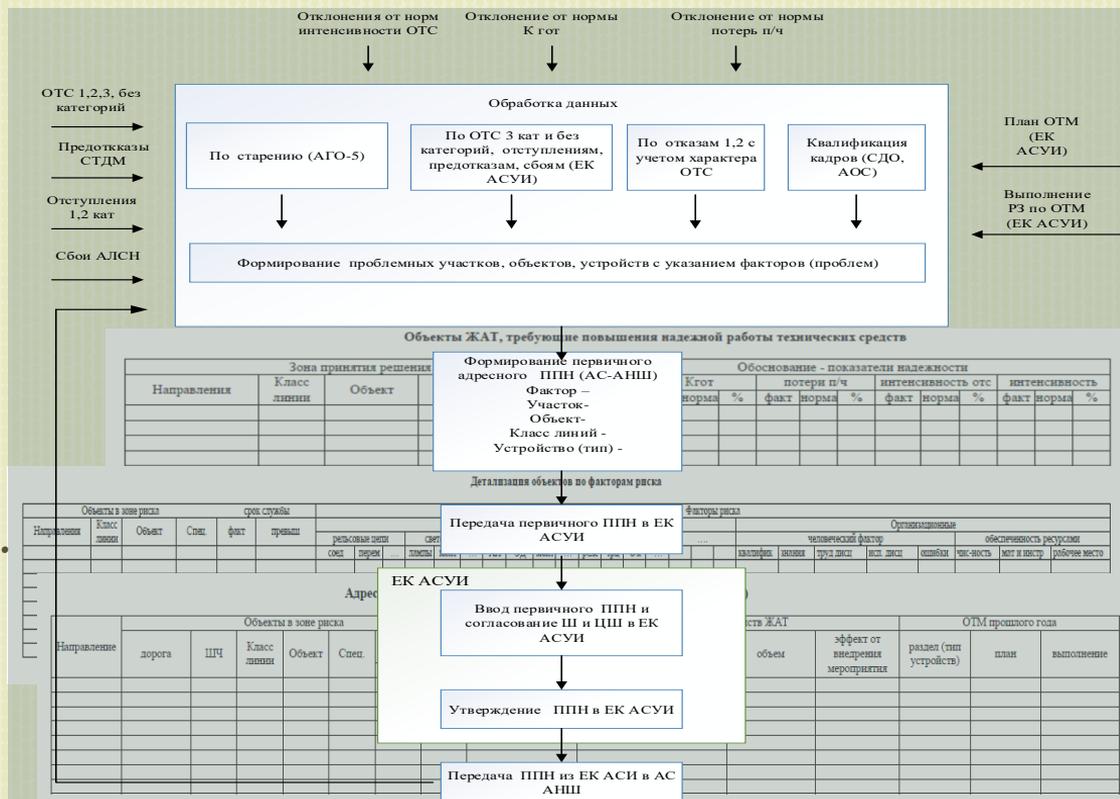
$$I^{Ш} = B^{Ш} + D^{Ш}$$

# ПЛАН ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ

Состояние разработки задачи:

1. Алгоритм решения - Разработан.
  2. Справочная информация - АСУ-Ш:
    - объекты, структура ШЧ, Ш;
    - классы и специализация;
    - регламент обслуживания;
    - размеры движения (ручной ввод).
  3. Входные данные - КАСАНТ:
    - отказы, продолжительность;
    - потери поездо-часов.
  4. Выходные формы – Утверждены.
- Протокол работы с ЕК АСУ-И разработан.

Нет – полигонов и направлений движения основных грузопотоков, нормативные и фактические размеры движения (источник ГИД), реализованных «окон» (АС АПВО), технологических нарушений (КАСАТ)



| 2019   | 2020  | 2021-2025  |
|--|---|--|
| Формирование многофакторного анализа и прогнозирование показателей надежности СЖАТ | Определения потерь в хозяйстве АТ, связанных с неисправной работой СЖАТ         | Определение причинно-следственных связей в процессах линейных предприятий хозяйства АТ   |
| Оценка функциональной безопасности и надежности процессов хозяйства АТ             | Анализ основных процессов линейных предприятий хозяйства АТ                     | Оценка влияния человеческого фактора на показатели надежности  |
| Оценка стоимости жизненного цикла СЖАТ   | Процесс управления ресурсами и рисками при назначении капитального ремонта СЖАТ | Автоматизация научно обоснованного алгоритма принятия решения по обновлению технических средств ЖАТ на основе ресурсной модели |
| Оценка функционального ресурса СЖАТ  | Процесс определения эффективности эксплуатации и модернизации СЖАТ              |  |

Каждая из автоматизируемых методик потребует увязку с другими АСУ, место для новых данных от этих АСУ, мощности для обработки и представления результата.



## Текущие состояние АС АНШ как системы аналитической диагностики:

- Анализ данных из различных источников
- Расчет нормативного уровня риска и оценка текущего уровня риска
- Контроль деятельности хозяйства АТ

## Перспективы в предсказательной диагностики:

- Формирование многофакторного анализа и прогнозирования показателей надежности
- Оценка функционального ресурса технических средств ЖАТ

## Перспективы в прогнозном планировании:

- Формирование планов повышения надежности
- Формирование планов капитального ремонта

## Структура использования цифрового хаба системами АНШ, АСУ-Ш согласно ЧТЗ





ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ  
императора Александра I



Отраслевая Научно-Исследовательская Лаборатория  
«Автоматизации Технического Обслуживания, Диагностика и Мониторинг СЖАТ»

Заведующий лабораторией - Долгов Михаил Викторович

Спасибо за внимание!

Эту и другую информацию  
Вы найдете на нашем сайте  
[onil-ato.ru](http://onil-ato.ru)



Умная инфраструктура. Цифровые технологии диагностики и мониторинга