

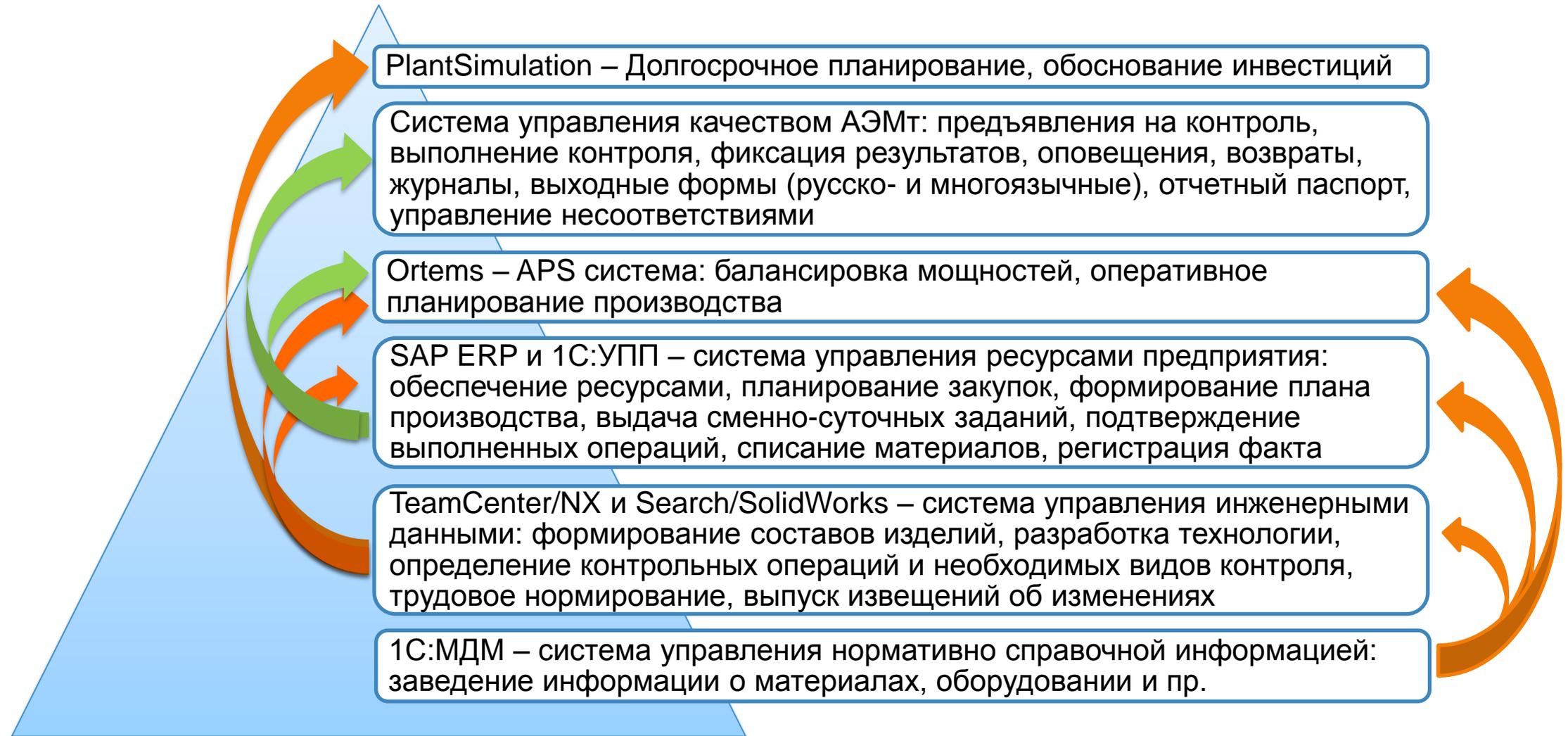
АЭМ-ТЕХНОЛОГИИ



Разработка и внедрение системы имитационного моделирования процессов изготовления изделий в тяжелом машиностроении

29.10.2018

Основные информационные системы АЭМ-технологии



Взаимосвязь исполнение дорожной карты АЭМ-технологии и информационных систем



Основные цели проекта разработки и внедрение системы имитационного моделирования процессов изготовления изделий

Определить условия исполнения дорожной карты на горизонте до 2024 года

Смоделировать оптимальный поток изготовления ключевых изделий, определить такт и цикл выпуска ключевых изделий

Определить узкие места на производстве и подготовить мероприятия по их расшивке

Подготовить обоснование инвестиционной программы

Расчет изготовления ключевого оборудования АЭС по ДК 2018-2024гг

Исходные данные для построения и модели потока изготовления АЭС в Plant Simulation:

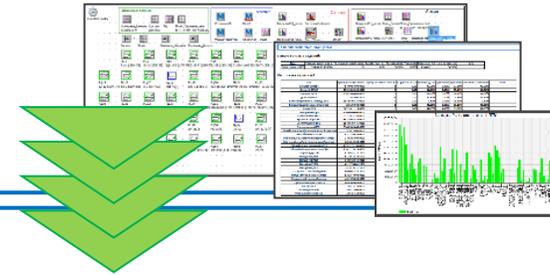
- **Перечень задействованных Рабочих Центров**
 - 447 единицы
- **Ключевые изделия АЭС**
 - Парогенератор;
 - Корпуса Реактора;
 - Крышка Реактора;
 - Компенсатор давления;
 - САОЗ;
 - ГЦНА и ГЦТ
- **Технологические процессы изготовления оборудования АЭС**
 - 6100 операций / этапов изготовления для 370 основных ДСЕ в составе изделий АЭС
- **Дорожная карта 2018-2024 гг. изготовления оборудования АЭС**

1

Моделирование технологического процесса:

Решаемые задачи:

- Расчет длительности производственного цикла изготовления изделий ключевой номенклатуры АЭС
- Оценка выполнимых сроков выпуска изделий
- Расчет загрузки Рабочих Центров
- Определение «узких мест» производства
- Выявление возможностей оптимизации процесса изготовления оборудования АЭС, в том числе:
 - ввод дополнительных РЦ для расшивки «узких мест»;
 - сдвиг сроков запуска/отгрузки изделий;
 - использование кооперации.
- Оценка влияния предложенных мероприятий на достижение плановых сроков отгрузки оборудования АЭС



Подготовка модели в Plant Simulation

The screenshot displays the Siemens Tecnomatix Plant Simulation 12.1 interface. The main window shows a 3D model of a production line with various components like buffers and processing stations. The interface includes a menu bar, a toolbar, and several data tables.

Table 1: table59

time	object	integer	string	table
1	2	3	4	5
string Delivery Time	MU	Number	Name	Attribute
1 138:19:28:12.0000	*.ПГВ_Деталь	1	ПатрубокДУ380	96 table56
2 146:02:00:54.0000	*.ПГВ_Деталь	1	Патрубок_Ду800	9 table55
3 164:11:42:13.6800	*.ПГВ_Деталь	1	Патрубок_Ду1200	96 table59
4 18:09:24:54.0000	*.ПГВ_Деталь	1	Патрубок_Ду800	9 table510
5 196:06:04:33.6000	*.ПГВ_Деталь	1	Обечайка_центральная	96 table511
6 202:05:51:50.4000	*.ПГВ_Деталь	2	Обечайка_боковая_96	table512
7 202:20:19:33.6000	*.ПГВ_Деталь	1	Обечайка_центральная	table53
8 217:04:06:49.6800	*.ПГВ_Деталь	1	Патрубок_Ду1200	96 table54
9 223:05:41:38.4000	*.ПГВ_Деталь	8	ПатрубокДУ350	96 table513
10 250:11:28:12.0000	*.ПГВ_Деталь	1	ПатрубокДУ350	96 table57
11 264:18:52:12.0000	*.ПГВ_Деталь	1	ПатрубокДУ350	96 table511
12 339:10:01:48.0000	*.ПГВ_Деталь	1	Корпус_96_2359_01	table52
13 368:08:15:09.6000	*.ПГВ_Деталь	1	ПатрубокДУ500	96 table516
14 428:08:42:30.9600	*.ПГВ_Деталь	1	ПатрубокДУ500	96 table519
15 436:02:12:31.6800	*.ПГВ_Деталь	1	Патрубок_с_наплавкой	table515
16 441:10:35:01.6800	*.ПГВ_Деталь	1	Патрубок_с_наплавкой	table518
17 484:01:04:35.7600	*.ПГВ_Деталь	1	Днище_ФОМОС_96_235	table517
18 504:13:31:44.4000	*.ПГВ_Деталь	2	Фланец_с_наплавкой	table521
19 515:21:49:50.4000	*.ПГВ_Деталь	1	Днище_ФОМОС_96_235	table514
20 522:00:43:12.0000	*.ПГВ_Деталь	1	392M_05_01_Парогене	table51
21 523:14:35:02.4000	*.ПГВ_Деталь	2	Доньшко_96_2359	table523
22 546:17:11:02.4000	*.ПГВ_Деталь	2	Фланец_96_2359_02	table522
23 573:06:17:24.0000	*.ПГВ_Деталь	1	Лист_оттугойной_392M	table526
24 594:03:29:24.0000	*.ПГВ_Деталь	1	Труба_коллектора_пар	table528
25 594:04:17:24.0000	*.ПГВ_Деталь	1	Лист_оттугойной_392M	table527
26 600:20:32:24.0000	*.ПГВ_Деталь	1	Коллектор_питательно	table525
27 766:18:13:08.4000	*.ПГВ_Деталь	2	Крышка_в_сборе_96	table520
28 767:15:04:12.0000	*.ПГВ_Деталь	2	Крышка_в_сборе_96_23	table524
29				

Table 2: table13

string	table	string	string
0	1	2	3
string Деталь	Техпроцесс	Название	
1 Обечайка боковая 96.2359.01.01.03	table11	Обечайка_боковая_96_2359_01_01_03	
2 Корпус 96.2359.01	table12	Корпус_96_2359_01	
3 Обечайка центральная 96.2359.01.01.01	table13	Обечайка_центральная_96_2359_01_01_01	

Table 3: ЕК-93-95/1

string	string	real	string	real
0	1	2	3	4
string	Рабочий центр (координат)	Длител	Технологическая операция	Пере
1 1	ИК-20(К)	0.00	Место разгрузки	1.00
2 2	ИК-30/1(К)	44.00	Слесарная	1.00
3 3	51-8 (IEЖ 112)	44.00	Токарно-карусельная	0.00
4 4	ЕЖ-108	11.00	Кантовка	0.00
5 5	51-8 (IEЖ 112)	44.00	Токарно-карусельная	0.80
6 6	51-2 (IEЖ 35)	22.00	Горизонтально-расточная	0.00
7 7	ЕЖ-108	4.00	Кантовка	0.00
8 8	ЖИ-10	44.00	Слесарная	0.00
9 9	ЕЖ-108	4.00	Кантовка	0.00
10 10	51-2 (IEЖ 35)	170.00	Горизонтально-расточная	0.00
11 11	ЕЖ-108	6.00	Кантовка	0.00
12 12	20-26a (ИК-39)	233.00	Автоматическая сварка	2.00
13 13	ИК-35	0.00	комплектовка	0.00
14 14	ИК-35/1	814.00	Слесарная	6.00
15 15	54-6 (ЕЖ 82)	132.00	РГД	2.00
16 16	43-1 (ГД 97)	77.00	ТО	0.00
17 17	ЕЖ-108	10.00	Кантовка	0.00
18 18	ЕК-93-95/1	5.00	Слесарная	2.50
19 19	55-1 (IEЖ 15)	44.00	Дробеструйная очистка	4.00
20 20	ЕК-93-95/1	191.00	Слесарная	4.00

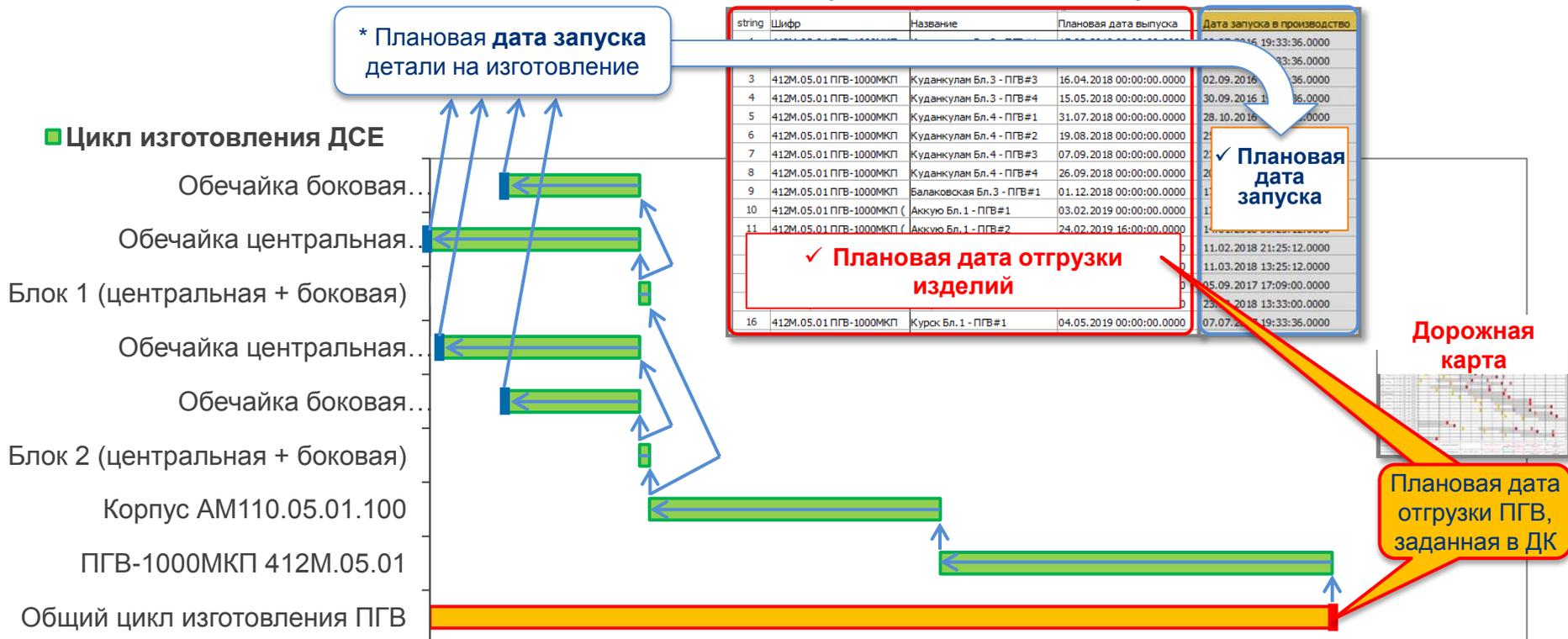
The interface also shows a 'Библиотека классов' (Class Library) on the left and a 'Фрейм' (Frame) on the right, which is a process flow diagram with components like 'Буфер' (Buffer), 'Обработка' (Processing), and 'Interface 1'.

План производства для моделирования формируется на основании аналогов или укрупненных маршрутов

Формирование плана запуска деталей на изготовление на примере Парогенератора

- ! * - дата запуска детали на изготовление определяется системой Plant Simulation на основании:
- нормативной **длительности изготовления ДСЕ** по данным техпроцесса;
 - «**фазы вовлечения**» ДСЕ в соответствии с составом и последовательностью сборки изделия;
 - с учетом с учетом **раннего - опережающего запуска** (задается опционально).

✓ План производства для моделирования в Plant Simulation



Технология изготовления для моделирования в системе формируется на основании ТПП на аналоги или укрупненных маршрутов

Определение техпроцесса в модели системы на примере изготовления Обечайки с наплавкой (Корпус реактора)

Данные ТПП в TeamCenter						
Обозначение ДСЕ	Наименование ДСЕ	№ опер.	Наименование опер.	Тшт	Тпз	Наименование оборудования
AM107.03.06.121	Обечайка	0000	ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХПРОЦЕССУ	0	0	
AM107.03.06.121	Обечайка	0005	КОНТРОЛЬ	0	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0010	РАСПАКОВЫВАНИЕ	4,9	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0015	РАСКОНСЕРВАЦИЯ	27,5	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0020	КОНТРОЛЬ	0	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0025	ПЕРЕМЕЩЕНИЕ	0	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0030	МАРКИРОВАНИЕ (КЛЕЙМЕНИЕ) УДАРОМ	0,2	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0035	КОНТРОЛЬ	0	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0040	СВАРКА	0	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0040.000	КОМПЛЕКТОВОЧНАЯ	0,01	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0040.001	КОНТРОЛЬНАЯ	0	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0040.001	СЛЕСАРНАЯ	1	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0040.002	КОНТРОЛЬНАЯ	0	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0040.002	СВАРКА	36	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0040.003	КОНТРОЛЬНАЯ	0	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0045	ПЕРЕМЕЩЕНИЕ	0	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0050	ТОКАРНО-КАРУСЕЛЬНАЯ	313,6		СТАНОК ПОРТАЛЬНО-КАРУСЕЛЬНЫЙ 8 С ПОПЕРЕЧНО-ПОДВИЖНЫМ СТОЛОМ С ЧПУ, ИТАЛИЯ
AM107.03.06.121	Обечайка	0055	МАРКИРОВАНИЕ (КЛЕЙМЕНИЕ) УДАРОМ	0,5	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0060	КОНТРОЛЬ	0	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0065	ПЕРЕМЕЩЕНИЕ	0	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0070	СВАРКА	0	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0070.003	СВАРКА	59	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0070.004	КОНТРОЛЬНАЯ	0	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0070.005	СЛЕСАРНАЯ	2	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0075	ПЕРЕМЕЩЕНИЕ	0	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0080	ТОКАРНО-КАРУСЕЛЬНАЯ	89,1		СТАНОК ПОРТАЛЬНО-КАРУСЕЛЬНЫЙ 3 С ПОПЕРЕЧНО-ПОДВИЖНЫМ СТОЛОМ С ЧПУ, ИТАЛИЯ
AM107.03.06.121	Обечайка	0085	КОНТРОЛЬ	0	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0090	МАРКИРОВАНИЕ (КЛЕЙМЕНИЕ) УДАРОМ	0,8	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0095	КОНТРОЛЬ	0	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0100	РАЗМЕТКА (РАСКРОЙ)	3	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0105	КОНТРОЛЬ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ	0	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0110	ОЧИСТКА	4	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0115	КОНТРОЛЬ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ МАГНИТОПОРОШКОВЫЙ	0	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0120	КОНСЕРВАЦИЯ	13,1	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО
AM107.03.06.121	Обечайка	0125	РАСКОНСЕРВАЦИЯ	27,3	0	РУЧНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО

Техпроцесс изготовления в модели Plant Simulation			
№ опер.	Рабочий центр (координаты)	Длительность операций (ТЦ)	Технологическая операция

1	1МН032 (1МН 72)	77	Входной контроль
2	2-15 (1МН 66)	43	Сварочная
3	ВД-16 (1МН 58)	327	Токарно-карусельная
4	2-15 (1МН 66)	87	Сварочная
5	ВД-16 (1МН 58)	120	Токарно-карусельная
6	1МН032 (1МН 72)	164	Слесарная
7	8-25Т (МН-80)	20	Кантовка

Нет в ТПП

Расчет изготовления выполняется с учетом доступности производственных мощностей

Обеспеченность производственными мощностями определяется с учетом актуальной сменности работы и плановых сроков ввода нового оборудования



Для ключевого оборудования, задействованного в изготовлении изделий, учтены:

- плановые даты ввода в эксплуатацию для **нового оборудования**, приобретаемого в рамках ПИТР.
- плановые сроки вывода из эксплуатации для **проведения капитального ремонта / модернизации**;

- Приобретение нового горизонтально-расточного станка с ЧПУ (**дублер ВД-19**);
- Приобретение нового **трубогибного станка** (изготовление змеевиков ПГВ);
- Модернизация токарно-карусельного станка xxxxx - **ВД-16**;
- Модернизация печи газовой камерной **поз.2-44**;
- Капитальный ремонт печи газовой камерной **поз.2-52** (после ввода печи поз.2-44)

✓ Даты остановки / ввода оборудования

string	Рабочий центр	Начало останова	Длительность,
1	Новый ГРС (1ЛМ 80)	01.01.2016 00:00:00.	31440.00
2	Новый трубогиб (1ЛМ 50)	01.01.2016 00:00:00.	22848.00
3	ВД-16 (1МН 58)	01.01.2016 00:00:00.	17520.00
4	ВД1-т поз.2-44 (1НП 33)	01.01.2016 00:00:00.	22536.00
5	2-52 (1НП 25-55)	28.07.2018 00:00:00.	4320.00



Для каждого Рабочего Центра включая станочное и сварочное оборудование, слесарные рабочие месте, рабочие места проведения всех видов контролей (в т.ч. рентгенкамеры) указана актуальная **сменность/график работы**

✓ Актуальные графики работы оборудования:

- Круглосуточная работа **24/24**;
- Непрерывный график **22/24**;
- Односменный график **11/24**;
- Неполный экипаж – **3 чел.**, смена 11ч.;
- Неполный экипаж – **1 чел.**, 2/2 - смена 11ч.

✓ Список Рабочих Центров

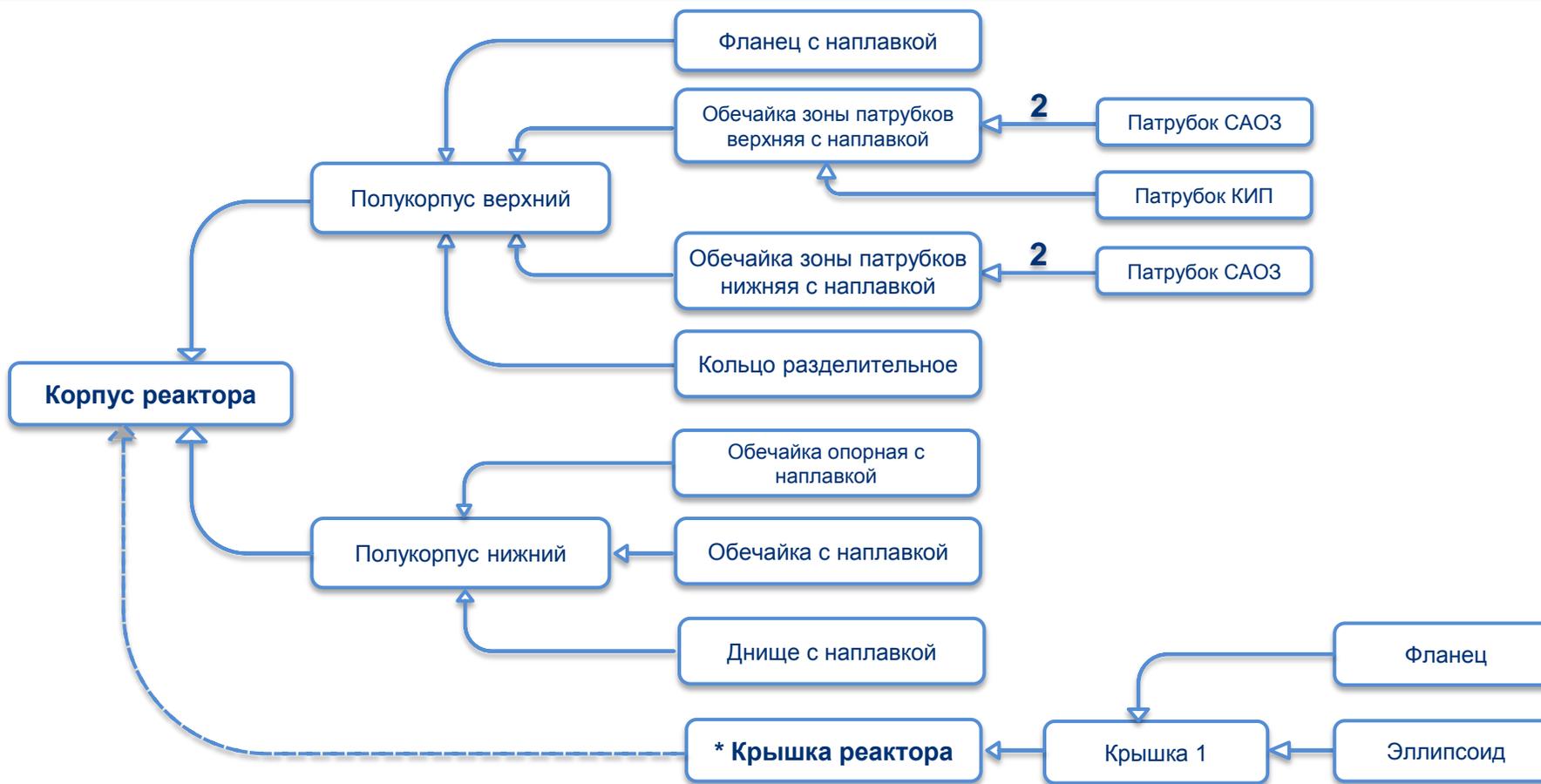
string	Рабочий центр	Технологическая операция
64	1М65 (1ВГ 91)	Токарно-винторезная
65	ВД-72 Беренгер (1ВГ 63)	Токарно-винторезная
66	ТРК-90А/5000 (1ВГ 93)	Токарно-винторезная
67	21-21/1 (1ЖИ68)	СВЕРЛИЛЬНАЯ
68	21-21/2 (1ЖИ69)	СВЕРЛИЛЬНАЯ
69	21-19 (1ЖИ76)	СВЕРЛИЛЬНАЯ
70	21-20 (1ЖИ72)	СВЕРЛИЛЬНАЯ
71	2М58 (1ЖИ59)	РАДИАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНАЯ
72	2М58-1 (1ЖИ56)	РАДИАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНАЯ
73	CALINEAR 632 (1ЛМ 45)	Гибка
74	Новый трубогиб (1ЛМ 50)	Гибка
75	Н-900 (ФЕЖ 4-5)	Ленточно-отрезная
76	1НГ-япония (1МН 100)	Обработка давлением, вытяжка,
77	1-3а (1НП 113)	ТО
78	ВД1-т поз.2-44 (1НП 33)	ТО
79	2-52 (1НП 25-55)	ТО

✓ Календарь работы - график сменности



Состав изделий для моделирования в системе формируется на основании РКД

Определение состава изделия в модели Plant Simulation для Корпуса реактора и Крышки реактора ВВЭР-1200



Анализ загрузки мощностей при изготовлении ПГВ и Корпусов реакторов

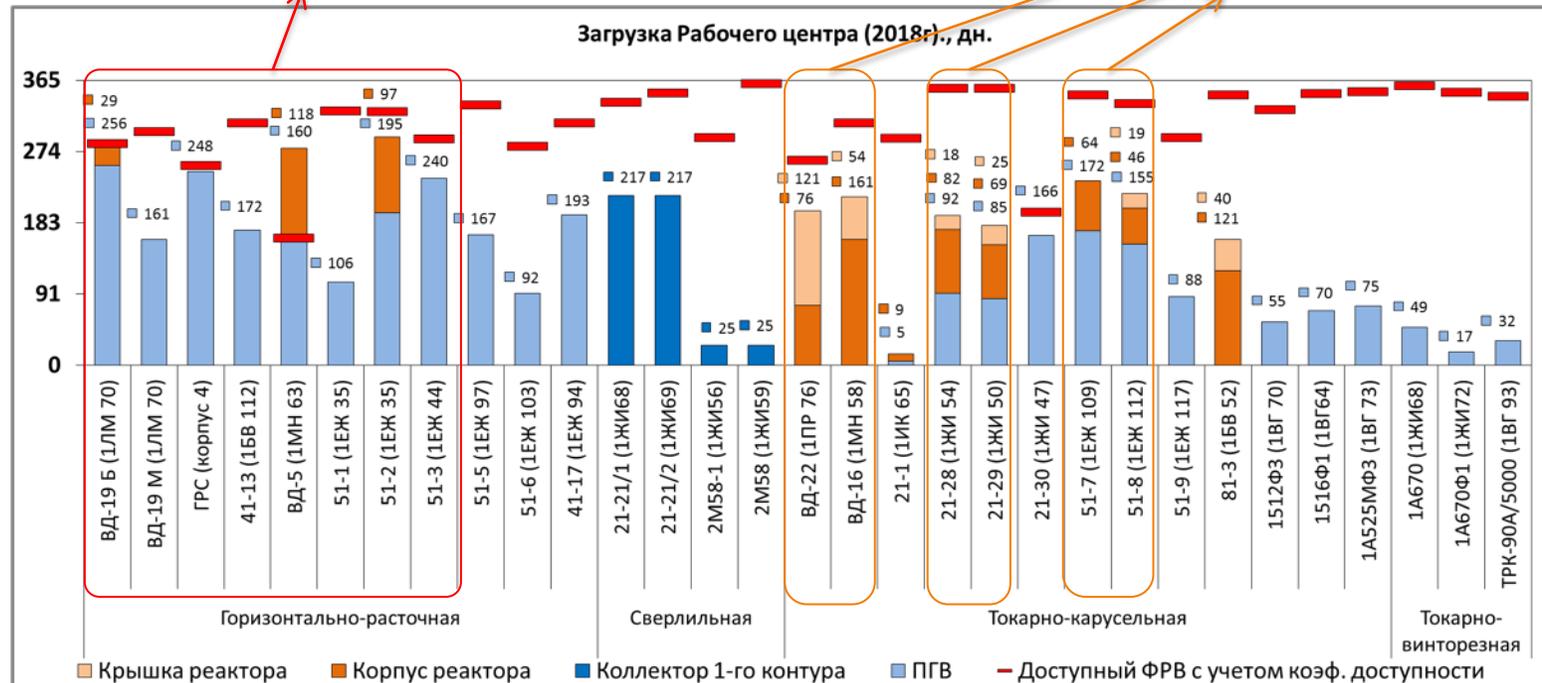
Оборудование мехобработки -
загрузка в 2018г.

Текущие условия производства

Выявлены
«Узкие места»
производственных
процессов:

- Обработка корпуса ПГВ и корпуса Реактора;
- Обработка верхней / нижней обечаек зоны патрубков Корпуса реактора;
- Обработка обечаек центральной/боковой, днищ, патрубков 1200/800/500 ПГВ.

Высокая загрузка рабочих центров – ограничение в потоке изготовления деталей Корпуса и Крышки реактора при одновременном запуске 2 РУ



Анализ загрузки накопителей подтверждает наличие «узких мест» в производстве

Загрузка накопителей – «буферов ожидания» критичных рабочих центров

Текущие условия производства

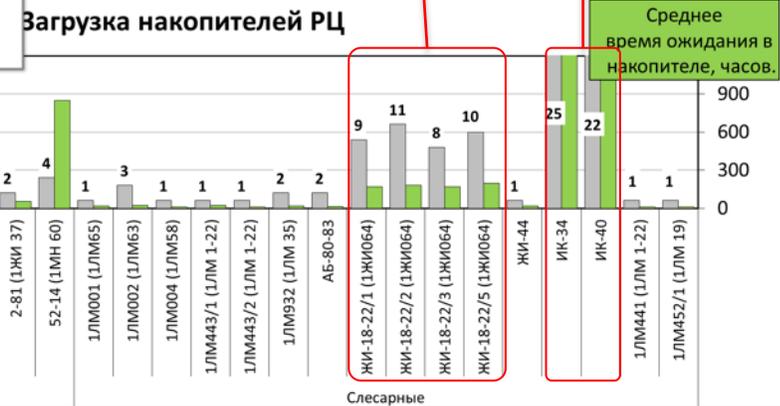
«Узкие места»:

Расточная группа оборудования

Станки глубокого сверления

Установки сварки/наплавки поз. 20-26а, 20-24

Слесарные РЦ по изготовлению днищ ПГВ, установке патрубков 800/500/350 в центральные обечайки ПГВ



Предложения по оптимизации изготовления ПГВ и КР

1 Запуск ПГВ и КР на изготовление «по такту», опережающий запуск

2 Укомплектование экипажей ключевых позиций станочного и сварочного оборудования, организации дополнительных слесарно-сварочных рабочих мест

Рабочий центр	Техпроцесс / изделие
Горизонтально-расточные станки поз. 51-1/2, 51-3, 51-5, 51-6, 41-13, 41-17	Механообработка деталей ПГВ
Сварочный портал поз.20-26а	Вварка патрубка 1200 ПГВ
Слесарно-сварочное РМ - ЖИ 18-22 / 1-6	Сборка-сварка изготовление днищ ПГВ
Слесарно-сварочное РМ - ИК-34 (дублер), Слесарно-сварочное РМ - ИК-40 (дублер)	Сборка центральных обечаек ПГВ (вварка патрубков 350/380/500/800)

3 Ввод нового оборудования * – дублеров «узких мест» (новые инвест. мероприятия и мероприятия плана кап.ремонтов 2018-2022гг.)

Рабочий центр	Техпроцесс / изделие
Ввод 2-й стойки ГРС - дублера ВД-19	Расточная обработка деталей ПГВ/КР
Модернизация 2-х станков гл. сверления Кольб поз. 21-19, 21-20	Сверление коллекторов 1-го контура ПГВ
Дублер сварочного портала поз.20-26а	Вварка патрубка 1200 ПГВ
Дублер сварочной консоли поз.20-24	Наплавка патрубка 800/1200 ПГВ
Дублер сварочной установки поз.42-8	Приварка подкладных листов ПГВ

4 Вовлечение неиспользуемого оборудования (расточных и карусельных станков), **оптимизация технологии** изготовления деталей ПГВ:

- перенос **обработки днищ** ПГВ с расточных станков на токарно-карусельные;
- перенос обработки **обечаек, патрубков 800/1200** ПГВ с ключевых расточных станков на второстепенные.

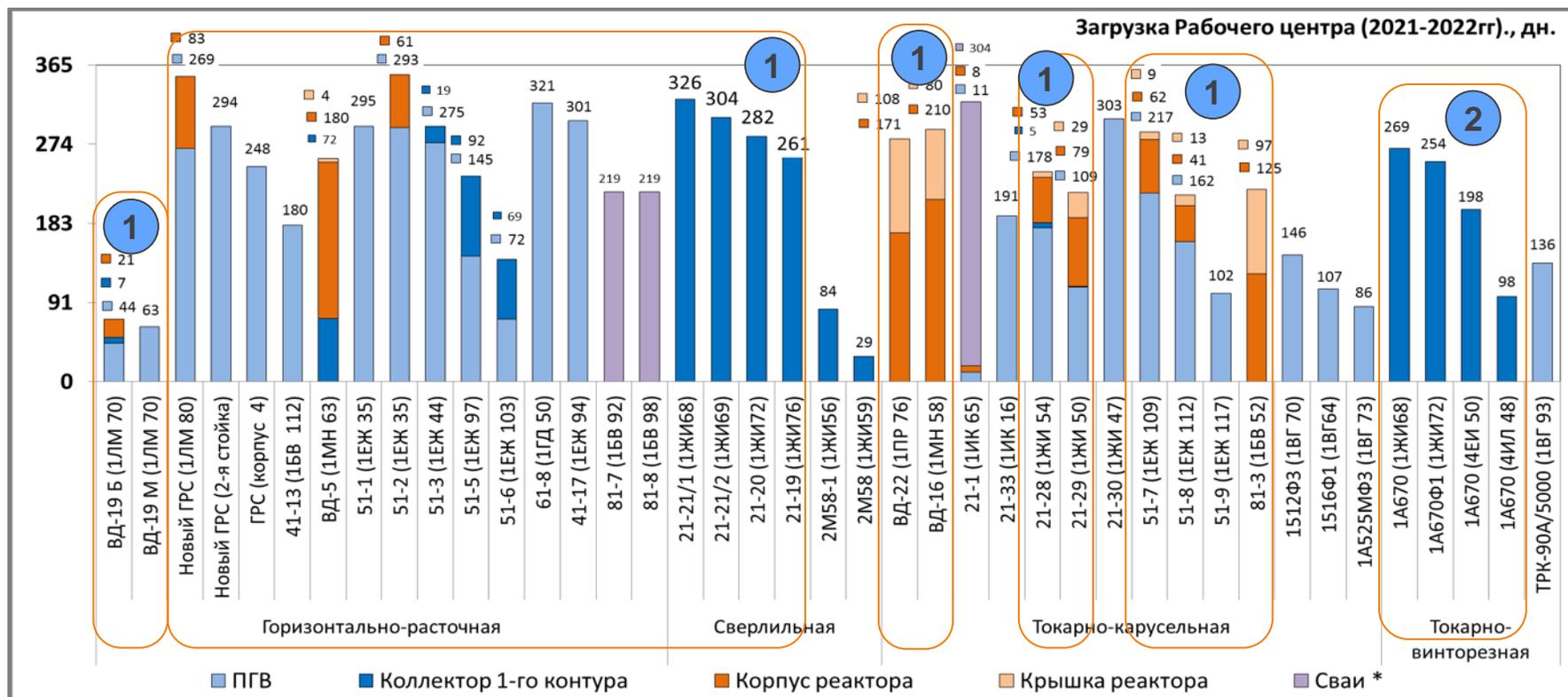
5 Повышение качества **технического обслуживания** и обеспечение доступности (технической готовности) ключевого оборудования потока изготовления ПГВ и КР

Загрузка мощностей при изготовлении ПГВ и КР с учетом оптимизации

Оборудование мехобработки - загрузка в 2021-2022гг.

Кооперация и оптимизация изготовления

- 1 - оптимизации изготовления с целью расшивки «узких мест» позволяет выполнить ДК но не обеспечивает снижение загрузки ключевого оборудования. Загрузка **ВД-19** - с учетом вывода на модернизацию в 2021/22гг.
- 2 - при изготовлении на Атоммаше корпусов коллекторов 1-го контура имеющиеся **токарно-винторезные станки** (2 шт.) – «узкое место», требуется ввод 2-х дополнительных станков 1А670 (учтены в расчете).



Загрузка накопителей «узких мест» снижается при оптимизации производства

Загрузка накопителей – «буферов ожидания» критических рабочих центров

Кооперация и оптимизация изготовления

- за счет оптимизации изготовления загрузка накопителей «узких мест» снижается

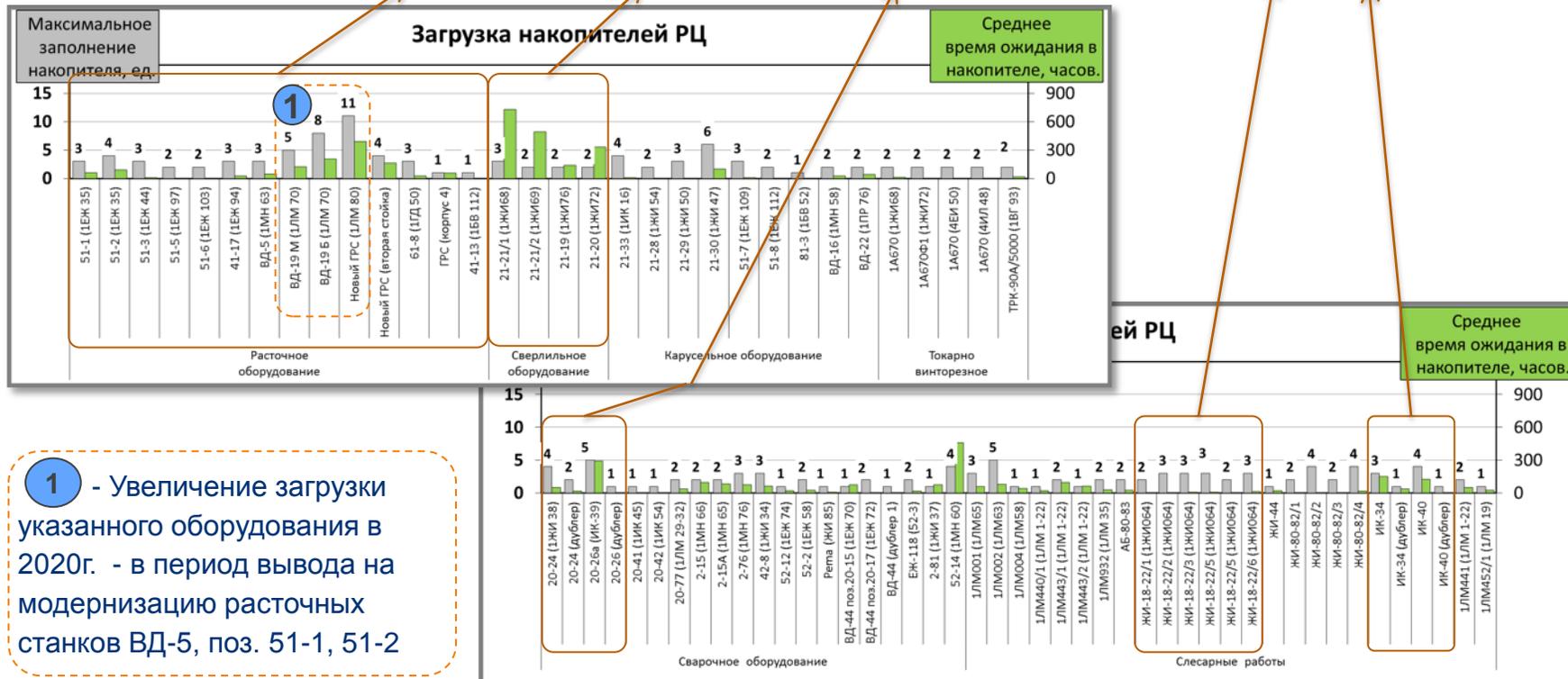
! «Узкие места»:

Расточная группа оборудования

Станки глубокого сверления

Установки сварки поз. 20-26а, 20-24

Слесарные РЦ по изготовлению днищ ПГВ, установке патрубков 800/500/350 в центральные обечайки ПГВ



1 - Увеличение загрузки указанного оборудования в 2020г. - в период вывода на модернизацию расточных станков ВД-5, поз. 51-1, 51-2



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

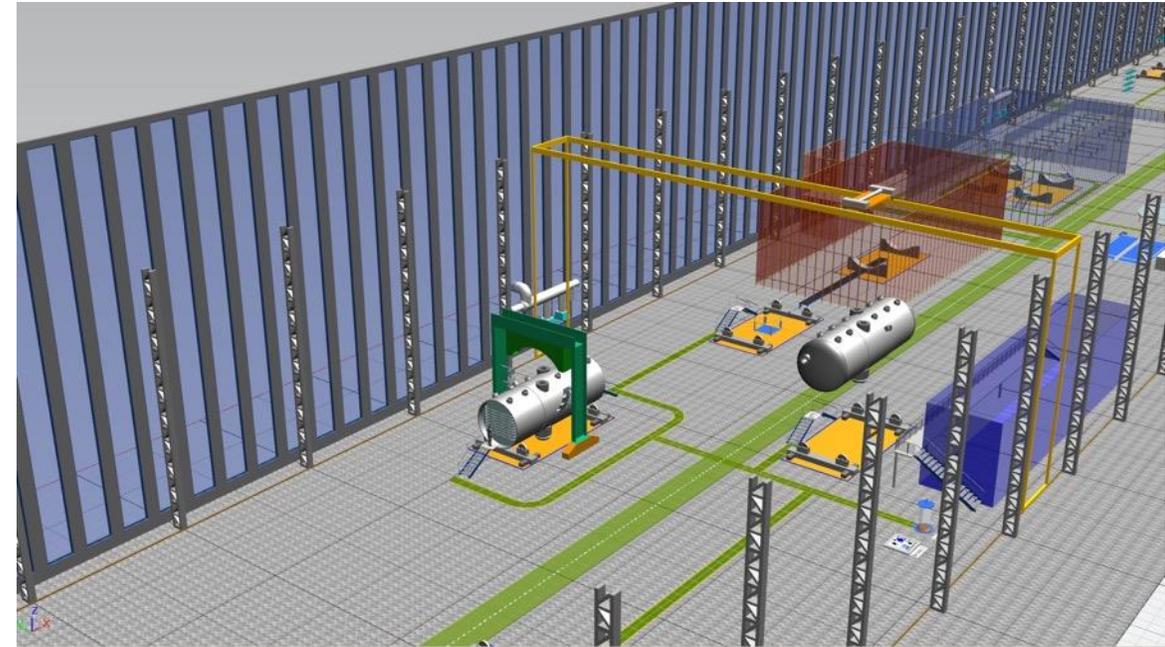
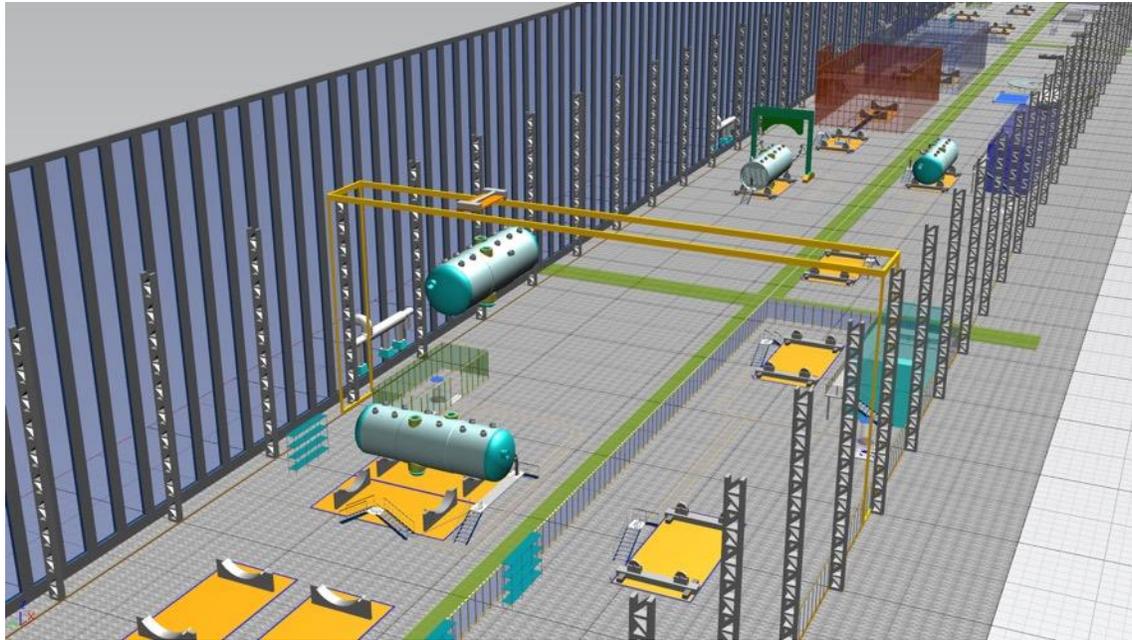


Приложение. Визуализация расчета в системе



Ссылка на демонстрационный ролик расчета в системе:
http://aemtech.ru/static/img/ps_aemt.mp4

Приложение. Визуализация расчета в системе



Ссылка на демонстрационный ролик расчета в системе:
http://aemtech.ru/static/img/ps_aemt.mp4