

Маневровые тепловозы Проекта «ТЭМП»

2. Технические решения, изобретения и инновации:

АНАЛИЗ РЫНКА ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В РФ, КОНЦЕПЦИЯ ПРОЕКТА,
РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА, ИТОГИ «ПИЛОТНОГО ПРОЕКТА
(МАНЕВРОВЫЙ ТЕПЛОВОЗ «ТЭМП ТТ №0001э»),
КОНЦЕПЦИЯ «БАЗОВЫХ ПЛАТФОРМ», ЗАКЛЮЧЕНИЕ, ПАТЕНТЫ И ПУБЛИКАЦИИ

Полюхович Владимир Степанович

Заслуженный работник транспорта Российской Федерации

изобретатель

Флоренцев Станислав Николаевич

Действительный член Российской Академии Электротехнических наук

IEEE Life Member, EPE, SAE, DLG Member

изобретатель

Состояние рынка тягового подвижного состава в РФ

1. Баланс парка тепловозов промышленных предприятий (прогноз на 2025 – 2030 г.г.):

Среднегодовые поставки тепловозов (в парк промышленных предприятий) - **+ 68** ед./год;

Среднегодовое выбытие тепловозов (из парка промышленных предприятий) - **- 100** ед./год;

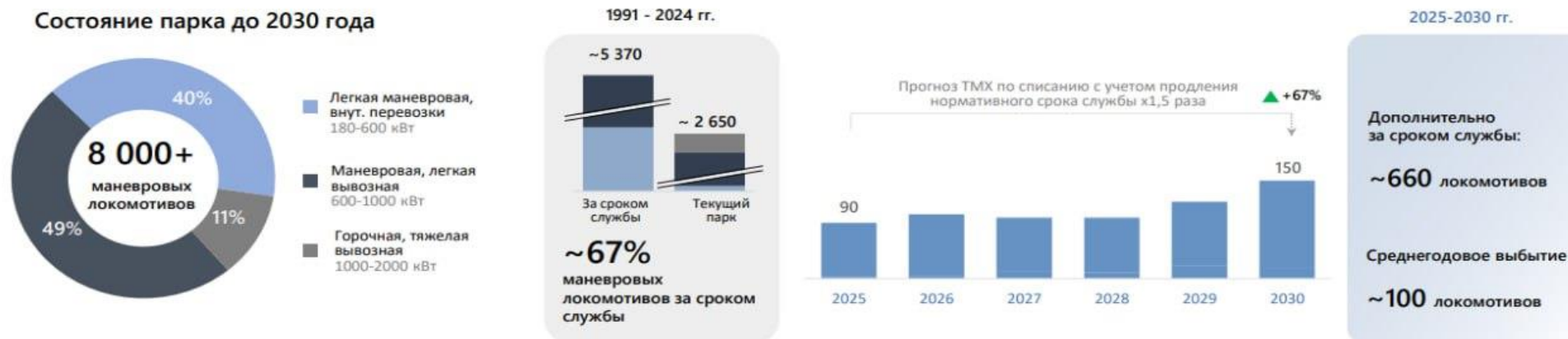
Среднегодовое снижение парка тепловозов (промышленных предприятий) - **- 32** ед./год;

ЛОКОМОТИВЫ НА ПУТЯХ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Поставки маневровых локомотивов промышленным предприятиям РФ



Состояние парка до 2030 года



Маневровые тепловозы Проекта «ТЭМП». Концепция Проекта:

- **Цели:**

- системная **разработка и создание «нового поколения» маневровых тепловозов** для промышленного и магистрального ж.д. транспорта на основе унифицированного оборудования **КТЭО ЭМТ** и «**базовых платформ**» модульного типа;
- **оптимизация и унификация парка** и типов (по ГОСТ 22339-88) разносерийных маневровых тепловозов РФ по «целевому назначению», производительности, тягово-динамическим характеристикам и энергетической эффективности;
- **использование** перспективных и высокоэффективных **инновационных идей**, технических решений и оборудования;
- создание **научно-технического «прорыва»** для технологического лидерства страны в сфере локомотивостроения на мировом уровне;

- **Задачи:**

- разработка (на основе анализа) универсальной авторской «**Методики проектирования КТЭО ЭМТ маневровых тепловозов**» с заданными характеристиками» (методика проектирования «**от колеса**») в т.ч. в «цифровой» версии;
- разработка (на основе «**Методики...**») унифицированных «**базовых платформ**» тепловозов (роботизированных тяговых комплексов!):
 - с **заданными** и/или **предельно-достижимыми** тяговыми и оптимальными энергетическими характеристиками;
 - с автоматическим «цифровым» (с элементами ИИ) программным управлением автономной работой оборудования тепловоза;
 - с автоматической реализацией оптимальной силы тяги и энергетической эффективности тепловоза применительно к заданным параметрам(скорость движения, вес состава, план и профиль ж.д. пути) и фактическим (внешняя среда, внешние вводные) условиям движения;
 - с «открытой архитектурой» для роста эффективности, в т.ч. для «безбарьерной» замены ДВС на иные источники энергии;
 - с полной автоматизацией процессов управления движением (ручное, дистанционное, беспилотное, роботизированное);
 - с использованием энергетического потенциала для «безбарьерной» комплектации дополнительными функциями.
- разработка типовых тяговых приводов (**ТП**) на основе унифицированного оборудования **КТЭО ЭМТ**.

Маневровые тепловозы Проекта «ТЭМП». Концепция Проекта:

- **Принципы:**

- «тах» использование доступных отечественных серийных агрегатов, оборудования и компонентов при создании КТЭО ЭМТ (электро-механических трансмиссий переменного-переменного тока) с заданными и/или предельно-достижимыми тягово-динамическими характеристиками для создания унифицированных типов тягового привода (ТП):
 - индивидуального ТП (с поосным регулированием тяги) – для магистрального ж.д. транспорта;
 - полугруппового ТП (с потележечным регулированием тяги) – для промышленного ж.д. транспорта;
- использование унифицированных типов тягового привода для создания унифицированных «базовых платформ» маневровых тепловозов с заданными оптимальными силовыми и тягово-динамическими характеристиками;
- «модульный» принцип комплектования «базовых платформ» тепловозов из серийных модулей силовых установок (СУ), КТЭО, ЭМТ и ТП, унифицированных по назначению, типу и мощности СУ и ТП, тягово-динамическим и энергетическим характеристикам;

- **Стратегия реализации:**

Этап 0 : системный анализ условий и режимов работы маневровых тепловозов ж.д. транспорта (выполнено);

- формирование концепции перспективного маневрового тепловоза (выполнено);
- формирование концепции унифицированных «базовых платформ» для маневровых тепловозов (выполнено);

Этап 1: практическая отработка идей, методики проектирования и технических решений на «пилотных проектах»:

- маневровый тепловоз ТЭМП 1т (индукторный тяговый привод) - с 2023г в эксплуатации (выполнено);
- маневровый тепловоз ТЭМП 2т (асинхронный тяговый привод) - в процессе сборки (в стадии выполнения);

Этап 2: разработка оптимального «модельного ряда» маневровых тепловозов (локомотивов), унифицированных по «архитектуре», типу, назначению, мощности силовых установок и тягового привода (модульного типа), с предельно-достижимыми тягово-динамическими и оптимальными энергетическими характеристиками (выполнено) ;

Маневровые тепловозы Проекта «ТЭМП»). Концепция. Реализация:



ТЭМП 1тп №0001э (фото)

первый в мире маневровый тепловоз для промышленного ж.д. транспорта с двумя дизель-генераторными установками, электро-механической трансмиссией переменного-переменного (пульсирующего) тока с тяговыми реактивными вентильно- индукторными электродвигателями (ТРИД), системой цифрового, с элементами искусственного интеллекта (ИИ),

автоматического управления рабочими параметрами оборудования и функциями тепловоза, в т.ч. функцией автоматического поддержания заданной скорости движения состава при автоматическом управлении оптимальной силой тяги привода с автоматическим регулированием энергетической эффективности (мощности) силовой установки и функциональным дизайном кузова «открытой архитектуры».

* **создан на ЕВРАЗ НТМК в 2023г. году путем глубокой модернизации тепловоза ТГМ 6А №955 (31.10.1977 г.в.)**

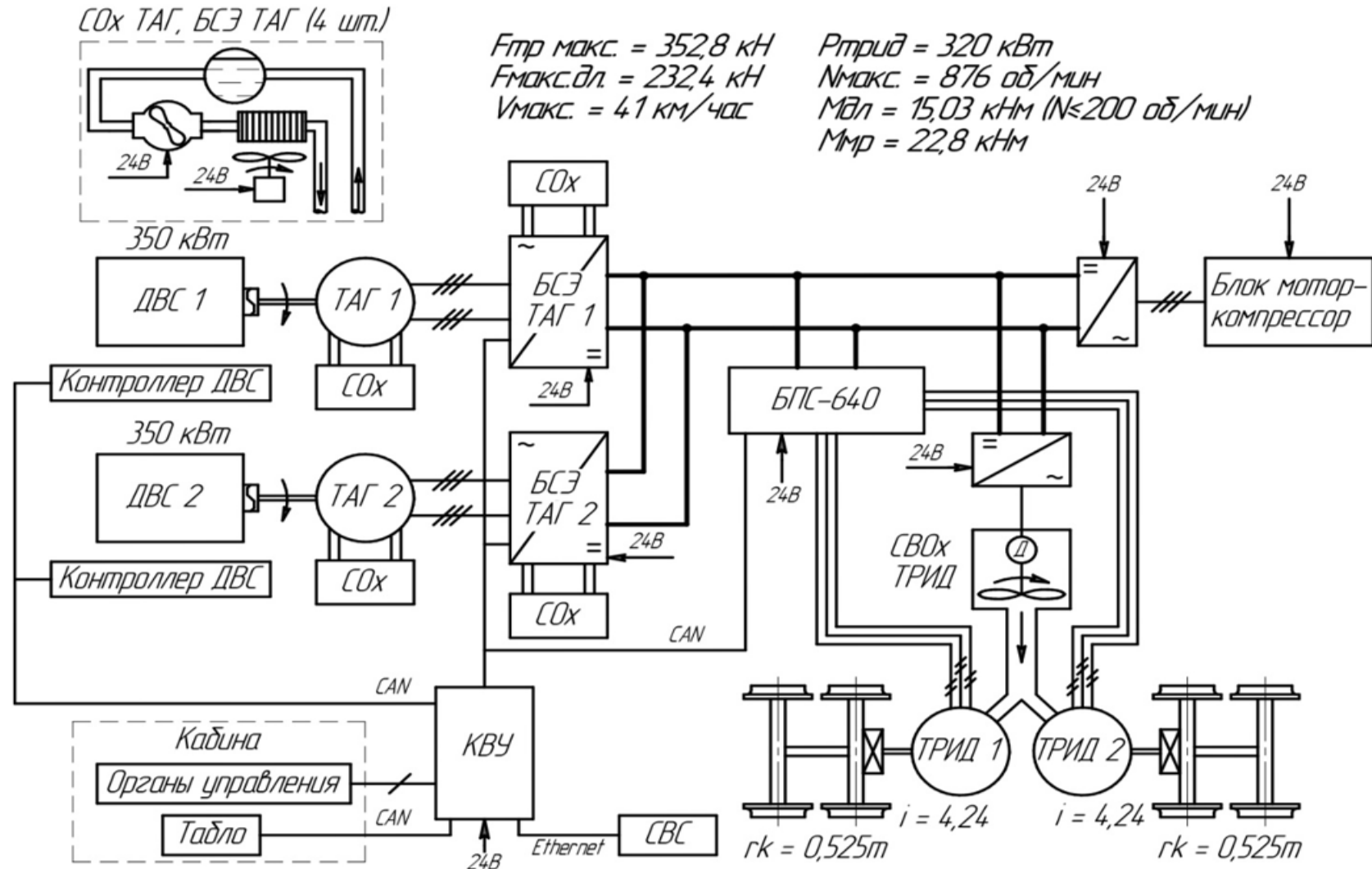
Маневровые тепловозы Проекта «ТЭМП». Концепция. **Реализация:**



Пульт управления тепловозом и интерьер кабины машиниста тепловоза ТЭМП 1тт № 0001э (фото)

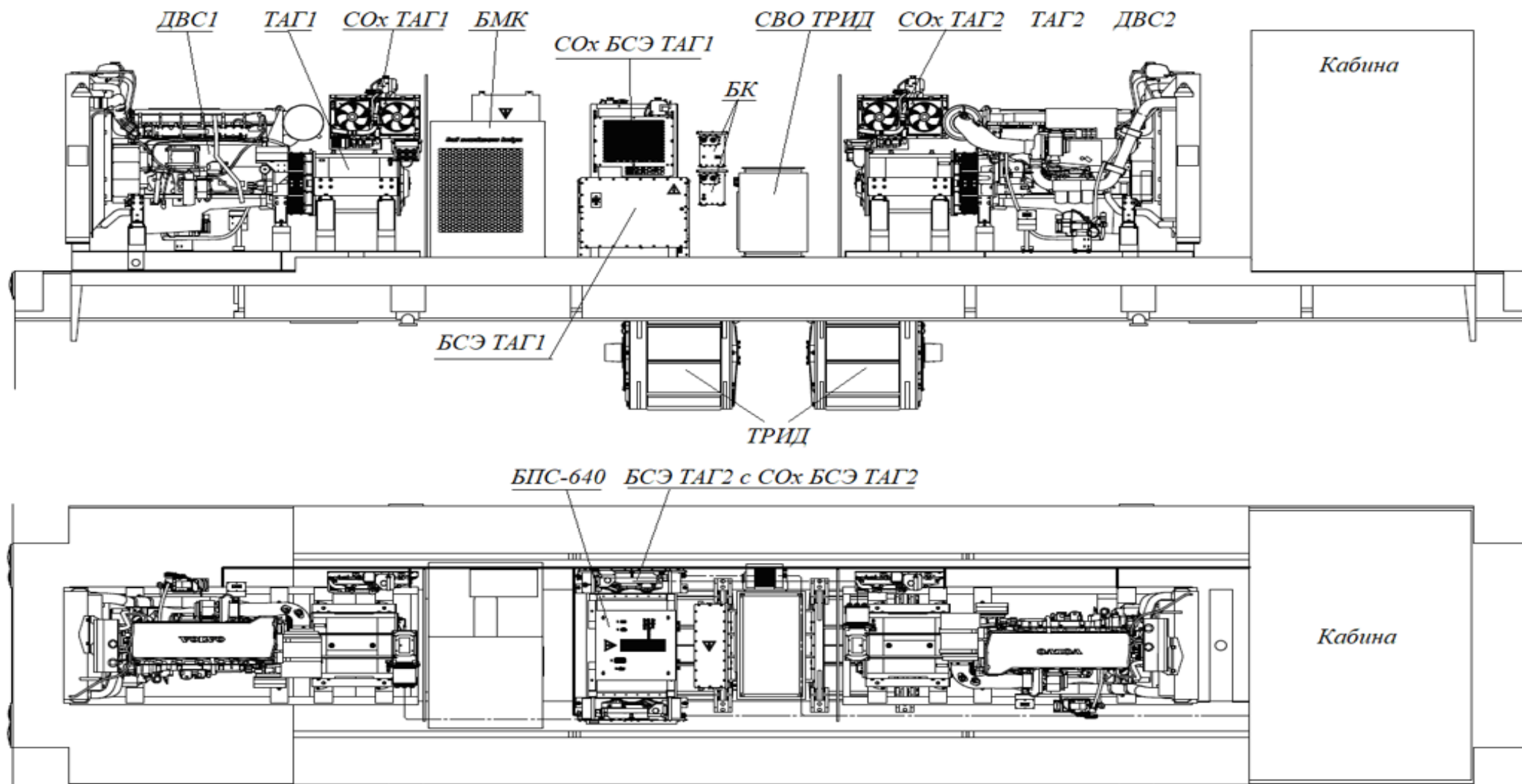
Маневровые тепловозы Проекта «ТЭМП»). Концепция. Реализация:

Функциональная схема КТЭО ЭМТ маневрового тепловоза ТЭМП 1тт №0001э



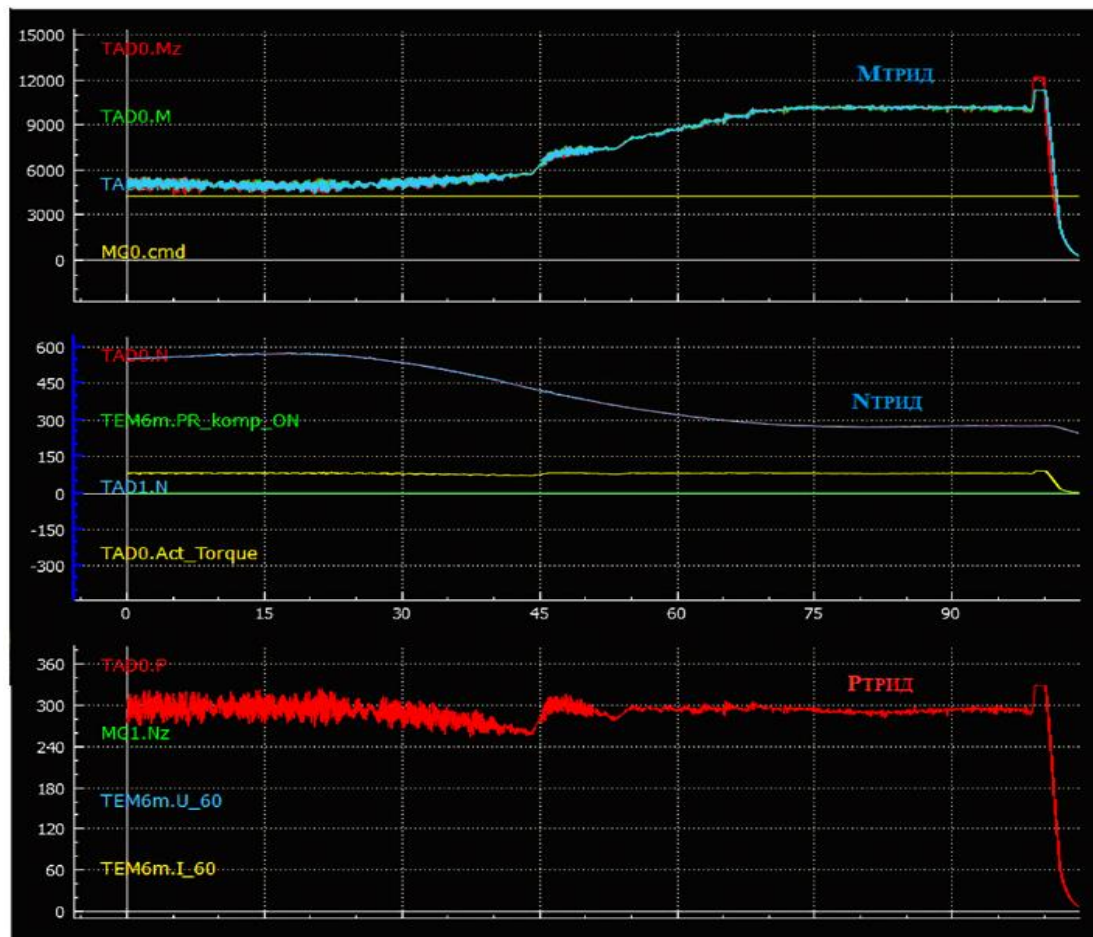
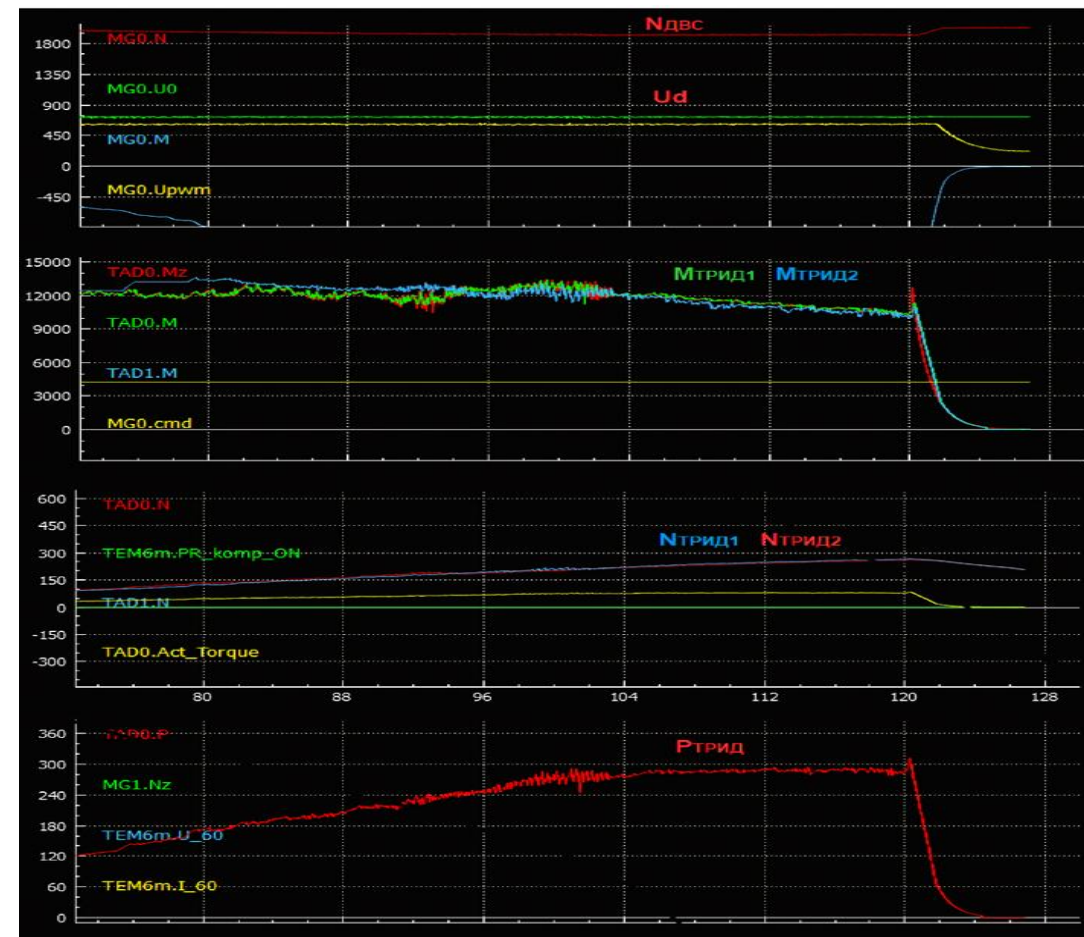
Маневровые тепловозы Проекта «ТЭМП»). Концепция. **Реализация:**

Компоновка оборудования КТЭО ЭМТ ТЭМП-1тт №0001э на раме маневрового тепловоза ТГМ-6А:



Маневровые тепловозы Проекта «ТЭМП»). Концепция. Реализация:

Тяговая динамика тепловоза ТЭМП 1т №0001э (рабочие диаграммы регистрации параметров тяги):



1. Движение с составом весом 1200т, в т.ч.:

- разгон со скорости $V = 0$ км/час до $V = 24$ км/час;
- движение на подъеме 18 ‰ со скоростью $V = 11$ км/час

2. Трогание с составом 1200т на уклоне 18 ‰

- с разгоном со скорости $V = 0$ км/час до скорости $V = 11$ км/час

Маневровые тепловозы Проекта «ТЭМП»). Концепция. Реализация. **Итоги «пилотного проекта»**

Преимущества тепловоза «**ТЭМП**»:

1. Экономические:

1.1. Энергоэффективность: Подтвержденная **экономия по топливу > 50%** (при $k_{ти} = 0,866$)

Режим II = **7,9 л/ч** - ТЭМП 1тт в сравнении с тепловозом ТГМ6 (15,6 л/ч) в сопоставимых режимах работы

Режим III (при $k_3=1,37$) = **11,7 л/ч**

1.2. Эксплуатационная «гибкость» (4 режима тяги):

Режим I: одна ДГУ+один ТРИД (аналог ТГМ4 – ***тип 4**)

Режим II: одна ДГУ+два ТРИД (аналог ТГМ6 – ***тип 3**)

Режим III: две ДГУ+два ТРИД (аналог ТЭМ2 – ***тип 2**)

Режим IV: «сплотка» 2хТЭМП (аналог ТЭМ14 - ***тип 1**)

***(типы тепловозов по ГОСТ 22339-88)**

1.3. Производительность* (в % к ТГМ6):

- по силе тяги (в длительном режиме) > **113 %**;

- по скорости (в длительном режиме) = **109 %**;

- по компрессору (АКВ -7,44/1) = **142 %**;

***(при служебной массе = 90 тн)**

1.4. Надежность КТЭО $*(K_{ог}/K_{тг}/K_{вг}) = 0,92/0,96/0,98$;

***(факт max параметры по ГОСТ Р 56046-2014)**

1.5. Низкие затраты и трудоемкость ТОиР:

планирование сроков эксплуатации и проведения ТОиР

по параметрам диагностики* предотказных состояний (до наступления отказов);

***системы ТЭМП 1тт имеют предиктивную диагностику с блокировкой наступления отказов;**

1.6. Высокая «живучесть» - возможна работа (см. п.1.2.) при отказе любого агрегата (кроме АКВ).

1.7. Энергетика «базовой платформы» - потенциал для развития функциональной роботизации тепловоза.



Беспрецедентные технические решения, гибкие тяговые и энергетические характеристики, функциональность ТЭМП, **как инструмент:**

- **для** решения амбициозных задач повышения эффективности промышленного ж.д. транспорта;
- **для** пересмотра (оптимизации) технологических процессов транспортного обслуживания промышленных предприятий.
- **для** эволюционного развития промышленного ж.д. транспорта;
- **для** создания унифицированного парка маневровых тепловозов

Маневровые тепловозы Проекта «ТЭМП»). Концепция. Реализация. **Итоги «пилотного проекта»:**

2. Технические и конструктивные:

2.1. Силовая установка (СУ):

- «тах» мощность = **900** кВт (суммарно по мощности 2-х автономных модулей ДГУ), в составе :
- ДВС (дизель = **450** кВт) + ТАГ (асинхронный генератор = **350** кВт),
- автоматическое «цифровое» управление режимами работы СУ (ДВС+ТАГ) под ;

2.2. ЭМТ высокой эффективности (КПД = **82%*)**

(*против **62%** у ТГМ6 и **73%** у современных маневровых тепловозов аналогичного типа),
в составе:

- | | |
|--|------------------------|
| - АМГ-350 (тяговые генераторы – 2 компл.) | - КПД = 95,0% ; |
| - БСЭ (силовые преобразователи – 2 компл.) | - КПД = 98% ; |
| - ТРИД-320 (тяговые двигатели – 2 компл.) | - КПД = 93,5% , |
| - «тах» мощность (длительная) | = 320 кВт; |
| - «тах» момент (длительный) | = 17,2 кНм; |

2.4. Тяговые характеристики (при служебной массе **90 тн*):** (расчет/факт)

- | | |
|---|-------------------------------------|
| - «тах» сила тяги (при трогании с места) | = 318,7 кН/ 352,7 кН; |
| - «тах» сила тяги длительного режима ($V_{дл} = \mathbf{9,4}$ км/час) | = 263,2 кН/ 287,7 кН; |
| - «разгон» в « режиме II » (до скорости $V_{Констр} = \mathbf{41}$ км/час) | = - / 44 сек; |
| - «выбег» на ХХ (со скорости $V = \mathbf{15}$ км/час) | = - / 800 м; |

2.5. Подача топлива из баков к дизелям без топливоподкачивающих насосов с авто.распределителем топлива для предпусковых подогревателей;

2.6. Капот рамный с 3-мя модулями «колодцевого» типа для размещения оборудования КТЭО и свободного «безбарьерного» доступа к оборудованию (на платформе **ТГМ 6А);**

2.7. Системы вентиляции и СОх агрегатов – свободные, автономные с автоматическим управлением (общее оборудование «систем охлаждения» (СОх) - отсутствует).

Маневровые тепловозы Проекта «ТЭМП»). Концепция. Реализация. **Итоги «пилотного проекта»:**

3. Безопасность движения и Охрана труда:

3.1. Уникальный алгоритм работы функций Системы «человек-машина-человек»:

- **функции «человека» (машиниста тепловоза):**

- контроль и управление безопасностью движения;
- контроль и управление параметрами скорости движения состава;

- **функции «машины» (СУ и КТЭО тепловоза):**

- автоматическое создание и поддержание оптимальных потоков мощности (УПМ);
- автоматическое управление УПМ для реализации оптимальной силы тяги при заданной скорости движения рабочего состава с ограничением боксования и юза;
- автоматическая диагностика, анализ и контроль параметров работы «Системы»;
- автоматический поток информации – машинист/«облако»/«автоотчет»/«архив»;

3.2. «Необслуживаемые» изолированные кабельные трассы электрических цепей: высоковольтные (силовые) 750-1000В и низковольтные (управления) 24В;

3.3. Напряжение всех устройств в «зонах доступа» машиниста = 24В (ток постоянный);

3.4. Уникальный комплект звуковой и световой (светодиодной) локомотивной сигнализации и прожекторного освещения = 24В (ток постоянный);

3.5. Функциональный дизайн в акцентной цветовой гамме с термоокраской элементов кузова и использованием светоотражающих пленок;

3.6. «Зоны комфорта» для рабочих мест составителя на торцевых площадках;

3.7. Комфорт кабины: электрообогрев «микс» (ИК+конвектор+вентиляция), розетки питания/зарядки переносной радиостанции и серийных бытовых приборов – 220В (переменный);

3.8. Система видеоконтроля за движением тепловоза и работой персонала.

Маневровые тепловозы Проекта «ТЭМП»). Концепция. Реализация. **Итоги «пилотного проекта»:**

4. Социальные и кадровые – комфорт и простота управления локомотивом;

5. Экологические – снижен «экологический индекс» ТЭМП 1тт = **101,28 (-38%** от ТГМ6);

6. Инновационные – создана «базовая платформа» для новых проектов и моделей:

- с возможностью реализации ААК **«Надежность и эффективность»** (системы «человек-машина-человек»);
- с перспективами эксплуатации в **«дистанционном»** и в **«беспилотном»** режимах;
- с возможностью реализации локальных бортовых ДАК - **ДАК «Экология»** (анализ выхлопных газов);
 - **ДАК «Диагноз»** (анализ дизельного масла);
 - **ДАК** (иных назначений и специализаций);
- с иными СУ - гибридными (проект ТЭМП 3ттГ), водородными (проект ТЭМП 4ттН2);
- с предельной (по сцеплению) тяговой мощностью (ТЭМП 42, ТЭМП 44, ТЭМП 84, ТЭМП 88 и др.).

НАУЧНО – ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ПОДВИЖНОЙ Ж.Д. СОСТАВ: ИЗОБРЕТЕНИЯ И ИННОВАЦИИ»

Маневровые тепловозы Проекта «ТЭМП». Концепция. Реализация. **Итоги «пилотного проекта»:**

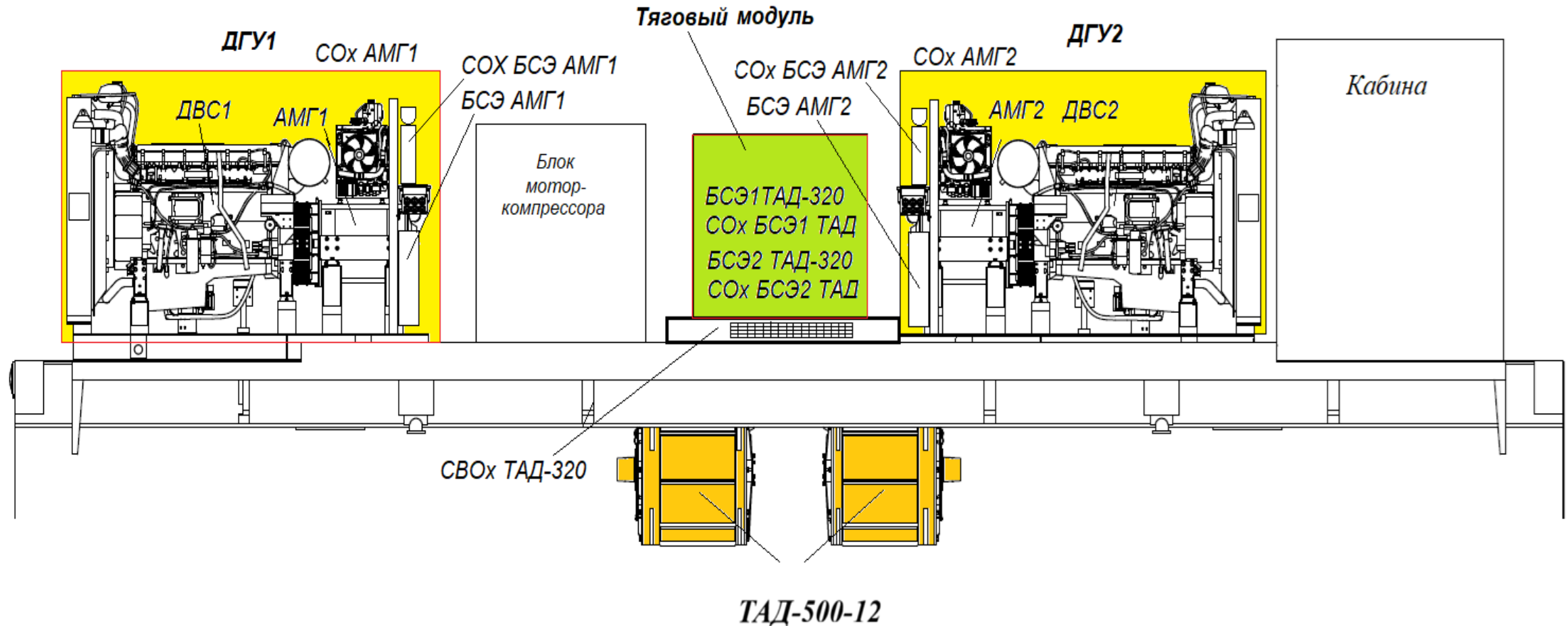
№ п/п	Характеристики тепловоза:	Ед. изм.	Параметры тепловоза			
1	2	3	4	5	6	7
1	Обозначение модели тепловоза		ТЭМ 10	ТЭМ 23	ТЭМ 18ДМ	ТЭМП 1тп
	производитель		ЛТЗ СТМ	БМЗ ТМХ	БМЗ ТМХ	ЕВРАЗ НТМК
2	Тип тепловоза (по ГОСТ 22339-88)		3	3	2	3+ (от 5-го до 2-го)
3	Род службы		Маневровый	Маневровый	Маневровый	Маневровый
	(характер работы)		(универсальный)	(универсальный)	(универсальный)	(промышленный)
5	Год ввода модели		с 2020г	с 2021г	с 2007г	2022г
6	Сцепная масса	тс	90	90	126	94
7	Число приводных осей	ед.	4	4	6	4
8	Нагрузка на ось	кН (тс)	220,5 (22,5)	220,5 (22,5)	206 (21)	230,5 (23,5)
9	Тип привода		Индивидуальный	Индивидуальный	Индивидуальный	Полу-Групповой
10	Трансмиссия (тип)		Электро-Механич.	Электро-Механич.	Электро-Механич.	Электро-Механич.
	- тип тока ЭМТ		перем./постоянн.	перем./перем.	перем./постоянн.	перем./перем.(импульсн)
	- обозначение		AC/DC	AC/AC	AC/DC	AC / ИС
11	КПД (трансмиссии)	%	72	73	75	82
12	Касательная мощность (max)	кВт	666 (?)	528	600	692
13	Силовая установка:		ДГУ (дизель-генератор)	ДГУ (дизель-генератор)	ДГУ (дизель-генератор)	ДГУ (дизель-генератор)
	- количество	ед.	2	2	1	2 (автономн.)
	- модель дизеля (обозначение)		Volvo TAD1651V	Камаз 910 (P6)	1-ПД4Д	Volvo TAD1641 VE-B
	- мощность по дизелям (max)	кВт	856 (2 x 428)	736 (2 x 368)	882	900 (2 x 450)
14	Силовой привод:		электродвигатели	электродвигатели	электродвигатели	электродвигатели
	- обозначение (тягового двигателя)		ЭД -133	ДТА-200Т	ЭДУ-133П	ТРИД-320
	- количество (тяговых двигателей)	ед.	4	4	6	2
15	Сила тяги (производительность):					
	- при трогании с места (ксц = 0,4)	кН	291	296	319	368
	- длительного режима (ксц = 0,33)	кН	216	235	206	304
16	Производительность компрессора:	м3/мин	5,25	5,25	5,25	7,44
17	Скорость (max):					
	- конструкционная (в т.ч. в транспортном режиме)	км/час	100 (100)	100 (100)	100 (100)	41 (90)
	- длительная (при „max„ тяге)	км/час	11,1(?)	8,1	10,5	8,2
18	Радиус проходимых кривых (min)	м	40 (?)	40 (?)	80	40
19	Длина (по осям автосцепок)	мм	17 140	16 420	16 900	14 300
20	ЦЕНА:	Млн.руб.	>140	>160	>130	< 100 (модернизация)

Маневровые тепловозы Проекта «ТЭМП». Концепция. «Базовые платформы»:

- **4-х осный**, на двух 2-х осных тяговых тележках (**тип 3** по ГОСТ 22339-88), модульный, «открытой архитектуры»;
- с предельно-достижимыми (по сцепному весу и коэффициенту сцепления) тяговыми характеристиками;
- с электромеханической трансмиссией переменного- переменного тока;
- с 2-мя разными типами тягового привода тепловоза:
 - ТЭМП 42** - с полугрупповым (**с потележечным регулированием тяги**) тяговым приводом (ТП 1):
 - с 2-мя (1 на тележку) унифицированными (для ТП 1) тяговыми электродвигателями (ЭД), с автономной **локальной** (для обеих ЭД тележки) системой охлаждения ЭД; ;
 - с 2-мя (1 на ЭД) унифицированными (для ТП 1) тяговыми модулями блоков силовой электроники (БСЭ), с автономными **индивидуальными** (для каждого БСЭ) системами охлаждения БСЭ;
 - ТЭМП 44** - с индивидуальным (**с поосным регулированием тяги**) тяговым приводом (ТП 2):
 - с 4-мя (1 на ось) унифицированными (для ТП 2) тяговыми электродвигателями (ЭД), с автономными **локальными** (для обеих ЭД тележки) системами охлаждения ЭД;
 - с 4-мя (1 на ЭД) унифицированными (для ТП 2) тяговыми модулями блоков силовой электроники (БСЭ), с автономными **индивидуальными** (для каждого БСЭ) системами охлаждения БСЭ;
- с 2-мя автономными унифицированными (для ТЭМП 42 и ТЭМП 44) модулями силовых установок (СУ):
 - для ТЭМП 42 и ТЭМП 44 – СУ из 2-х дизель-генераторных установок (ДГУ), в составе (ДГУ):
 - тяговый асинхронный генератор (с автономной **индивидуальной** системой охлаждения);
 - дизельный ДВС (с автономной **индивидуальной** системой охлаждения);
 - автономная система управления генерацией и регулированием «потоками мощности» ДГУ;
- с автономным унифицированным (для всех типов тепловозов ТЭМП) модулем винтовой компрессорной установки (БМК) с повышенной (до 7,44 м³/мин) производительностью, с автономной системой охлаждения);
- с унифицированной (для всех типов тепловозов ТЭМП) кабиной машиниста (модуль управления).

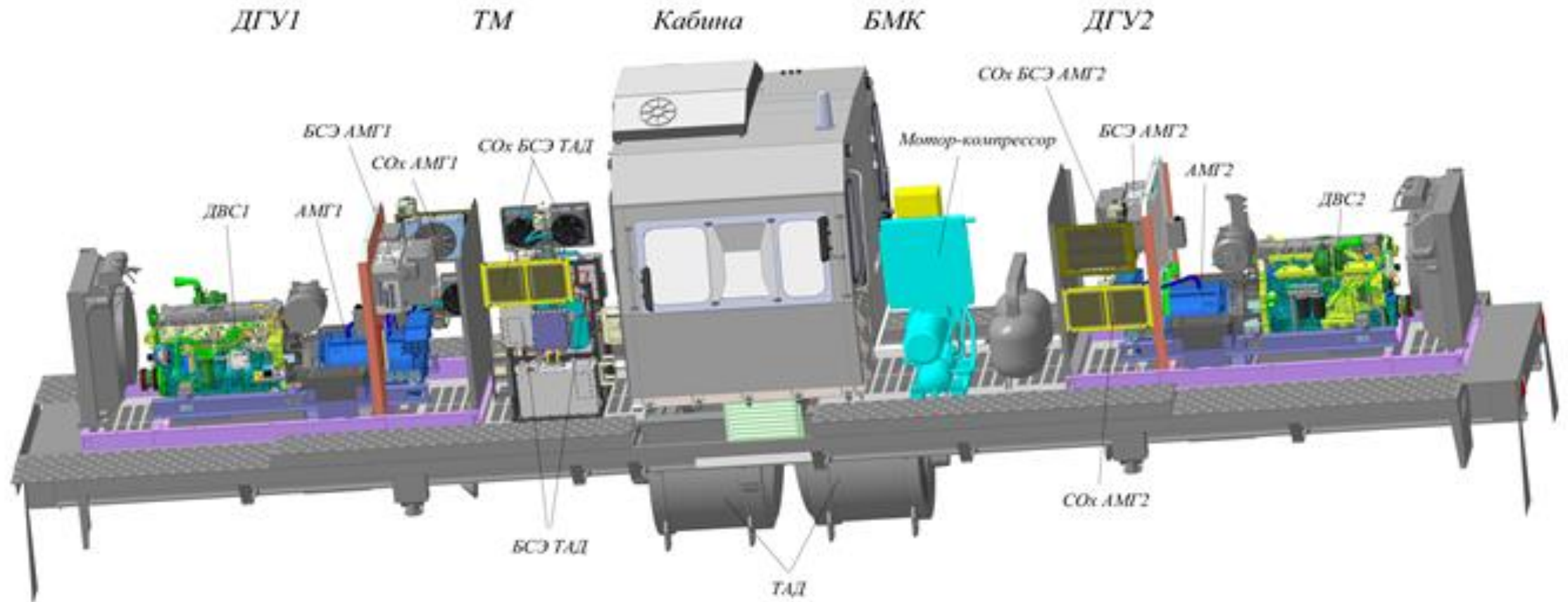
Маневровые тепловозы Проекта «ТЭМП». Концепция. «Базовые платформы»:

Вариант компоновки оборудования **КТЭО ЭМТ** тепловоза **ТЭМП 42** (с задним расположением кабины)



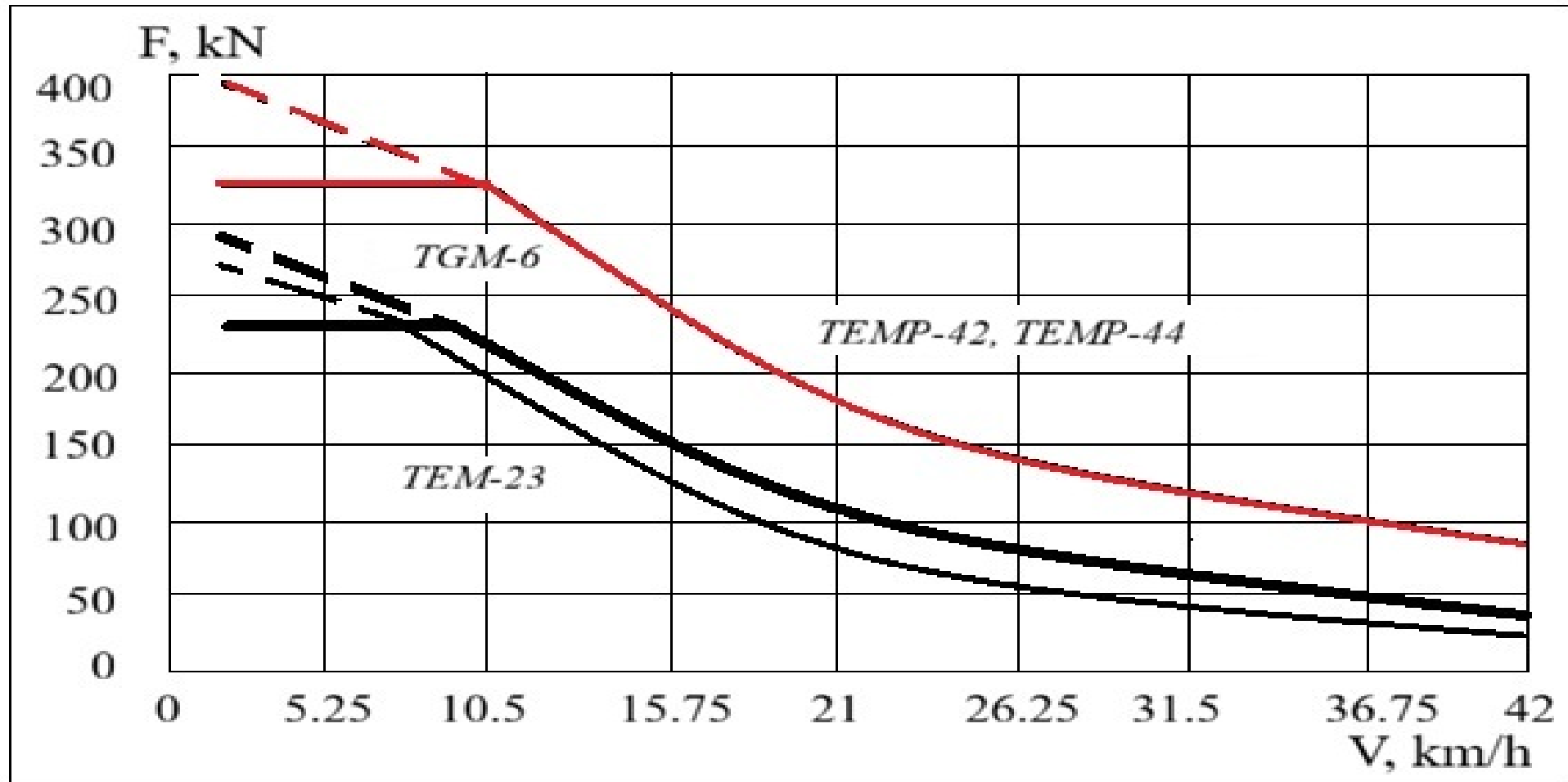
Маневровые тепловозы Проекта «ТЭМП». Концепция. «Базовые платформы»:

Вариант компоновки оборудования **КТЭО ЭМТ** тепловоза **ТЭМП 42** (с центральным расположением кабины)



Маневровые тепловозы Проекта «ТЭМП». Концепция. «Базовые платформы»:

Расчетные тяговые характеристики маневровых тепловозов **ТЭМП 42** и **ТЭМП 44**
(сравнение с тяговыми характеристиками серийных маневровых тепловозов ТГМ 6 и ТЭМ 23)



Маневровые тепловозы Проекта «ТЭМП». Заключение:

1. Всего два типа «унифицированных» (по характеристикам, компонентам, конструкции и управлению) серийных тяговых модуля для **ТАД-500** и **ТАД-250** и один тип модуля ДГУ с **АМГ-600** с силовыми интегральными интеллектуальными силовыми преобразователями на отечественной элементной базе **СП-600-1000** позволяют с минимальными затратами ресурсов создавать «тяговую архитектуру» маневровых тепловозов **ТЭМП** всех типов (с 3-го по 1-й) с любым типом тягового привода: **ТЭМП 42, ТЭМП 63, ТЭМП 84** – полугрупповой привод, **ТЭМП 44, ТЭМП 66, ТЭМП 88** – индивидуальный привод;
2. Возможность «гибкого регулирования тяги» (на примере маневрового тепловоза **ТЭМП 42**):
режим 1 — работают **одна ДГУ и один ТАД**.
В этом режиме характеристики тепловоза **ТЭМП-42** превышают характеристики всех серийных и проектируемых **2-х - 4-х** осных маневровых тепловозов **4-го** и **5-го** типов.
режим 2 — работают **одна ДГУ и два ТАД**.
В этом режиме характеристики тепловоза **ТЭМП-42** превышают характеристики всех серийных и проектируемых **4-х** осных маневровых тепловозов **3-го** и **4-го** типов.
режим 3 — работают **два ДГУ и два ТАД**.
В этом режиме характеристики тепловоза **ТЭМП-42** превышает характеристики всех серийных и проектируемых **6-ти** осных маневровых тепловозов **2-го** типа.
режим 4 — работает «сплотка» из **2-х ТЭМП-42** с «гибким» 3-режимным управлением по системе «двух единиц».
В этом режиме характеристики тепловоза **2ТЭМП-42** превышают характеристики всех серийных и проектируемых **8-ми** осных маневровых тепловозов **1-го** типа.
3. Создание всего двух «**базовых платформ**» тепловозов серии Проекта **ТЭМП** с **ЭМТ** переменного-переменного тока:
 - **ТЭМП-42** - преимущественно для промышленного железнодорожного транспорта) с полугрупповым тяговым приводом;
 - **ТЭМП-44** - преимущественно для магистрального железнодорожного транспорта) с индивидуальным тяговым приводом,позволяют полностью закрыть потребности экономики страны в маневровых тепловозах всех типов (с 5-го по 1-й) с заданными и/или предельно достижимыми тяговыми и оптимальными энергетическими характеристиками с любыми доступными или перспективными силовыми установками (дизельных, газомоторных, гибридных, водородных и др.).

Маневровые тепловозы Проекта «ТЭМП». Заключение:

Для полной комплектации тепловозов «ТЭМП» (всех типов с 3 по 1) **достаточно производить в РФ:**

Силовая установка (ДВС и др.) – три типа:

ДВС (600 кВт) - для тепловозов «ТЭМП» 3 типа (4-х осные) и 1 типа (8-ми осные **2ТЭМП 42 / 2ТЭМП 44**);

ДВС (900 кВт) - для тепловозов «ТЭМП» 2 типа (6-ти осные **ТЭМП 63 / ТЭМП 66**);

ДВС (1200 кВт) - для тепловозов «ТЭМП» 1 типа (8-ми осные **ТЭМП 84 / ТЭМП 88**);

Тяговый асинхронный двигатель - два типа:

ТАД-500-12

(500кВт, Мдл = 21,135 кНм, Мтр = 25,3 кНм, КПД = 0,952) для тепловозов с потележечным управлением;

ТАД-250-12

(250 кВт, Мдл = 10.5 кНм, Мтр = 12,6 кНм, КПД = 0,907) для тепловозов с поосным управлением,

Тяговый асинхронный генератор - три типа:

АМГ-600 - для тепловозов «ТЭМП» 3 типа (4-х осные);

АМГ-900 - для тепловозов «ТЭМП» 2 типа (6-ти осные);

АМГ-1200 - для тепловозов «ТЭМП» 1 типа (8-ми осные);

Силовой интегральный преобразователь (для **БСЭ АМГ** и **БСЭ ТАД**) – один тип;

КПД ЭМТ тепловозов «ТЭМП» с потележечным регулированием = **0,85**;

КПД ЭМТ тепловозов «ТЭМП» с поосным регулированием = **0,81**;

Маневровые тепловозы Проекта «ТЭМП». Патенты и публикации (основные):

- 1. А.А. Сачков.** Знакомьтесь: тепловоз ТЭМ-10 – головной локомотив нового семейства //СЦБ ИСТ. Сайт железнодорожников №1.
- 2. С.Н. Флоренцев, В.С. Полюхович, А.С. Кобелев.** Электромеханическая трансмиссия для маневровых тепловозов 1-3 типов с предельно достижимыми параметрами // «Электротехника». (в печати).
- 3. RU 201827 РФ. B51C50/00.** Электромеханическая трансмиссия переменного-переменного тока маневрового тепловоза. Патент на полезную модель.
- 4. RU 209368 РФ. B61C5/00.** Электромеханическая трансмиссия переменного-переменного тока с поосным регулированием для маневрового тепловоза. Патент на полезную модель.
- 5. S.N. Florentsev, V.S. Polyukhovich, V.V. Evpakov.** Modernization of Industrial Shunting Diesel Locomotives for Technological Railway Transport. Proceedings, 2022 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon) : Magnitogorsk, Russia, September 23-25, 2022. PP.54-68.DOI: 10.1109/UralCon 54943.2022.
- 6. S.N. Florentsev, V.V. Polyukhovich.** Modernization of Industrial Shunting Diesel Locomotives.UralCon-2025. Proceedings, 2025 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon) : Magnitogorsk, Russia, September 23-25, 2025.
- 7. С.Н. Флоренцев, А.А. Уваров, С.В. Байда, И.О. Журов.** Схемотехника, конструкции преобразователей и алгоритмы управления тяговыми электроприводами X // Электротехника, № 6 2025, с.36 -46.
- 8. С.Н. Флоренцев, В.С. Полюхович, В.В.Евпак.** Модернизация промышленных маневровых тепловозов для технологического транспорта // «Локомотив», №2 2025, с. 26 - 31.
- 9. С.Н. Флоренцев, В.С. Полюхович.** Все решают темпы и «ТЭМП». (О проблемах деградации и вариантах стратегии реновации парка маневровых тепловозов промышленного железнодорожного транспорта) // «Локомотив», № 8 2025, с. 30 - 34.
- 10. С.Н. Флоренцев, В.С. Полюхович, А.С. Кобелев.** Нужен ли «ТЭМП» технологическому суверенитету страны // «Локомотив», № 6 2026, с. 34 - 38.