

Виртуальная экскурсия (панорама 360˚) по энергоцентру Павловского автобусного завода

Виртуальная экскурсия (панорама 360)

Согласовано

Гл. спец.

Взам. инв. N

Подл. и дата

Инв. N подл.

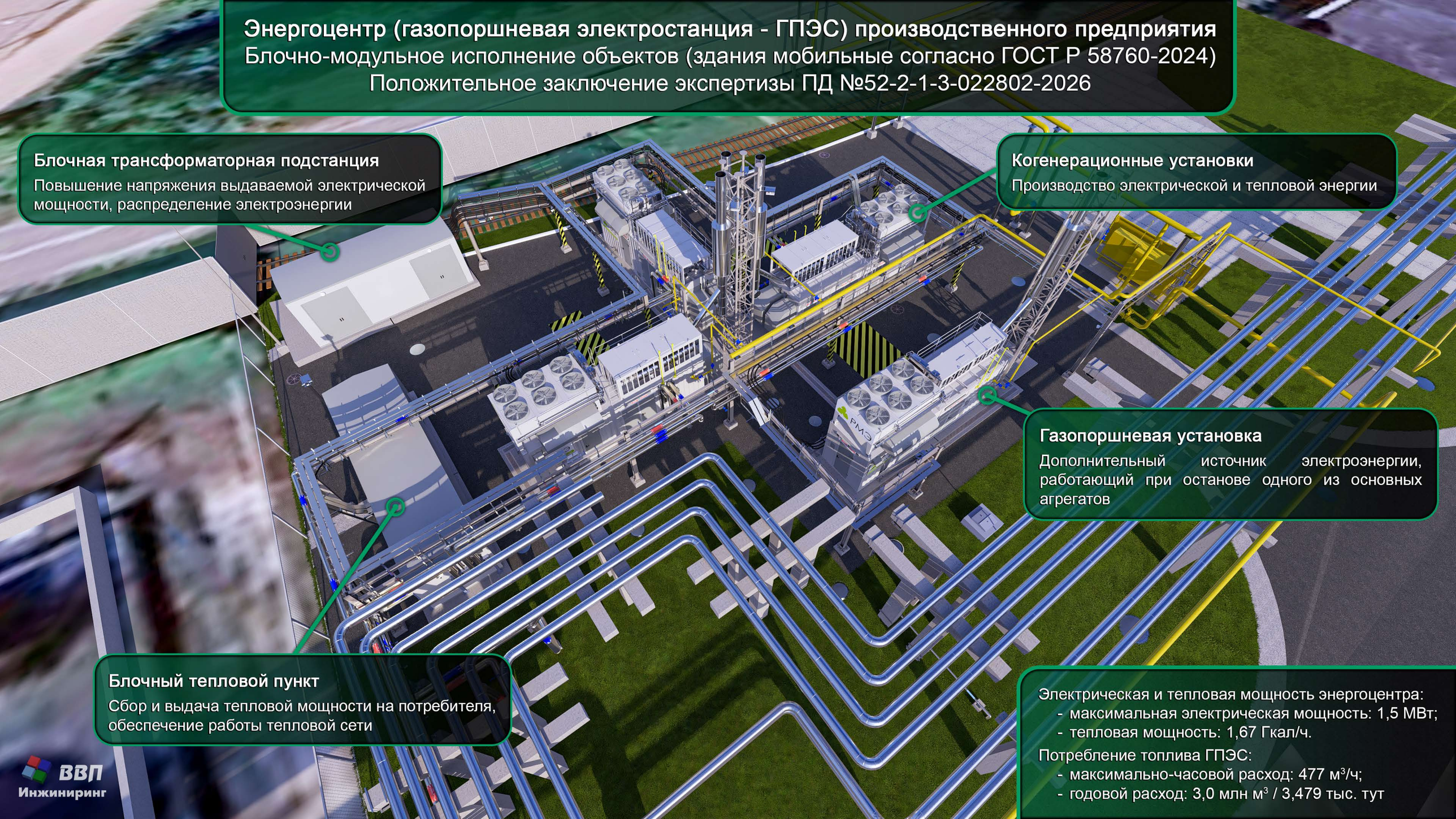
						19-10	
						Виртуальная экскурсия по энергоцентру Павловского автобусного завода	
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подп.	Дата		
ГИП		Поляков			05.2026	Энергоцентр на базе газопоршневых установок с выдачей электрической и тепловой мощности в сети ПАО «Павловский автобус»	Стадия: ПП; Лист: 1; Листов: 38
Разработал		Ибрагимов			05.2026		
Проверил		Марыльцев			05.2026	Виртуальный тур на базе трехмерной модели объекта	ООО "Когенерация.Ру" www.vvp-e.ru
Нормоконтр.		Кузьмин			05.2026		

Формат А3

Энергоцентр (газопоршневая электростанция - ГПЭС) производственного предприятия

Блочно-модульное исполнение объектов (здания мобильные согласно ГОСТ Р 58760-2024)

Положительное заключение экспертизы ПД №52-2-1-3-022802-2026



Блочная трансформаторная подстанция

Повышение напряжения выдаваемой электрической мощности, распределение электроэнергии

Когенерационные установки

Производство электрической и тепловой энергии

Газопоршневая установка

Дополнительный источник электроэнергии, работающий при останове одного из основных агрегатов

Блочный тепловой пункт

Сбор и выдача тепловой мощности на потребителя, обеспечение работы тепловой сети

Электрическая и тепловая мощность энергоцентра:

- максимальная электрическая мощность: 1,5 МВт;
- тепловая мощность: 1,67 Гкал/ч.

Потребление топлива ГПЭС:

- максимально-часовой расход: 477 м^3/ч;
- годовой расход: 3,0 млн м^3 / 3,479 тыс. тут

ВВП Инжиниринг

Технико-экономические показатели земельного участка Энергоцентра (по правилам СП 18.13330.2019)



ТЭП земельного участка энергоцентра (газопоршневой электростанции):

- площадь земельного участка – 0,11 га;
- площадь застройки – 198 м^2;
- площадь твердого покрытия – 843 м^2;
- площадь озеленения – 59 м^2;
- плотность застройки - 18%

Идентификационные признаки объекта (Энергоцентра) по ТР о безопасности ЗиС (№384-ФЗ)



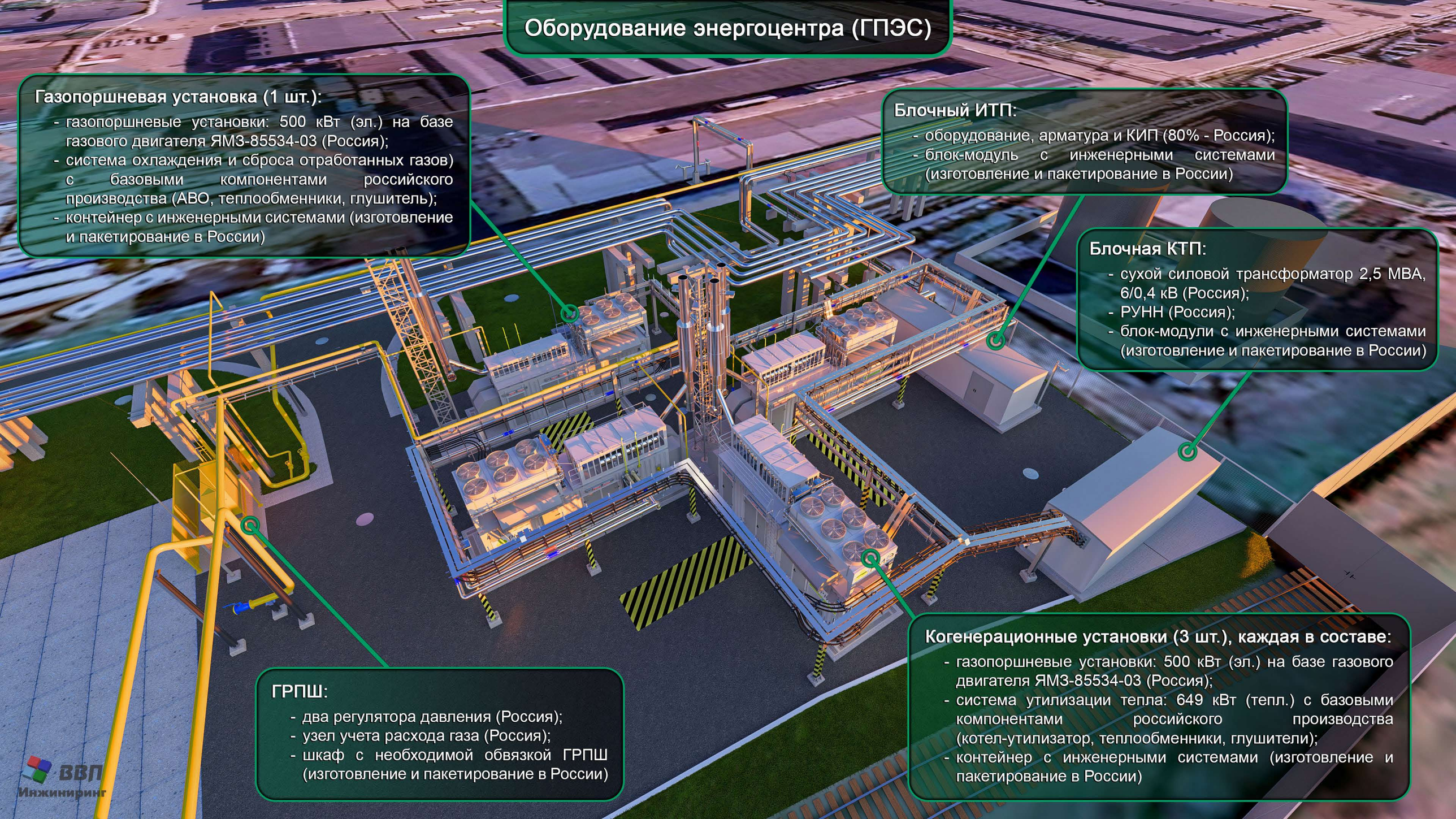
Код объекта по классификатору ОКС (приказ №928/пр): 05.03.002.001.
К объектам, влияющим на транспортную безопасность, не относится.
Опасный производственный объект III класса опасности.
Класс функциональной пожарной опасности: Ф5.1.
Постоянное пребывание людей не предусмотрено.
Уровень ответственности: нормальный.
Класс сооружения: КС-2

Возможность возникновения опасных природных процессов:

- карсты;
- пучинистость;
- просадочность;
- органический грунт;
- подтопляемость

ВВП Инжиниринг

Оборудование энергоцентра (ГПЭС)



Газопоршневая установка (1 шт.):

- газопоршневые установки: 500 кВт (эл.) на базе газового двигателя ЯМЗ-85534-03 (Россия);
- система охлаждения и сброса отработанных газов) с базовыми компонентами российского производства (АВО, теплообменники, глушитель);
- контейнер с инженерными системами (изготовление и пакетирование в России)

Блочный ИТП:

- оборудование, арматура и КИП (80% - Россия);
- блок-модуль с инженерными системами (изготовление и пакетирование в России)

Блочная КТП:

- сухой силовой трансформатор 2,5 МВА, 6/0,4 кВ (Россия);
- РУНН (Россия);
- блок-модули с инженерными системами (изготовление и пакетирование в России)

ГРПШ:

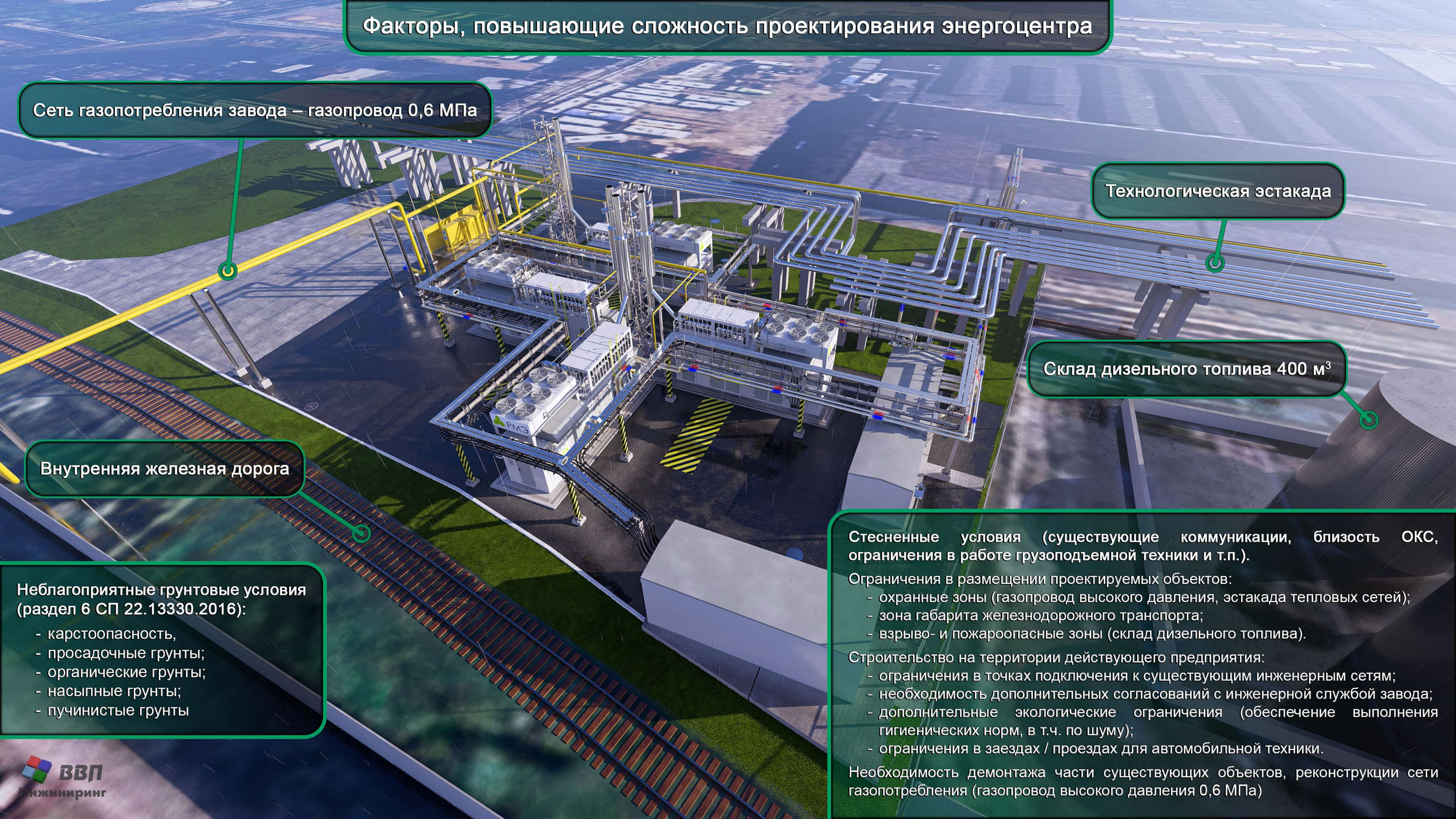
- два регулятора давления (Россия);
- узел учета расхода газа (Россия);
- шкаф с необходимой обвязкой ГРПШ (изготовление и пакетирование в России)

Когенерационные установки (3 шт.), каждая в составе:

- газопоршневые установки: 500 кВт (эл.) на базе газового двигателя ЯМЗ-85534-03 (Россия);
- система утилизации тепла: 649 кВт (тепл.) с базовыми компонентами российского производства (котел-утилизатор, теплообменники, глушители);
- контейнер с инженерными системами (изготовление и пакетирование в России)

ВВП Инжиниринг

Факторы, повышающие сложность проектирования энергоцентра



Неблагоприятные грунтовые условия (раздел 6 СП 22.13330.2016):

- карстоопасность,
- просадочные грунты;
- органические грунты;
- насыпные грунты;
- пучинистые грунты

Стесненные условия (существующие коммуникации, близость ОКС, ограничения в работе грузоподъемной техники и т.п.).

Ограничения в размещении проектируемых объектов:

- охранные зоны (газопровод высокого давления, эстакада тепловых сетей);
- зона габарита железнодорожного транспорта;
- взрыво- и пожароопасные зоны (склад дизельного топлива).

Строительство на территории действующего предприятия:

- ограничения в точках подключения к существующим инженерным сетям;
- необходимость дополнительных согласований с инженерной службой завода;
- дополнительные экологические ограничения (обеспечение выполнения гигиенических норм, в т.ч. по шуму);
- ограничения в заездах / проездах для автомобильной техники.

Необходимость демонтажа части существующих объектов, реконструкции сети газопотребления (газопровод высокого давления 0,6 МПа)

ВВП Инжиниринг

Оптимизация генерального плана газопоршневой электростанции

В рамках проектирования выполнен поиск оптимальных решений по планировочной организации энергоцентра с учетом следующих дополнительных факторов

Расстояния от оси внутренних ж/д путей до ЗиС (ГОСТ 9238-2022, СП 18.13330.2019)

Требования к охранным зонам объектов электросетевого хозяйства (ПП РФ от 24.02.2009 №160)

Охранные зоны надземных сетей - газопровода высокого давления и теплотрассы

Требования главы 7.3 ПУЭ «Электроустановки во взрывоопасных зонах» с учетом расположенного рядом склада дизельного топлива (более 300 м^3)

Нормативные расстояния между объектами согласно СП 4.13130.2013, СП 62.13330.2011

Требования к движению пожарной техники

ВВП Инжиниринг

Проектирование объекта из блочных зданий



Технология модульного строительства не исключает необходимость предусмотренных градостроительным законодательством процедур (письмо Минстроя от 23.01.2025 №3236-СМ/08).

Закончена эра упрощенного проектирования блок-модулей, когда было достаточно предъявления сертификатов.

Теперь в составе проектной документации необходимо обосновать соответствие каждого блочного здания всем обязательным требованиям нормативных документов (в первую очередь, 384-ФЗ)

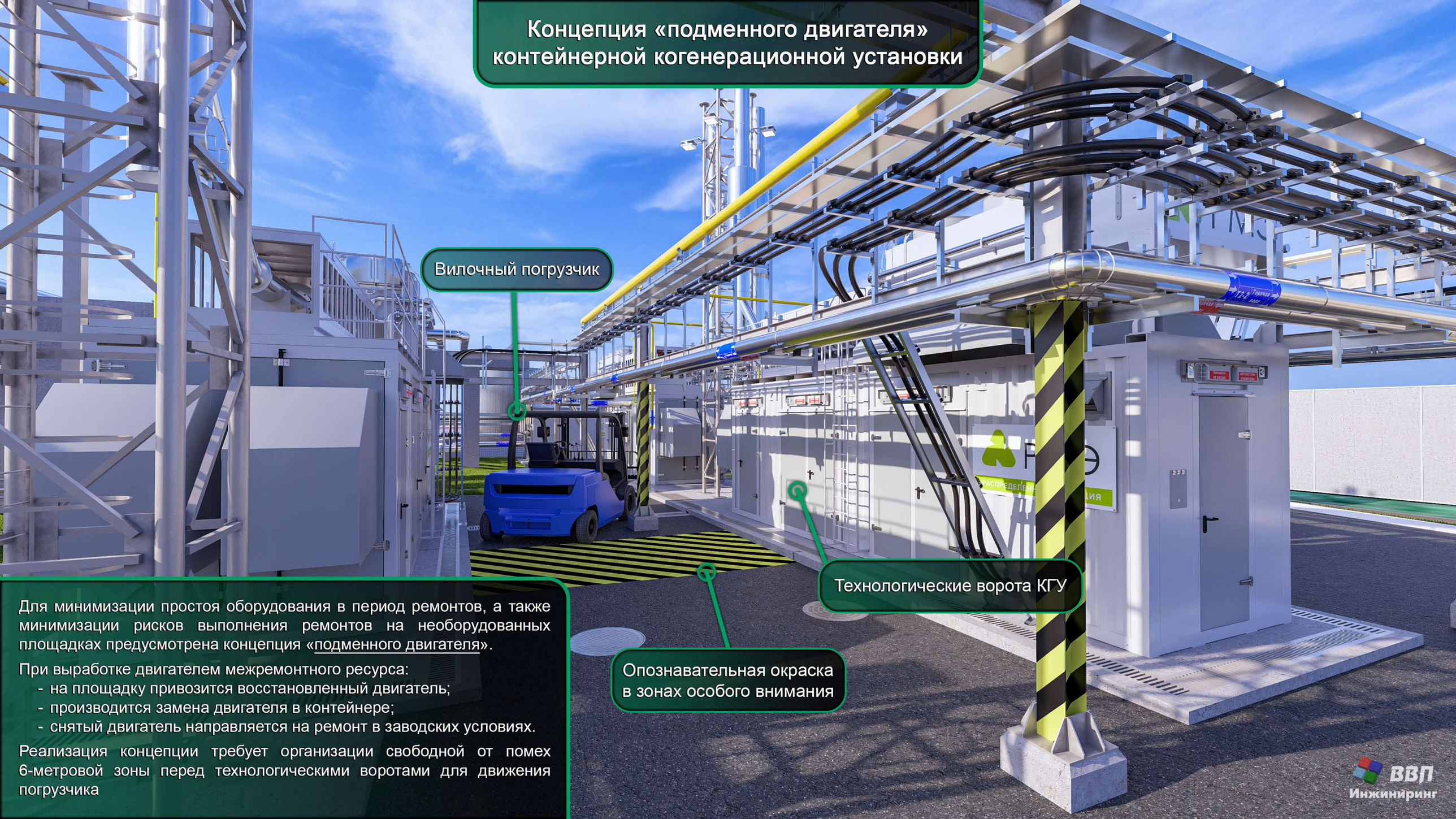
Для обеспечения соответствия поставляемых заводских изделий (модулей) требованиям НТД в настоящем проекте разработан комплекс опросных листов на каждое здание, технологическую установку и оборудование:

- технологические требования;
- архитектурно-строительные требования (с фасадами, узлами ввода коммуникаций и т.д.);
- требования к пожарной безопасности;
- требования на инженерные системы (ЭС, ВК, ОВК);
- требования к автоматизации.

В ближайшем будущем в законодательство могут ввести обязательную сертификацию блочно-модульных зданий на соответствие требованиям 384-ФЗ

ВВП Инжиниринг

Концепция «подменного двигателя» контейнерной когенерационной установки



Для минимизации простоя оборудования в период ремонтов, а также минимизации рисков выполнения ремонтов на необорудованных площадках предусмотрена концепция «подменного двигателя».

При выработке двигателем межремонтного ресурса:

- на площадку привозится восстановленный двигатель;
- производится замена двигателя в контейнере;
- снятый двигатель направляется на ремонт в заводских условиях.

Реализация концепции требует организации свободной от помех 6-метровой зоны перед технологическими воротами для движения погрузчика

ВВП Инжиниринг

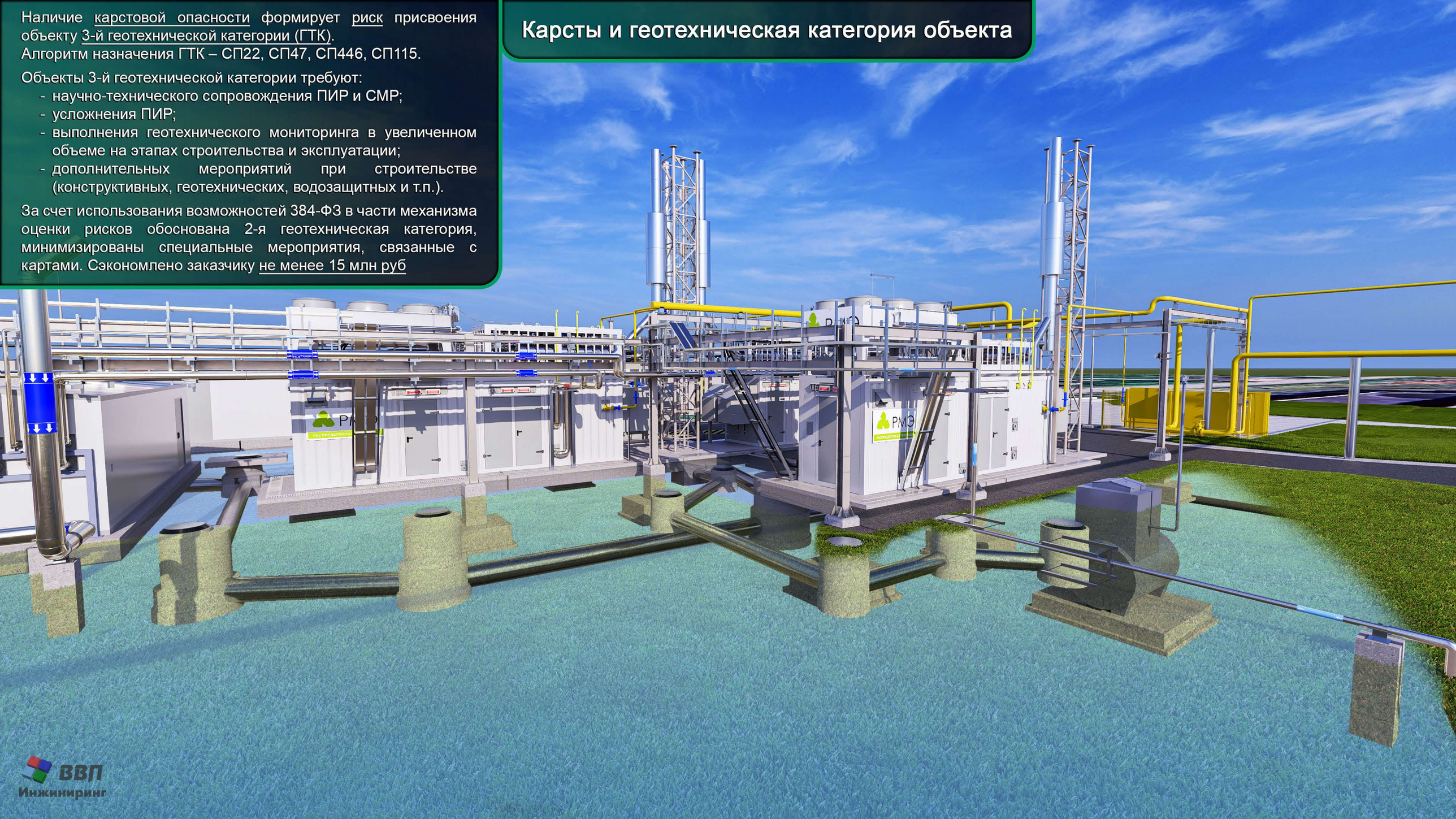
Карсты и геотехническая категория объекта

Наличие карстовой опасности формирует риск присвоения объекту 3-й геотехнической категории (ГТК).
Алгоритм назначения ГТК – СП22, СП47, СП446, СП115.

Объекты 3-й геотехнической категории требуют:

- научно-технического сопровождения ПИР и СМР;
- усложнения ПИР;
- выполнения геотехнического мониторинга в увеличенном объеме на этапах строительства и эксплуатации;
- дополнительных мероприятий при строительстве (конструктивных, геотехнических, водозащитных и т.п.).

За счет использования возможностей 384-ФЗ в части механизма оценки рисков обоснована 2-я геотехническая категория, минимизированы специальные мероприятия, связанные с картами. Сэкономлено заказчику не менее 15 млн руб



ВВП Инжиниринг

Транспортная доступность с учетом ограничений



Стесненность условий диктует дополнительные сложности и соответствующие решения в организации движения транспорта на территории энергоцентра:

1. Отсутствие возможности кругового движения на территории энергоцентра – решено организацией двух въездов с движением крупногабаритной техники задним ходом.
2. Разные зоны для движения тяжелой техники и погрузчиков (учтено в вертикальной планировке, организации дорожного покрытия, исполнении колодцев, защите подземных сетей футлярами и т.п.).
3. Параметры эстакады (шаг колонн, высота балок) подбирались с учетом подъезда автопогрузчиков с подменным двигателем.
4. Для организации требуемой высоты проезда автокрана потребовался локальный перенос сетей на существующей эстакаде.

Принятые решения соответствуют требованиям СП 4.13130.2013, СП 18.13330.2019

ВВП Инжиниринг

Выбор оптимального способа прокладки и исполнения инженерных сетей

Решение об исполнении и способе прокладки коммуникаций принимается после выполнения комплексного анализа с соответствующими расчетами:

- сечения трубы или кабеля;
- материала исполнения;
- толщины стенки (экрана);
- способа прокладки;
- предельного шага опор;
- защиты от воздействий

Газопроводы:

- надземная прокладка по отдельно стоящим опорам, а также по верхнему ярусу комбинированной эстакады;
- стальные трубопроводы с проверкой прочности по СП 33.13330.2012;
- расчет прочности системы выполнен в ПО СТАРТ

Ливневая канализация (самотечная):

- подземная прокладка;
- полимерные трубы с проверкой на прочность;
- защита стальными футлярами при необходимости;
- идрофобная теплоизоляция в зоне промерзания;
- сборные ж/б колодцы;
- люки с учетом нагрузок от транспорта;
- защита стальных труб футляров от коррозии

Сеть водоснабжения (напорная):

- подземная часть – полимер (подключение к существующему полимерному водопроводу электросварной седелкой с фрезой; отсутствие активной ЭХЗ) с теплоизоляцией в зоне промерзания;
- переход через НСПС на низкой опоре;
- надземная часть – оцинкованная сталь (для минимизации затрат на опоры из-за меньшего температурного расширения) с теплоизоляцией по высоким опорам

Кабельные линии:

- надземная прокладка по навесным опорам комбинированной эстакады;
- наружные сети выполнены из алюминия (значительно меньшая удельная стоимость по допустимому току, чем медь);
- кабели 0,4 кВ выдачи мощности АПвБбШвнг(А)-LS с изоляцией из СПЭ (т.к. использование изоляции из ПВХ-пластиката приводило к увеличению сечения жилы);
- кабели выполняются с броней для прокладки на комбинированной эстакаде по противопожарным требованиям;
- кабели большого сечения прокладываются по полкам с кабельными креплениями с шагом 1м, кабели малого сечения – в лотках

Тепловые сети:

- надземная прокладка по навесным опорам комбинированной эстакады;
- стальные трубы по требованиям СП 124.13330.2012;
- расчет прочности системы выполнен в ПО СТАРТ;
- теплоизоляция согласно СП 61.13330.2012

ВВП Инжиниринг

Максимизация использования вторичного тепла когенерации



Целью проектирования является реализация технических решений, обеспечивающих высокие экономические показатели инвестиционного объекта.

По результатам анализа графиков потребления тепла (вода, пар) производства сформировано решение по технологическому присоединению к тепловым сетям, обеспечивающее максимальное использование вторичного тепла Энергоцентра в круглогодичном режиме.

В рамках проектирования рассмотрено несколько сценариев подключения в разных точках. Выбранный вариант предполагает подключение к двум трубопроводам тепловой сети завода с производительностью теплообменников, насосов (вкл. частотные приводы) и балансирующей арматуры, обеспечивающих целевые тепловые и гидравлические режимы

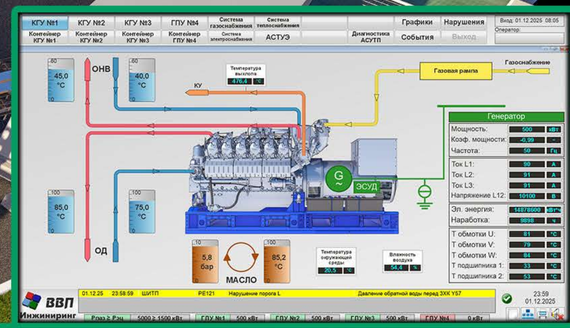
ВВП Инжиниринг

Эксплуатация энергоцентра «без постоянного присутствия персонала»

Диспетчерская

Энергоцентр

Эстакада для прокладки ВОЛС



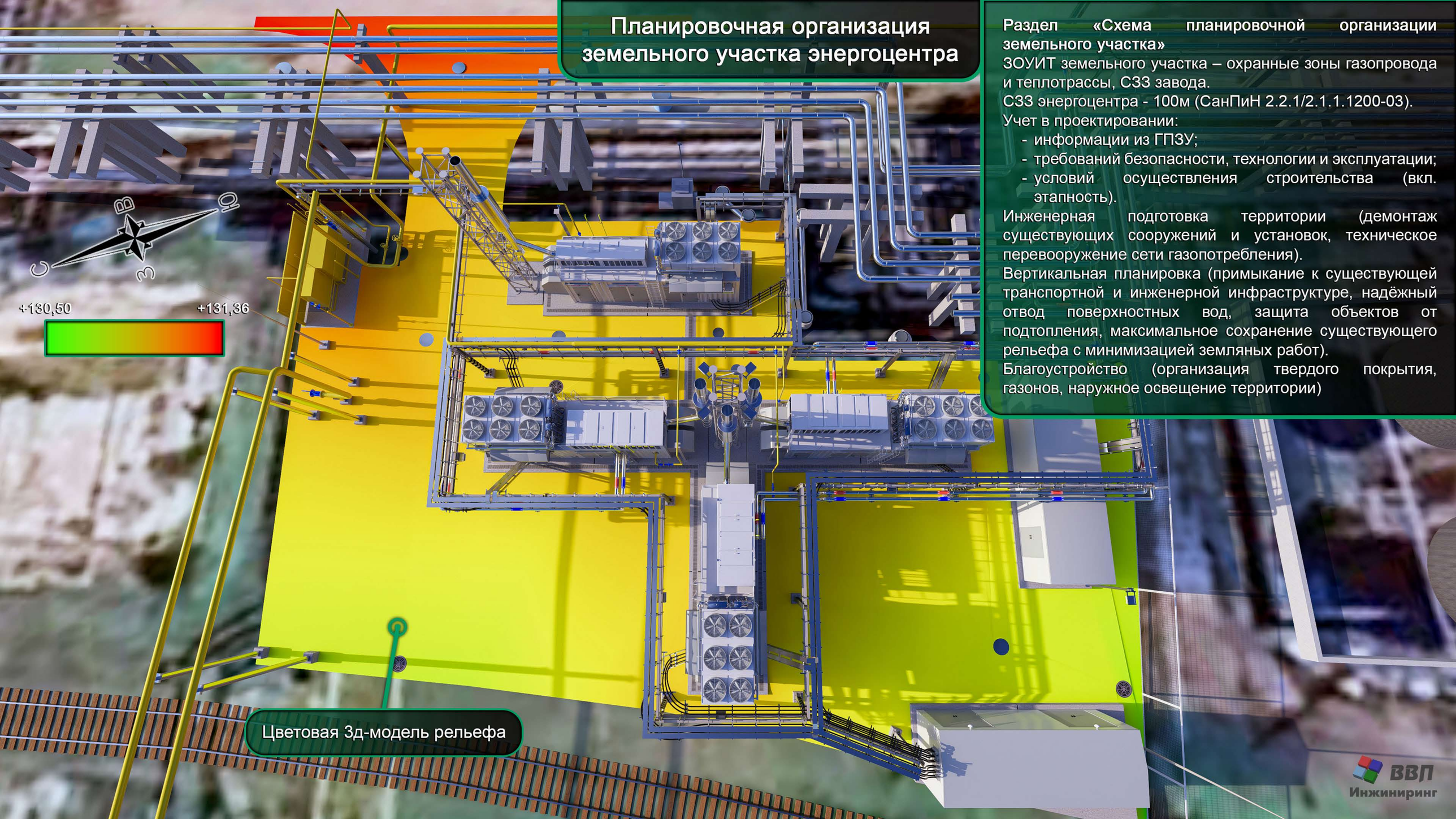
Для устойчивой работы в составе энергосистемы, выполняется управление 7 (семью) заводскими ТП и РП. Суммарная протяженность ВОЛС от энергоцентра до объектов промплощадки ~5700 метров.

Кроме того, предусмотрена возможность контроля основных параметров энергоцентра руководящим составом инвестора и заказчика по энергосервисному контракту через Интернет-приложение, в котором собирается как статистика работы Энергоцентра, так и данные для контроля финансовой модели объекта «план/факт»

Энергоцентр работает без постоянного присутствия персонала. Контроль работы энергоцентра выполняется из диспетчерской, размещенной в помещении на территории завода (~250м). Обмен информацией по волоконно-оптической линии связи. Видеокадры системы диспетчеризации построены под конкретный объект. Мнемосхемы контроля КГУ выполнены на базе 3D-моделей оборудования с целью выработки у операторов понимания о фактическом местоположении узлов и агрегатов контролируемых установок

ВВП Инжиниринг

Планировочная организация земельного участка энергоцентра



Раздел «Схема планировочной организации земельного участка»

ЗОУИТ земельного участка – охранные зоны газопровода и теплотрассы, СЗЗ завода.

СЗЗ энергоцентра - 100м (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03).

Учет в проектировании:

- информации из ГПЗУ;
- требований безопасности, технологии и эксплуатации;
- условий осуществления строительства (вкл. этапность).

Инженерная подготовка территории (демонтаж существующих сооружений и установок, техническое перевооружение сети газопотребления).

Вертикальная планировка (примыкание к существующей транспортной и инженерной инфраструктуре, надёжный отвод поверхностных вод, защита объектов от подтопления, максимальное сохранение существующего рельефа с минимизацией земляных работ).

Благоустройство (организация твердого покрытия, газонов, наружное освещение территории)

ВВП Инжиниринг

Объемно-планировочные и архитектурные решения энергоцентра



Цвет окраски элементов заполнения проемов (ворота, двери), а также крыши, пола, лестниц, ограждений зданий: RAL7042 (серый транспортный)

Основной цвет окраски зданий RAL7035 (светло-серый)

Стены и покрытия - 3-х слойные панели типа «Сэндвич» с негорючим утеплителем в полиэтиленовой пленке

Энергоцентр выполнен на базе блочных зданий заводского изготовления. Фасады, вкл. цветовые решения, согласовываются на этапе демонстрационного альбома.

В графической части приводятся:

- планировки и разрезы помещений,
- фасады зданий;
- решения по ограждению территории или отдельных объектов.

Выполнение требований технических регламентов обеспечивается разработкой подробных опросных листов на поставку зданий.

Учитываются требования СП 89.13330.2016 «Котельные установки» и СП 90.13330.2012 «Электростанции тепловые»

ВВП Инжиниринг

Конструктивные решения. Конструкции железобетонные энергоцентра



Сбор нагрузок по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».

Расчеты оснований фундаментов по СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений»:

- по несущей способности (1-я группа предельных состояний – 1ПС);
- по деформациям (2-я группа предельных состояний – 2ПС).

Сложные грунтовые условия: карстоопасность, просадочность, органические грунты, насыпные грунты, пучинистые грунты.

Выполнение требований технических регламентов обеспечивается разработкой подробных опросных листов на поставку зданий (архитектурно-строительная часть).

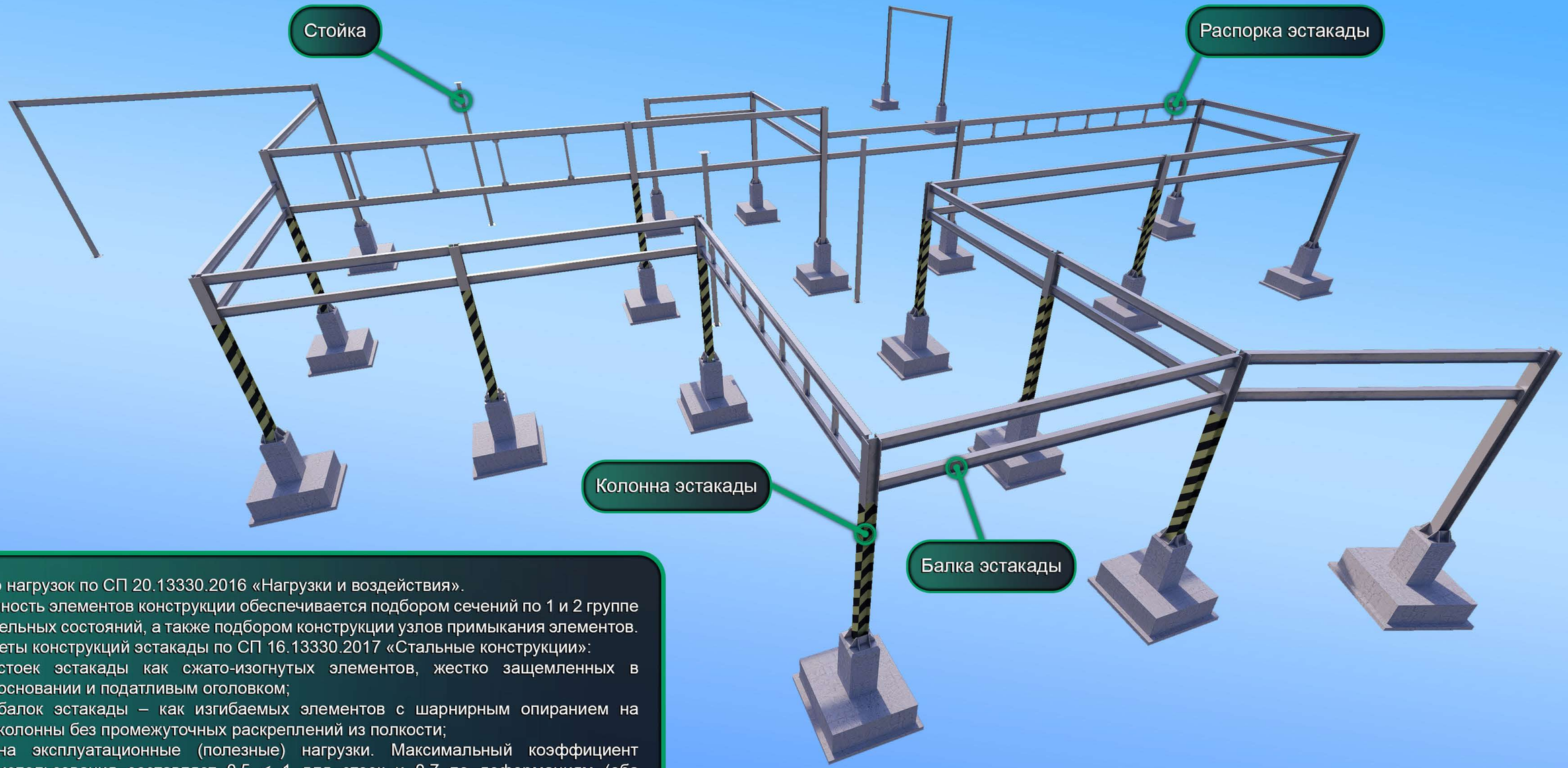
В качестве фундаментов блочных зданий энергоцентра используются плитные отдельно стоящие мелкозаглубленные фундаменты на искусственном основании.

В качестве фундаментов под стойки эстакады и молниеприемников используются отдельно стоящие столбчатые фундаменты.

Учтены закладные изделия и крепления в фундаментах для фермовых опорных конструкций дымовых труб, молниеприемников, колонн комбинированной эстакады

ВВП Инжиниринг

Конструктивные решения. Конструкции металлические энергоцентра



Сбор нагрузок по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия».
Прочность элементов конструкции обеспечивается подбором сечений по 1 и 2 группе предельных состояний, а также подбором конструкции узлов примыкания элементов.
Расчеты конструкций эстакады по СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции»:

- стоек эстакады как сжато-изогнутых элементов, жестко защемленных в основании и податливым оголовком;
- балок эстакады – как изгибаемых элементов с шарнирным опиранием на колонны без промежуточных раскреплений из полкости;
- на эксплуатационные (полезные) нагрузки. Максимальный коэффициент использования составляет 0,5 < 1 для стоек и 0,7 по деформациям (оба достигаются в состоянии 2 группы предельных состояний – в расчете по деформациям и предельным отклонениям).

Выполнение требований технических регламентов обеспечивается разработкой подробных опросных листов на поставку зданий (архитектурно-строительная часть)

ВВП Инжиниринг

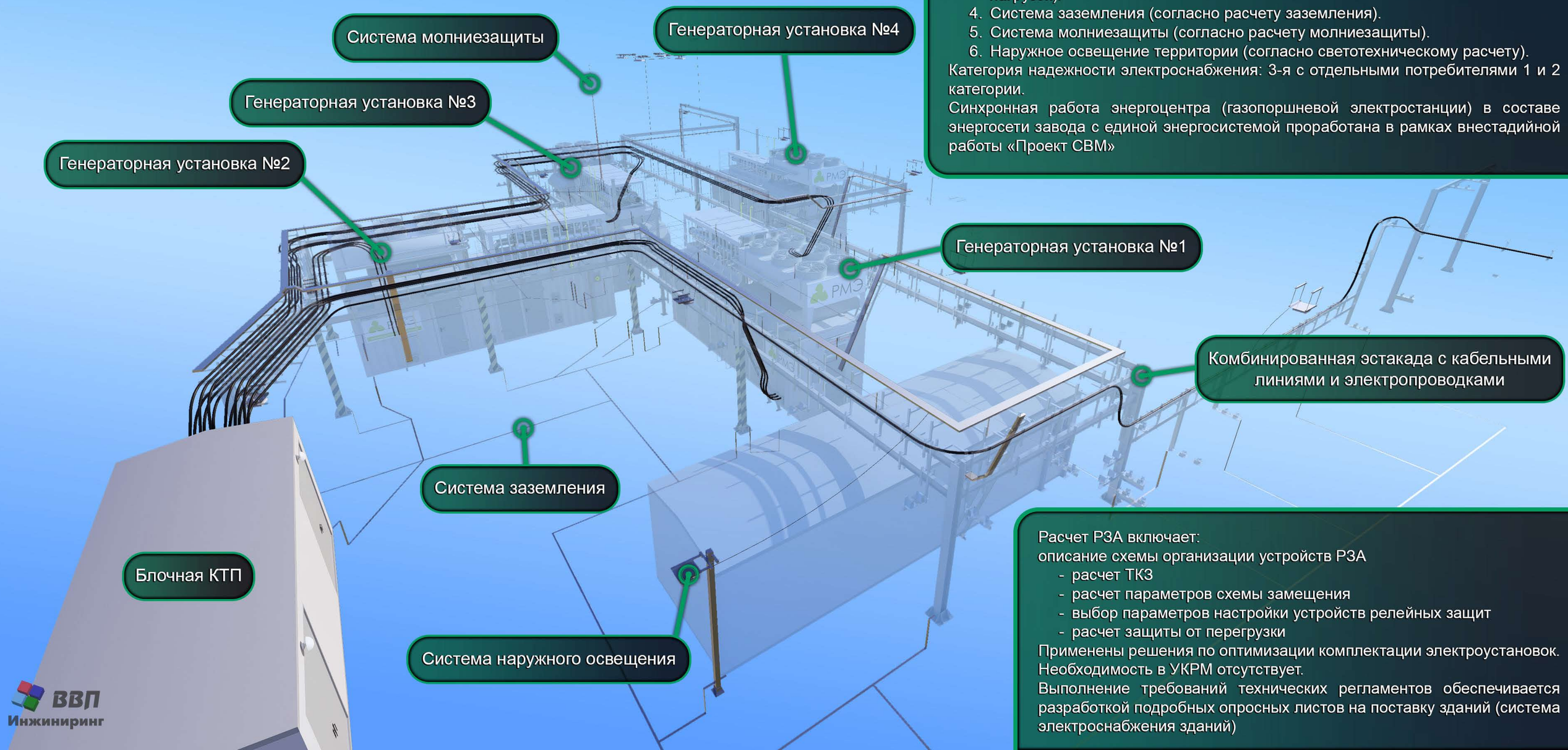
Система электроснабжения энергоцентра

Основные подсистемы ЭС энергоцентра:

1. Генерация электроэнергии – четыре газопоршневых установки с кабельными линиям до БКТП (Рмакс = 1,5 МВт, Рген.уст. = 2,0 МВт, Uген = 0,4 кВ).
2. Выдача электрической мощности (1,5 МВт, 6,3 кВ) – БКТП с сухим трансформатором 2,5 МВА и кабельной линией 6кВ до ТП завода.
3. Обеспечение питания собственных нужд энергоцентра (согласно расчету нагрузок).
4. Система заземления (согласно расчету заземления).
5. Система молниезащиты (согласно расчету молниезащиты).
6. Наружное освещение территории (согласно светотехническому расчету).

Категория надежности электроснабжения: 3-я с отдельными потребителями 1 и 2 категории.

Синхронная работа энергоцентра (газопоршневой электростанции) в составе энергосети завода с единой энергосистемой проработана в рамках внестадийной работы «Проект СВМ»



Расчет РЗА включает:
описание схемы организации устройств РЗА

- расчет ТКЗ
- расчет параметров схемы замещения
- выбор параметров настройки устройств релейных защит
- расчет защиты от перегрузки

Применены решения по оптимизации комплектации электроустановок. Необходимость в УКРМ отсутствует.

Выполнение требований технических регламентов обеспечивается разработкой подробных опросных листов на поставку зданий (система электроснабжения зданий)

ВВП Инжиниринг

Система водоснабжения энергоцентра

Предусмотрено производственное водоснабжение (В3) для следующих задач:
- заполнение и подпитка тепловой сети;
- мойка оборудования и фасадов зданий.

Хозяйственно-бытовое водоснабжение не требуется.
Пожаротушение наружное от существующих гидрантов согласно ТУ.
Точка подключения к централизованной системе водоснабжения располагается в существующем колодце на трубопроводе Д160 ПНД на глубине 2,2м.
Подключение к существующему водопроводу выполняется с помощью закладного нагревателя (ЗН) без остановки эксплуатации.
Диаметр подключаемого водопровода проверен по расходу, скорости и требуемому напору.
Водопровод В3:
- под землей – ПЭ-100 SDR11Дн32 (с проверкой на требования ГОСТ Р 70628.2-2023, СП399) с отводами электросварными (метод литья под давлением) и гидрофобной теплоизоляцией в зоне промерзания;
- надземная часть (в теплоизоляции по всей трассе) до НСПС на низкой бетонной опоре – полимер, далее – оцинкованная сталь с переходом на существующую технологическую эстакаду и проектируемую комбинированную эстакаду.

Шаг опор принят по СП73.13330.2016, проверен по РД 10-400-01



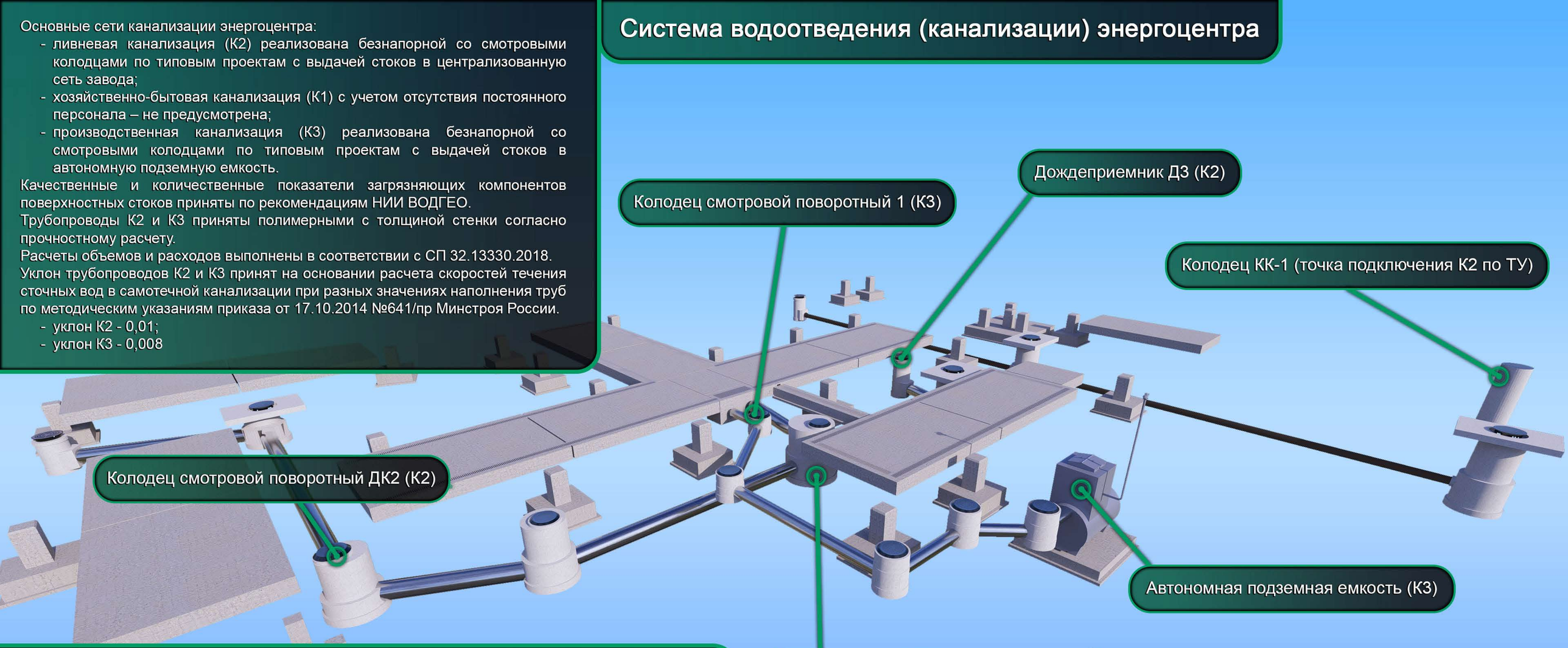
Выполнен анализ альтернативного сценария – надземного ПЭ-трубопровода. Альтернатива признана экономически нецелесообразной (с учетом увеличенного температурного удлинения, уменьшенного шага опор и необходимости комплекса подвижных и неподвижных опор).
Подготовка воды под требования тепловых сетей (СП 124.13330.2012) выполняется на установке ХВП, расположенной в БИТП.
Минимальный уклон трубопровода принят 0,2% в сторону колодца ВК1. Отсутствие постоянного расхода воды в трубопроводе В3 требует слива системы перед периодом отрицательных температур. Слив системы выполняется из колодца с помощью насоса в ливневую канализацию. Организация теплового спутника (электронагревательного кабеля, трубопровода) нецелесообразна.
Выполнение требований технических регламентов обеспечивается разработкой подробных опросных листов на поставку зданий (система водоснабжения зданий)

ВВП Инжиниринг

Система водоотведения (канализации) энергоцентра

Основные сети канализации энергоцентра:
- ливневая канализация (К2) реализована безнапорной со смотровыми колодцами по типовым проектам с выдачей стоков в централизованную сеть завода;
- хозяйственно-бытовая канализация (К1) с учетом отсутствия постоянного персонала – не предусмотрена;
- производственная канализация (К3) реализована безнапорной со смотровыми колодцами по типовым проектам с выдачей стоков в автономную подземную емкость.

Качественные и количественные показатели загрязняющих компонентов поверхностных стоков приняты по рекомендациям НИИ ВОДГЕО.
Трубопроводы К2 и К3 приняты полимерными с толщиной стенки согласно прочностному расчету.
Расчеты объемов и расходов выполнены в соответствии с СП 32.13330.2018.
Уклон трубопроводов К2 и К3 принят на основании расчета скоростей течения сточных вод в самотечной канализации при разных значениях наполнения труб по методическим указаниям приказа от 17.10.2014 №641/пр Минстроя России.
- уклон К2 - 0,01;
- уклон К3 - 0,008



В местах, где глубина заложения трубопроводов К2 и К3 выше отметки глубины проникания в грунт нулевой температуры (1,3м), трубопроводы защищены сертифицированными строительными гидрофобными теплоизоляционными материалами.
На отдельных участках трубопроводов К2 и К3 предусмотрены футляры как компенсационные мероприятия, в местах, где глубина верха трубы менее 0,7м, а также, где расстояния по горизонтали (в свету) до зданий и сооружений, а также до соседних подземных сетей инженерно-технических коммуникаций, менее указанных в п.6.10 СП18.
Антикоррозийная защита футляров выполнена комбинированной (использование как труб с ВУС изоляцией заводского изготовления, так и протекторной защиты в зависимости от участка).
В соответствии с требованиями разделов 6.3-6.4 СП32 предусмотрены колодцы сборные железобетонные в соответствии с требованиями нормативных документов

ВВП Инжиниринг

Отопление и вентиляция. Тепловые сети энергоцентра

Энергоцентр является дополнительным источником тепловой энергии для завода. Внешние потребители являются потребителями 3-й категории (п.108.1 Постановления Правительства РФ от 08.08.2012 №808).
Категория энергоцентра по надежности отпуска тепловой энергии (п.4.9 СП 89.1330.2016) – вторая.
Подключение к общим сетям завода производится по независимой схеме через пластинчатые теплообменники.
Уклон трубопроводов тепловых сетей выполнен в размере 0,002 (2мм на 1 метр) в сторону, определяемую с учетом архитектуры конкретного трубопровода, в соответствии с требованиями п.9.6 СП124 за счет изменения высоты полок, по которым прокладываются трубопроводы.м



Трубопроводы выполнены из стальных бесшовных горячедеформированных труб из стали 09Г2С с толщиной стенки согласно расчету (для прочности трубопровода и нужного размера пролета с учетом запаса на коррозию).
Тепловые сети прокладываются надземно по высоким и низким отдельно стоящим опорам.
Теплоизоляция трубопроводов тепловых сетей выполняется цилиндрами из минеральной ваты. Толщина определена в соответствии с нормами СП 61.13330.2012.
Предусмотрены штуцеры с запорной арматурой для спуска воды и выпуска воздуха (диаметры и расположение согласно расчетам и требованиям НТД).
Отопление всех зданий в базовом режиме выполняется за счет тепловыделений. Дефицит тепла в рабочем режиме и во время простоя закрывается за счет электрообогревателей.
Выполнение требований технических регламентов обеспечивается разработкой подробных опросных листов на поставку зданий (системы отопления и вентиляции зданий).

ВВП Инжиниринг

Подраздел «Сети связи» энергоцентра



Основные подсистемы СС энергоцентра:

- обмен данными между шкафом управления газопоршневой электростанции (ШУ ГПЭС), шкафом сбора данных (ШСД) и зданиями, оборудованием энергоцентра;
- обмен данными между ШУ ГПЭС и внешними электроустановками;
- обмен данными между ШУ ГПЭС и диспетчерской энергоцентра;
- система охранного телевидения (СОТ).

Связи внутри энергоцентра выполнены витой парой типа S/UTP и STP.

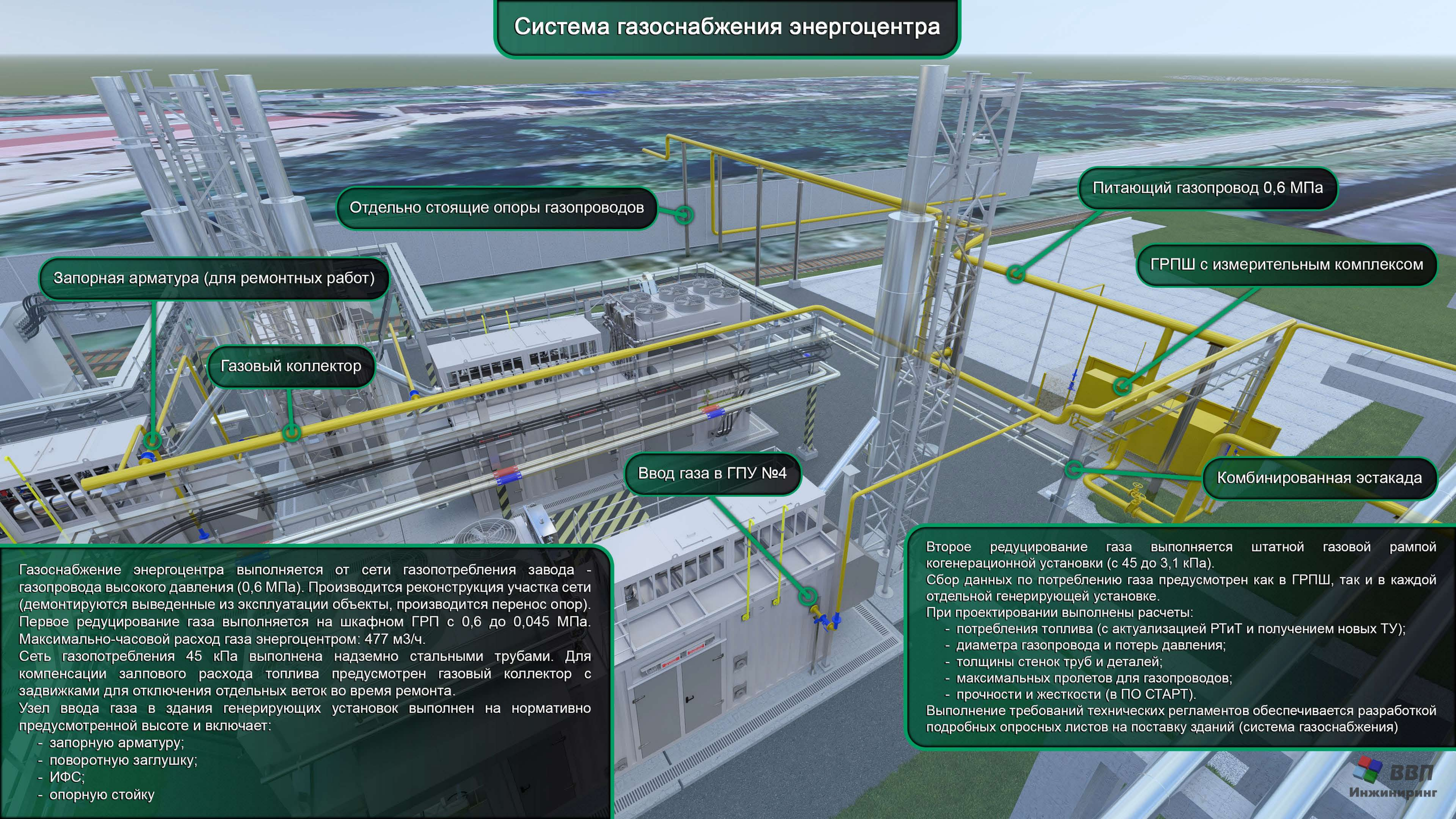
Связь энергоцентра с электроустановками завода и диспетчерской выполнена ВОЛС (~6 км).

Размещение видеокамер выполнено с учетом точек размещения и углов атаки светильников (равномерное освещение наблюдаемых зон, недопущение засветов).

Выполнение требований технических регламентов обеспечивается разработкой подробных опросных листов на поставку зданий (системы безопасности, вкл. контроль загазованности). В ОК приводятся указания по размещению в зданиях дополнительного оборудования, кабеленесущих систем и прочие требования

ВВП Инжиниринг

Система газоснабжения энергоцентра



Газоснабжение энергоцентра выполняется от сети газопотребления завода - газопровода высокого давления (0,6 МПа). Производится реконструкция участка сети (демонтируются выведенные из эксплуатации объекты, производится перенос опор).
Первое редуцирование газа выполняется на шкафном ГРП с 0,6 до 0,045 МПа.
Максимально-часовой расход газа энергоцентром: 477 м3/ч.
Сеть газопотребления 45 кПа выполнена надземно стальными трубами. Для компенсации залпового расхода топлива предусмотрен газовый коллектор с задвижками для отключения отдельных веток во время ремонта.
Узел ввода газа в здания генерирующих установок выполнен на нормативно предусмотренной высоте и включает:

- запорную арматуру;
- поворотную заглушку;
- ИФС;
- опорную стойку

Второе редуцирование газа выполняется штатной газовой рампой когенерационной установки (с 45 до 3,1 кПа).
Сбор данных по потреблению газа предусмотрен как в ГРПШ, так и в каждой отдельной генерирующей установке.
При проектировании выполнены расчеты:

- потребления топлива (с актуализацией РТиТ и получением новых ТУ);
- диаметра газопровода и потерь давления;
- толщины стенок труб и деталей;
- максимальных пролетов для газопроводов;
- прочности и жесткости (в ПО СТАРТ).

Выполнение требований технических регламентов обеспечивается разработкой подробных опросных листов на поставку зданий (система газоснабжения)

ВВП Инжиниринг

Автоматизация комплексная энергоцентра



Энергоцентр проектируется для работы в режиме «24/7 без постоянного присутствия персонала», что определяет высокие требования к автоматизации.

Объекты автоматизации:

1. Здания (КГУ №1-3, ГПУ №4, БИТП, БКТП).
2. Вспомогательные системы, установки и оборудование (ГРПШ, РСАП, наружное освещение).

Особенности проекта в части автоматизации:

- использование блочных зданий и установок, которые требуется увязать в единую систему;
- сложная архитектура сети электроснабжения завода, требующая шкафа управления ГПЭС индивидуальной разработки;
- удаленная диспетчерская и SCADA, разработанная под конкретное оборудование (видеокадры учитывают место расположения конкретных агрегатов и КИПиА);
- интернет-приложение для руководителей и административного персонала для контроля эффективности энергоцентра как инвестиционного проекта (показатели «план/факт», таблицы и графики выработанных энергоресурсов, простоев, затраченных ресурсов).

Выполнение требований к автоматизации поставляемого оборудования (противоаварийные защиты, АСУ ТП), а также к документации на системы автоматизации, обеспечивается разработкой подробных опросных листов на поставку зданий

ВВП Инжиниринг

Технологические решения энергоцентра

Назначение энергоцентра – выработка энергоресурсов:
- электрической энергии (средняя загрузка ЭЦ – 1,21 МВт при среднем потреблении завода – 4,72 МВт, годовое потребление 8,99 млн кВт*ч от ЭЦ при общем потреблении 41,39 млн кВт*ч);
- тепловой энергии (годовое потребление от ЭЦ – 9,50 млн кВт*ч).

Режим работы электростанции: параллельно с энергосистемой через сети завода без выдачи мощности за пределы заводских электросетей. Круглосуточно, круглогодично.

Требования к организации производства на этапе строительства:
- четкое воплощение проектных решений, контроль неизменности параметров оборудования и технологических установок;
- оптимизация затрат на строительно-монтажные работы и закупку материалов проведением конкурсных процедур;
- оптимизация затрат на вывоз мусора подбором оптимального соотношения удаленности полигона и тарифа на утилизацию;
- контроль строительства, в с.ч. с применением инновационного метода – фиксации состояния объекта в фотопанорамах со сравнением с 3D-моделью объекта (пример - https://a-maps.ru/pano-combined);
- пусковая и режимная наладка оборудования с выходом на проектные показатели мощности и КПД генерирующего оборудования

Требования к организации производства на этапе эксплуатации:
- максимизация рабочей мощности генерирующего оборудования (в данном режиме обеспечивается наивысший КПДэл, уменьшаются удельные затраты на ТОиР). Механизм реализации: диспетчерский контроль с анализом архивов SCADA, устранение технических проблем с привлечением производителя оборудования;
- контроль нагрузки субабонентов для недопущения режимов «бесплатного» перетока электроэнергии энергоцентра к субабонентам. Механизм реализации: автоматический с помощью АСУ ТП ГПЭС, ручной с контролем через SCADA (при работе в электросети потребителя со схемой, отличной от исходных данных);
- максимальная наработка ГПУ в год:
  - минимизация внештатных остановов – системный подход к выполнению требований к эксплуатации заводов-изготовителей оборудования, оперативный разбор причин аварий и инцидентов, наличие запасных узлов и агрегатов, вкл. подменный двигатель (по договоренности с производителем двигателей);
  - повышение скорости штатных ТОиР. Ключевой механизм – применение подменного двигателя (для этого в проекте предусмотрено 6-метровое пространство для подъезда автопогрузчика, данное условие учтено в схеме размещения стоек комбинированной эстакады). Дождеприемные решетки предполагают проезда погрузчика;
  - увеличение межсервисных интервалов применением расходных элементов и запчастей с увеличенным ресурсов. Внедрение предиктивной аналитики (после накопления архивных данных в SCADA);
- контроль времени работы ГПЭС для максимального использования мощности в часы пика региона (часы, используемые в формуле расчета стоимости мощности с оптового рынка);
- максимизация использования выработанной тепловой мощности. Для этого предусмотрен отдельный теплообменник, позволяющий выдавать тепло в летнее время в систему подпитки завода. Вариативный анализ был выполнен на этапе предпроектной проработки;
- разработка Интернет-приложения для расширенной аналитики. Натуральные показатели выдавать из SCADA с соблюдением норм кибербезопасности. Ценовые показатели вносить вручную. Контролировать достижение плановых финансовых показателей;
- разработка удобной эксплуатационной документации (вкл. журналы обхода) с оперативной цифровизацией результатов обхода (перевод в электронный вид с удобным архивом);
- доступ к прочистке дымовой трубы и штуцеру для подключения газоанализатора. Удобный доступ к элементам, нуждающимся в контроле (например, по лестнице на фермах дымовых труб);
- обучение персонала, в т.ч. с применением электронных инструментов и 3D-моделей. Пример - https://e-plant.ru. Продвинутый вариант – интерактивная аттестация (https://vvp-a.ru).

Выполнение технологических требований к зданиям и оборудованию обеспечивается разработкой технических заданий на поставку

ВВП Инжиниринг

Проекты организации строительства и демонтажа

Раздел «Проект организации строительства №1» (ПОС1)
Раздел «Проект организации строительства №2» (ПОС2)
Раздел «Проект организации демонтажа» (ПОД)

Строительство предполагается в три шага:

- демонтаж объектов, выведенных из эксплуатации;
- строительство, этап №1;
- строительство, этап №2.

ПОД выполнен как внестадийная работа для выполнения демонтажных работ до получения разрешения на строительство (в рамках ПП РФ №509 от 26.04.2019), то есть для ускорения процесса строительства.

ПОС1 включает объемы:

- реконструкции участка сети газопотребления завода (газопровод 0,6 МПа);
- строительство энергоцентра (кроме ГПУ №4);
- организацию твердого покрытия за пределами площадки энергоцентра для строительных нужд.

ПОС2 включает объемы:

- строительство ГПУ №4 и соответствующих участков инфраструктуры



Реконструкция участка сети газопотребления завода

- Демонтируемые объекты в разделе ПОД
- Демонтируемые объекты в разделе ПОС1
- Участки без изменений
- Проектируемые конструкции и сети

В проектах организации строительства:

1. Описаны особенности работ в условиях действующего предприятия с учетом стесненности.
2. Обоснована схема, технологическая последовательность и сроки строительства.
3. Дан перечень видов СМР и конструкций, подлежащих освидетельствованию.
4. Обоснованы потребности в кадрах, машинах и механизмах, энергоресурсах, временных зданиях.
5. Обоснованы размеры и оснащение складских площадок.
6. Представлены предложения по контролю качества работ и материалов, организации службы геодезического и лабораторного контроля.
7. Даны решения по обеспечению требований охраны труда, охраны окружающей среды, охраны объекта на этапе строительства.
8. Решения по объектам и методам сноса, вывозу и утилизации отходов.
9. Представлены мероприятия по мониторингу состояния прилегающих ЗиС.

Программа геотехнического мониторинга разрабатывается на этапе ППР с учетом требований раздела 12 СП 22.13330.2016, а также СП 305.1325800.2017 на период строительства и эксплуатации объекта

ВВП Инжиниринг

Мероприятия по охране окружающей среды энергоцентра

Анализируется уровень воздействия проектируемого энергоцентра на окружающую среду и обосновываются компенсационные мероприятия по следующим направлениям:

- загрязнение атмосферного воздуха;
- воздействие на поверхностные и подземные воды;
- воздействие на земельные ресурсы;
- воздействие на растительный покров и животный мир;
- акустическое (шумовое) загрязнение;
- воздействие через вибрацию;
- воздействие через электромагнитное излучение;
- воздействие при обращении отходов



Для снижения уровня шума от генерирующих установок предусматривается:

- специальное исполнение контейнера, оборудования;
- устройство дополнительного шумоглушителя -30 дБ(А).

Для защиты земли и вод от аварийных проливов нефтепродуктов предусмотрена отдельная система сбора, хранения и передачи на утилизацию загрязненных стоков.

Обоснована программа производственного экологического контроля (ПЭК).

Выполнен расчет затрат на реализацию природоохранных мероприятий и компенсационных выплат

ВВП Инжиниринг

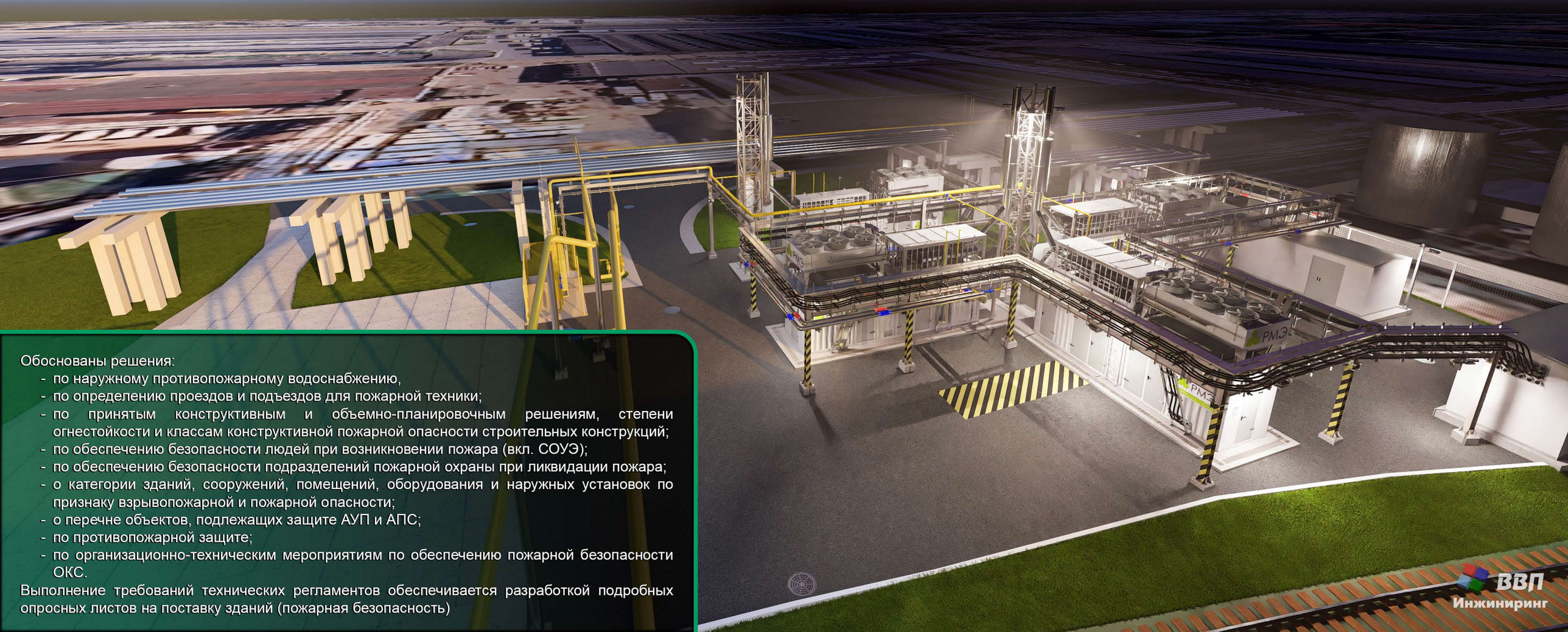
Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности энергоцентра

В рамках раздела ПБ производится идентификация объектов защиты, обоснование системы предотвращения пожара, системы противопожарной защиты, комплекса организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.
При проектировании системы предотвращения пожара учитываются способы:

- исключения условий образования горючей среды;
- исключения условий образования источников зажигания в горючей среде.

При проектировании системы противопожарной защиты учитываются способы:
защиты людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара.
При обосновании противопожарных расстояний учитывались:

- требования раздела 6 СП 4.13130.2013 (вкл. особенности п.6.1.3 для зданий класса Ф5);
- требования СП 62.13330.2011 для ГРПШ;
- внешний склад дизельного топлива (СП 4.13130.2013, СП 155.13130.2014, раздел 7.3 ПУЭ)



Обоснованы решения:

- по наружному противопожарному водоснабжению,
- по определению проездов и подъездов для пожарной техники;
- по принятым конструктивным и объемно-планировочным решениям, степени огнестойкости и классам конструктивной пожарной опасности строительных конструкций;
- по обеспечению безопасности людей при возникновении пожара (вкл. СОУЭ);
- по обеспечению безопасности подразделений пожарной охраны при ликвидации пожара;
- о категории зданий, сооружений, помещений, оборудования и наружных установок по признаку взрывопожарной и пожарной опасности;
- о перечне объектов, подлежащих защите АУП и АПС;
- по противопожарной защите;
- по организационно-техническим мероприятиям по обеспечению пожарной безопасности ОКС.

Выполнение требований технических регламентов обеспечивается разработкой подробных опросных листов на поставку зданий (пожарная безопасность)

ВВП Инжиниринг

Требования к обеспечению безопасной эксплуатации объектов капитального строительства энергоцентра

В рамках раздела ТБЭ:

- сформулированы требования к безопасности технического обслуживания зданий, сооружений и оборудования (подменный двигатель, электрооборудование, сети ВК, тепловые сети, системы ОВК, системы газоснабжения, средства автоматизации и АСУ ТП);
- обоснована минимальной периодичности осуществления проверок, осмотров и освидетельствований состояния объектов;
- дана информация о значениях эксплуатационных нагрузок;
- описаны организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности;
- представлены сведения о сроках эксплуатации здания, строения и сооружения или их частей, о нормативной периодичности выполнения работ по капитальному ремонту объекта капитального строительства;
- обоснованы меры безопасности при эксплуатации подъемно-транспортного оборудования;
- описаны решения по предотвращению несанкционированного доступа на объект физических лиц, транспортных средств и грузов, диких животных

Ключевой особенностью эксплуатации рассматриваемого энергоцентра является использование концепции «подменного двигателя» - выполнение на объекте манипуляций с ранее отремонтированной на заводе техникой. Условием реализации концепта является обеспечение условий для выполнения демонтажа, в частности, 6-метровая зона для движения погрузчика перед технологическими воротами.

Следует отметить, что при отсутствии подменного двигателя необходимы еще более сложные мероприятия по организации ремонтной базы непосредственно на объекте

ВВП Инжиниринг

Перечень мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера территории энергоцентра



В рамках раздела ГОЧС в части гражданской обороны:

- эксплуатирующая организация идентифицирована в части категории по гражданской обороне;
- указаны сведения о размещении проектируемого объекта относительно организаций, важных в разрезе гражданской обороны;
- дана картина по расположению объекта в зонах возможных опасностей и инженерно-технические мероприятия по снижению соответствующих последствий (СП 165.1325800.2014);
- предложены мероприятия по маскировке, в первую очередь – световой маскировке;
- решены прочие задачи согласно ГОСТ Р 22.2.13-2023

Раздел ГОЧС выполнен на основании исходных данных (технических условий), полученных от местного органа ГОЧС.
Световая маскировка обеспечивается управлением наружным освещением с режимом частичного или полного затемнения. Предусмотрена возможность дистанционного и местного управления как отдельными группами светильников, так и сплошное уменьшение освещенности режимом диммирования

В рамках раздела ГОЧС в части защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера:

- произведена идентификация проектируемого энергоцентра, в т.ч. как опасного производственного объекта;
- сформирован перечень чрезвычайных ситуаций техногенного характера;
- представлены сведения о влияющих объектах и природно-климатических условиях в районе строительства;
- выполнены расчеты возможных аварийных ситуаций на объекте:
  - о истечение газа,
  - о факельное горение струи газа,
  - о взрыв ГВС,
  - о пожар-вспышка;
- выполнены расчеты возможных аварийных ситуаций за пределами объекта:
  - о пожар пролива при аварии на транспорте (СУГ, ЛВЖ),
  - о огненный шар при аварии на транспорте (СУГ, ЛВЖ),
  - о взрыв при аварии на транспорте (СУГ, ЛВЖ),
  - о химическое заражение при аварии на транспорте (АХОВ – хлор, аммиак);
- выполнен расчет численности физических лиц, которые могут оказаться в зоне возможных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (вкл. санитарные и безвозвратные потери);
- решены прочие задачи согласно ГОСТ Р 22.2.13-2023

ВВП Инжиниринг

Когенерационные установки российского производства



В контейнере размещаются технологические системы:

- система генерации электроэнергии;
- система выдачи тепла и охлаждения высокотемпературного контура;
- система охлаждения газовоздушной смеси;
- система отработанных газов;
- система газоснабжения;
- система вентиляции;
- система маслоснабжения;
- система запуска.

И необходимые системы жизнеобеспечения: отопления, пожарной безопасности, освещения, контроля загазованности и т.п.
Часть оборудования размещается на кровле здания

Когенерационная установка контейнерного исполнения. Идентифицируется как «здание мобильное по ГОСТ Р 58760-2024». Тип мобильности «Контейнерное перевозимое здание (не имеющее собственной ходовой части)».
Контейнер когенерационной установки (30 футов ~ 9 метров) специального исполнения

ВВП Инжиниринг

Колодцы канализации по типовым проектам с индивидуальной доработкой



При организации системы канализации требовалось решить «клубок» взаимно противоречивых задач:

- малый запас допустимого перепада по трассе самотечной канализации (высота точки подключения по ТУ);
- длинная трасса канализации К2 (в ТУ предложена только одна точка подключения к централизованной сети);
- стесненность условий (трасса с выдерживанием нормативных расстояний, большое количество смотровых колодцев из-за поворотов трассы, использование компенсационных мероприятий, вкл. футляры);
- учет движения по территории энергоцентра техники, в т.ч. тяжелой (специальные исполнения горловин колодцев, футляры трубопроводов по расчету прочности);
- минимизация капитальных затрат при сохранении надежности и удобства эксплуатации

Решение – организация сборных колодцев из ж/б элементов по ТП 902-09-46.88 / ТП 902-09-22.84 с незначительной индивидуальной доработкой колодцев для минимизации потерь высоты отводящим трубопроводом. Использование люков с корпусом плавающего типа (ОУЭ-СМ-600/200) в зонах с возможным движением тяжелой техники, люки и дождеприемные решетки в прочих зонах согласно ТП. Узлы по ТП, СК 6114-92, СК 2201-88-28

ВВП Инжиниринг

Узлы ввода коммуникаций в здания энергоцентра



При проектировании насыщенных инженерных сетей в стесненных условиях необходимо решать многофакторные задачи:

1. Взаимного размещения коммуникаций с выполнением нормативных требований по взаимному расположению сетей при параллельной прокладке и пересечениях.
2. Организации спусков и узлов ввода в здания и к оборудованию с учетом требований заводов-изготовителей.
3. Удобства будущей эксплуатации энергоцентра

ВВП Инжиниринг

Система отвода отработанных газов и дымовая труба



Дымовая труба КГУ №1-3 проектировалась с учетом:

1. Минимизации капитальных затрат (единая ферма для трех КГУ, применение сендвич-газоходов, минимизация высоты трубы).
2. Размещения дополнительных шумоглушителей.
3. Минимизация длины газоходов (отказ от взрывного клапана за счет отсутствия горизонтальных участков).
4. Удобство эксплуатации (обслуживание трубы, анализ состава дымовых газов, лестница для доступа).
5. Размещения элементов вспомогательных систем (молниеприемник, светильники, видеокамеры)

ВВП Инжиниринг

Комбинированная эстакада энергоцентра (ГПЭС)



Комбинированная эстакада обеспечивает совместную надземную прокладку инженерных сетей:

1. Самым бюджетным способом (с учетом стесненности и карстоопасности).
2. Удобно для эксплуатации (обновление, ремонт, замена).
3. Безопасно (выполняются требования НТД, в т.ч. по пожарной безопасности).
4. С учетом размещения дополнительного оборудования – светильников и видеокамер.

Раскладка коммуникаций выполнена в соответствии с ПУЭ, СП4.13130.2013, СП 124.13330.2012, СП 42.13330.2016, СП 62.13330.2011, СП 18.13330.2019

ВВП Инжиниринг

Система отвода аварийных проливов когенерационных установок



Технологический приямок (КЖ)

Фундаменты с встроенным лотком (КЖ)

Крышки лотков - решетчатый настил (КЖ)

Емкость аварийных проливов (ТХ)

Сеть безнапорной канализации К3 (ВК)

Система отвода аварийных проливов обеспечивает сбор и хранение загрязненных нефтепродуктами стоков от когенерационных установок. В условиях карстовой опасности цена ошибки при защите грунтов от агрессивных жидкостей вырастает на порядки.

Алгоритм работы системы:

а) При аварии на КГУ (в помещениях или на крышном оборудовании) жидкость в виде масла или раствора этиленгликоля попадает в бетонный лоток, встроенный в фундаменты по периметру зданий.

б) Организованным уклоном по лоткам жидкость направляется в приямок, откуда распределяется или в автономную емкость сбора загрязненных стоков, или в ливневую канализацию.

в) Из подземной емкости (заполнение резервуара контролируется датчиками уровня) откачивается и вывозится ассенизаторской машиной.

Лоток и приямок покрываются решетчатым настилом (края приямка усиливаются стальным уголком) для удобства перемещения людей и техники.

Связь приямка и подземной емкости выполнена канализацией К3 (подземная безнапорная) с комплектом сборных ж/б смотровых колодцев.

Подземный двустенный резервуар выполнен с необходимой инженерной обвязкой (люк-лаз, контроль герметичности, линии замера, обесшламливания, опорожнения и деаэрации с огнепреградителем)

ВВП Инжиниринг

Канализация электроэнергии газопоршневой электростанции

Кабельные линии 0,4 кВ выдачи мощности ГПУ (кабель АПВБбШвнг(А)-LS)

Алюминий как материал, имеющий значительно меньшую удельную стоимость по допустимому току, чем медь.

Изоляция из сшитого полиэтилена позволяет выполнить требования по допустимому току без увеличения сечения жилы (для ПВХ-пластиката).

Броня необходима для противопожарной защиты при прокладке на комбинированных эстакадах.

Защитный покров в виде выпрессованного шланга для дополнительной защиты кабеля.

Нераспространение горения и малодымность нужны для прокладки кабелей внутри помещений

Полки эстакады с кабельными креплениями

Кабельные лотки для электропроводок и контрольных кабелей

Кабельная линия 6 кВ выдачи мощности ГПЭС

Передача электроэнергии выполнена кабельными линиями 0,4 и 6 кВ и электропроводками по надземной комбинированной эстакаде.

Раскладка кабельных линий и электропроводок выполнена в соответствии с требованиями раздела 2 ПУЭ.

Учтены допустимые радиусы изгиба кабелей.

Кабели выбраны по допустимой токовой нагрузке с последующей проверкой на потерю напряжения и на отключение защитным аппаратом тока КЗ в наиболее удаленной точке сети

ВВП Инжиниринг

ООО «Когенерация.Ру»
ООО «ВВП Инжиниринг»

Проектирование и строительство мини-ТЭЦ (ГПЭС, ГТЭС)

Наши сайты:

https://vvp-e.ru	Корпоративный сайт
https://cogeneration.ru	Интернет-портал о когенерации, малой энергетике и строительстве тепловых электростанций
https://e-plant.ru	Цифровая мини-ТЭЦ - каталог 3D-моделей инженерных систем
https://a-maps.ru	Панорамы 360 для строительства и эксплуатации мини-ТЭЦ (ГПЭС, ГТЭС, ДЭС)

ВВП Инжиниринг

+7 (495) 649-67-96
info@vvp-e.ru
143002, Московская область, Одинцово,
Акуловская улица, 2А