

Общество с ограниченной ответственностью  
КОРПОРАТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ  
(КЭЛС-ЦЕНТР)



**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
«ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОРТИРЕ» («ОРТИРЕ»)**

**ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК**

---

2024 год

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Введение.....	3
2	Назначение ПО .....	3
3	Функции ПО .....	3
4	Архитектура ПО .....	5
5	Совместимость ПО.....	5

## 1 Введение

Документ содержит описание функциональных характеристик программного обеспечения (ПО) «Программный комплекс OptiPipe».

## 2 Назначение ПО

ПО обеспечивает взаимодействие платформы pSeven с расчётной моделью программы dPIPE 5 для проведения автоматизированных многовариантных расчётов с целью подбора параметров опорно-подвесной системы (ОПС) трубопровода, удовлетворяющих нормативным требованиям и заданным ограничениям.

ПО может применяться при проектировании трубопроводных систем тепловых и атомных электростанций.

Задачами ПО являются:

- оптимизация проектных решений в части подбора конфигураций ОПС трубопроводов АЭС/ТЭС, включая снижение конечной стоимости ОПС посредством минимизации числа и подбора менее дорогостоящих опор;
- повышение производительности труда и снижение рутинной нагрузки на инженеров-расчетчиков посредством автоматизации процесса подбора конфигурации ОПС в соответствии с нормативами и заданными ограничениями;
- сокращение общего времени на проектирование трубопроводов за счет быстрого перебора большого числа вариантов потенциальных конфигураций опор.

## 3 Функции ПО

ПО предоставляет возможности по изменению исходной конфигурации ОПС расчётной модели (положение, тип, параметры опор), а также оценку условий прочности элементов трубопровода (опоры, патрубки, компенсаторы) в соответствии с нормативами.

В части варьирования конфигурации ОПС расчётной модели обеспечивается:

- изменение расположения опор в рамках прямолинейного участка трубопровода;
- изменение типа опор на допустимые варианты библиотеки типов dPIPE 5;
- изменение параметров опор: направление действия, жесткость;
- удаление любых опор (в том числе сдвоенных).

На основе анализа соответствующих расчетов dPIPE 5 автоматически рассчитываются интегральные оценки по прочности трубопроводной системы, в частности:

- оценка соблюдения условия прочности элементов трубопровода, рассчитанные по нормативам;
- оценка соблюдения условия прочности опор и патрубков арматуры, рассчитанные по нормативам;
- оценка соблюдения ограничений по максимальным перемещениям элементов системы (перемещения вдоль осей  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , а также повороты относительно них);
- оценка соблюдения ограничений по максимальным нагрузкам на опоры без меток (неспецифицированные) и патрубки оборудования ( $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ,  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ );
- оценка соблюдения ограничений по максимальным деформациям компенсаторов.

В качестве дополнительных целевых критериев оптимальности конфигураций ОПС трубопровода предоставляется возможность выбора:

- минимальной стоимости ОПС (оцениваемая в эквивалентных баллах, заданных пользователем для каждого типа опор);
- минимальных пиковых напряжений в элементах трубопровода (минимизация FS);
- максимального суммарного запаса прочности всего трубопровода;
- минимизации нагрузок на патрубки оборудования.

Для оценки прочности трубопроводов ПО взаимодействует с программой dPIPE 5 и учитывает расчеты на прочность в соответствии с нормами ПНАЭ Г-7-002-86, РД 10-249-98, ASME Class 2 и EN 13480-3. Проверка патрубков арматуры проводится в соответствии с нормами НП 068-05.

Для оценки прочности опор учитываются заданные в каталогах ограничения по нагрузкам для специфицированных опор. Также выполняется проверка нагрузок на неспецифицированные опоры и на патрубки оборудования в соответствии заданными пользователем ограничениями нагрузок.

## 4 Архитектура ПО

ПО представляет собой программный комплекс из набора модулей, реализованных по принципу микросервисов.

ПО включает в себя следующие компоненты:

- Фронтенд приложения (frontend) – сервис для взаимодействия с пользователем через веб-браузер;
- Бэкенд приложения (backend) – сервис для взаимодействия между компонентами ПО;
- База данных (db) – компонент для хранения конфигурации и служебных данных ПО;
- Брокер сообщений (redis) – сервис для обмена сообщениями между компонентами ПО;
- Расчетная схема (workflow) – исполняемая расчётная схема pSeven, отвечающая за корректировку модели и решение задачи оптимизации.
- pSeven Runner – сервис, устанавливаемый на узле с программой pSeven, ответственный за инициализацию и отслеживание выполнения экземпляра расчетной схемы pSeven;
- dPIPE Runner – сервис, устанавливаемый на узле с программой dPIPE 5, обрабатывающий запросы на выполнение расчетов в dPIPE 5;
- Рабочее пространство (Workspace) – файловое хранилище на узлах pSeven и dPIPE, содержащие рабочие файлы исполняемых расчетов.

Взаимодействие между компонентами ПО осуществляется посредством соответствующих REST API интерфейсов. Вызов исполнения внешнего программного обеспечения (pSeven, dPIPE) выполняется через интерфейс командной строки (Command Line Interface).

## 5 Совместимость ПО

ПО (версия 1.0) совместимо со следующими версиями смежного программного обеспечения:

- Прикладное ПО:

- pSeven (Ultimate/MDO/Runner) 2024.02 и выше;
- dPIPE 5.27 (постпроцессоры ПНАЭ/РД/ASME/EN 13480) и выше;
- Веб-браузеры:
  - Яндекс Браузер 23.0 и выше;
  - Microsoft Edge v.121.0 и выше;
  - Mozilla Firefox v.120 и выше;
  - Opera v.106 и выше;
  - Google Chrome v.120 и выше;
- СУБД:
  - PostgreSQL версии 15 и выше;