



Описание PRADIS

Laduga

июн. 23, 2026

Оглавление

1	1. Назначение и круг решаемых задач	1
1.1	1.1. Назначение системы PRADIS	1
1.2	1.2. Круг решаемых задач	2
1.3	1.3. Сквозной рабочий процесс в PRADIS	3
1.4	1.4. Препроцессор PRADIS: интерфейс и возможности	3
1.5	1.5. Отраслевая применимость	4

1. Назначение и круг решаемых задач

1.1 1.1. Назначение системы PRADIS

PRADIS (ПРАДИС) — это **интегрированная платформа сквозного инженерного моделирования и анализа**, предназначенная для поддержки процессов проектирования, виртуальных испытаний и научных исследований в области высокотехнологичных изделий.

Основная миссия системы — обеспечить возможность создания, управления и выполнения сложных **многодисциплинарных вычислительных моделей** в единой информационной среде. Это позволяет перейти от изолированного анализа отдельных компонентов к комплексному моделированию всего изделия на всех этапах жизненного цикла.

Ожидаемые эффекты от внедрения:

- **Сокращение сроков проектирования** — автоматизация рутинных операций, повторного использования моделей, параллельных вычислений.
- **Снижение затрат** — замена натуральных испытаний высокоточными виртуальными аналогами (цифровыми двойниками).
- **Повышение качества** — исследование большего числа вариантов и анализ предельных режимов, опасных в реальных условиях.
- **Согласованность данных** — устранение ошибок при передаче информации между различными инженерными дисциплинами.

Целевые пользователи системы:

- Системные инженеры
- Специалисты по расчётам: прочности, динамики, теплофизики, аэродинамики
- Разработчики алгоритмов управления
- Руководители проектов и ответственные за проведение виртуальных испытаний

1.2 1.2. Круг решаемых задач

1.2.1 1.2.1. Область моделирования

- **Механика деформируемого твёрдого тела и прочность:**
 - Статический/динамический прочностной анализ
 - Линейный и нелинейный анализ
 - Модальный анализ
 - Устойчивость
 - Усталостная долговечность
- **Теплофизика и термомеханика:**
 - Стационарный/нестационарный тепловой анализ
 - Теплопроводность, конвекция, радиация
 - Сопряжённый теплообмен
 - Термоупругость
- **Гидрогазодинамика (CFD):**
 - Дозвуковые и сверхзвуковые течения
 - Внутренние и внешние задачи аэродинамики, расчёт характеристик
- **Динамика многомассовых систем:**
 - Кинематика и динамика механизмов
 - Управляемые движения
 - Исследование устойчивости движения
- **Системное моделирование:**
 - Алгоритмы управления, логика работы бортовых систем
 - Анализ надёжности и безопасности систем

1.2.2 1.2.2. Ключевая особенность: многодисциплинарное и сквозное моделирование

Главное преимущество PRADIS — возможность объединения моделей из разных физических областей в **единый вычислительный контур** для решения сопряжённых задач:

- **Аэроупругость:** взаимодействие аэродинамических нагрузок, упругих деформаций и динамики конструкции
- **Термопрочность:** влияние неравномерного нагрева на напряжённо-деформированное состояние
- **Gas-Thermal-Structural анализ:** совместный расчёт газодинамики, теплоотдачи и термических напряжений (для двигателей)

1.2.3 1.2.3. Уровни моделирования

PRADIS поддерживает анализ на всех иерархических уровнях:

1. **Компонентный уровень:** деталь, узел (лопатка турбины, шпангоут, элемент корпуса)
2. **Подсистемный уровень:** агрегат или система (топливная система, система управления двигателем, шасси)
3. **Системный уровень:** изделие в целом (самолёт, ракета-носитель, автомобиль)

1.3 1.3. Сквозной рабочий процесс в PRADIS

Создание расчётной модели не требует ручного написания кода и состоит из следующих этапов:

1. Графическое моделирование («Схемотехника»)

Пользователь перетаскивает компоненты из встроенных библиотек (гидравлика, пневматика, механика, электрика, автоматика) на рабочее поле и соединяет их через специальные точки — порты/потенциалы.

2. Автоматическая генерация уравнений

При соединении компонентов препроцессор автоматически «состыковывает» их математические описания в единую систему дифференциальных и алгебраических уравнений (ДАУ), избавляя инженера от ручного вывода формул.

3. Параметризация и задание условий

Определяются физические свойства материалов, геометрические и эксплуатационные характеристики, граничные условия, начальные состояния и внешние воздействия (ступенчатые, синусоидальные, произвольные зависимости).

4. Подготовка и валидация данных

Препроцессор генерирует входные файлы для решателя (Python-скрипты, PPL/PSL-файлы), проводит проверку корректности модели (отсутствие «висящих» узлов, типы данных) и оптимизирует структуру данных.

5. Расчёт и постобработка

Настраиваются параметры решения (метод интегрирования, шаг, критерии сходимости). После запуска расчёта автоматически открывается постпроцессор для анализа результатов и просмотра журналов выполнения (SYSPRINT.txt).

1.4 1.4. Препроцессор PRADIS: интерфейс и возможности

1.4.1 1.4.1. Назначение

Препроцессор — интерактивная графическая среда для формирования и подготовки расчётной модели. Его задача — преобразовать интуитивно понятное графическое представление системы в машиночитаемый формат для решателя.

1.4.2 1.4.2. Ключевые функции препроцессора

Функция	Описание
Геометрическое моделирование	Создание/редактирование геометрии, импорт из САПР, упрощение и адаптация модели под расчёт
Параметризация	Определение свойств материалов, задание постоянных и переменных параметров, характеристик элементов
Граничные условия	Задание условий на границах, начальных параметров, внешних воздействий и контактных взаимодействий
Подготовка данных	Формирование входных файлов, оптимизация структуры, проверка полноты и непротиворечивости
Визуализация	Графическое представление структуры, визуальная проверка корректности, интерактивное редактирование
Организация расчёта	Настройка методов решения, точности, критериев сходимости и последовательности этапов

1.4.3 1.4.3. Структура основного окна

- **Меню и панель инструментов** — доступ ко всем командам и быстрым действиям
- **Главное прикрепляемое окно** — вкладки «Проекты» (управление файлами) и «Компоненты» (библиотеки)
- **Панель компонентов** — перечень доступных библиотек моделей
- **Рабочая область** — поле для построения схем с разметкой для выравнивания элементов

1.5 1.5. Отраслевая применимость

- **Авиация и космонавтика:**
 - Моделирование систем управления полётом и автопилота
 - Гидравлические, пневматические, топливные системы
 - Прочность планера, шасси, анализ флаттера
 - Тепловые расчёты при входе в атмосферу
 - Динамика отделения ступеней и сброса нагрузки
- **Двигателестроение (авиационные, ракетные, промышленные):**
 - Газодинамический анализ проточной части
 - Прочностной и модальный анализ роторов и лопаток
 - Теплонапряжённое состояние камер сгорания и сопел
 - Анализ критических скоростей и балансировка
- **Автомобилестроение и транспорт:**
 - Тяговый расчёт, трансмиссия, подвеска
 - Задачи NVH, устойчивости и управляемости
 - Климатический и аэродинамический анализ
 - Термомеханика тормозов, краш-тесты

- Калибровка бортового ПО и электрический баланс
- **Общее машиностроение:**
 - Анализ нагрузок на несущие конструкции
 - Проектирование электро- и гидроприводов
 - Моделирование технологических машин
 - Виброизоляция, оптимизация массы деталей
 - Отладка ПО для станков с ЧПУ

PRADIS представляет собой универсальную среду, объединяющую подходы системной инженерии и технологию цифровых двойников.

Интуитивно понятный графический интерфейс, автоматизированное формирование математических моделей и поддержка многодисциплинарных сопряжённых задач делают платформу мощным инструментом для комплексного виртуального моделирования сложных технических систем на всех этапах их создания и эксплуатации.