

СЕССИЯ 5.
ОТ РАЗРОЗНЕННЫХ РАСЧЁТОВ
К ЦЕЛОСТНОЙ МОДЕЛИ ИЗДЕЛИЯ

T-FLEX SPDM: НОВОЕ РЕШЕНИЕ ЛИНЕЙКИ T-FLEX PLM ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РАСЧЁТАМИ

Сергей Димитрюк

Архитектор решений по направлению инженерного анализа, к.т.н.
компания «Топ Системы»

SPDM. Назначение

SPDM - Simulation Process and Data Management

Управление

- Единое хранилище расчётных моделей, исходных данных и результатов
- Подготовка и актуализация исходных данных на основе объектов T-FLEX PLM
- Трассировка результатов с объектами расчётов
- Управление процессами поручения и контроля выполнения расчётных задач
- Настройка маршрутов согласования и передачи данных между подразделениями
- Обеспечение безопасности и доступа
- Версионирование и история изменений

Автоматизация

- Взаимодействие с CAD/CAE-системами
- Управление вычислительными ресурсами
- Пакетная загрузка исходных данных
- Протоколирование действий пользователей
- Аналитика и отчётность
- Визуализация ключевых показателей эффективности процессов

SPDM обеспечивает прозрачность, облегчает принятие инновационных решений и снижает риски ошибок в расчётах и решениях, снижает трудоёмкость за счёт автоматизации длительных операций расчёта, повышает эффективность использования вычислительных ресурсов.

SPDM. Зачем?

Зачем система управления процессами и данными инженерных расчётов

Зачем управлять расчётами?

- Компьютерное моделирование и виртуализация эксперимента стали основным методом проектирования **сложных** изделий.
- Цифровые модели поведения систем строятся на основе мульти-физических расчётов, учитывающих цепочку влияния факторов.
- Расчёты становятся многовариантными — это требует автоматизации рутинных повторяющихся задач.
- Растёт потребность в инструментах для совместной работы специалистов разных направлений.

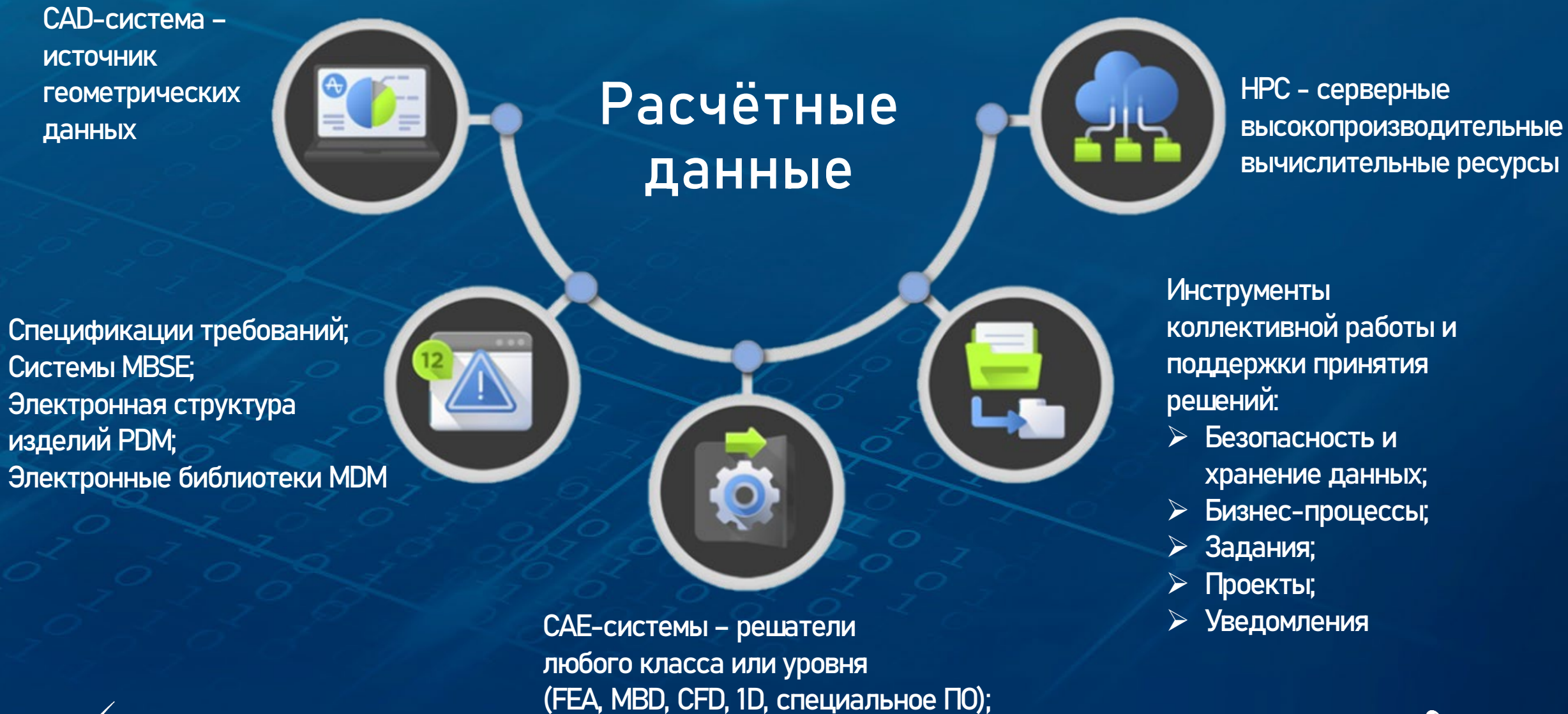
Почему SPDM не PDM?

- PDM
– Источник правды о ... **конструкции**
- SPDM
– Источник правды о ... **поведении конструкции**

Нужна система управления взаимодействием между специалистами для успешного создания сложных изделий

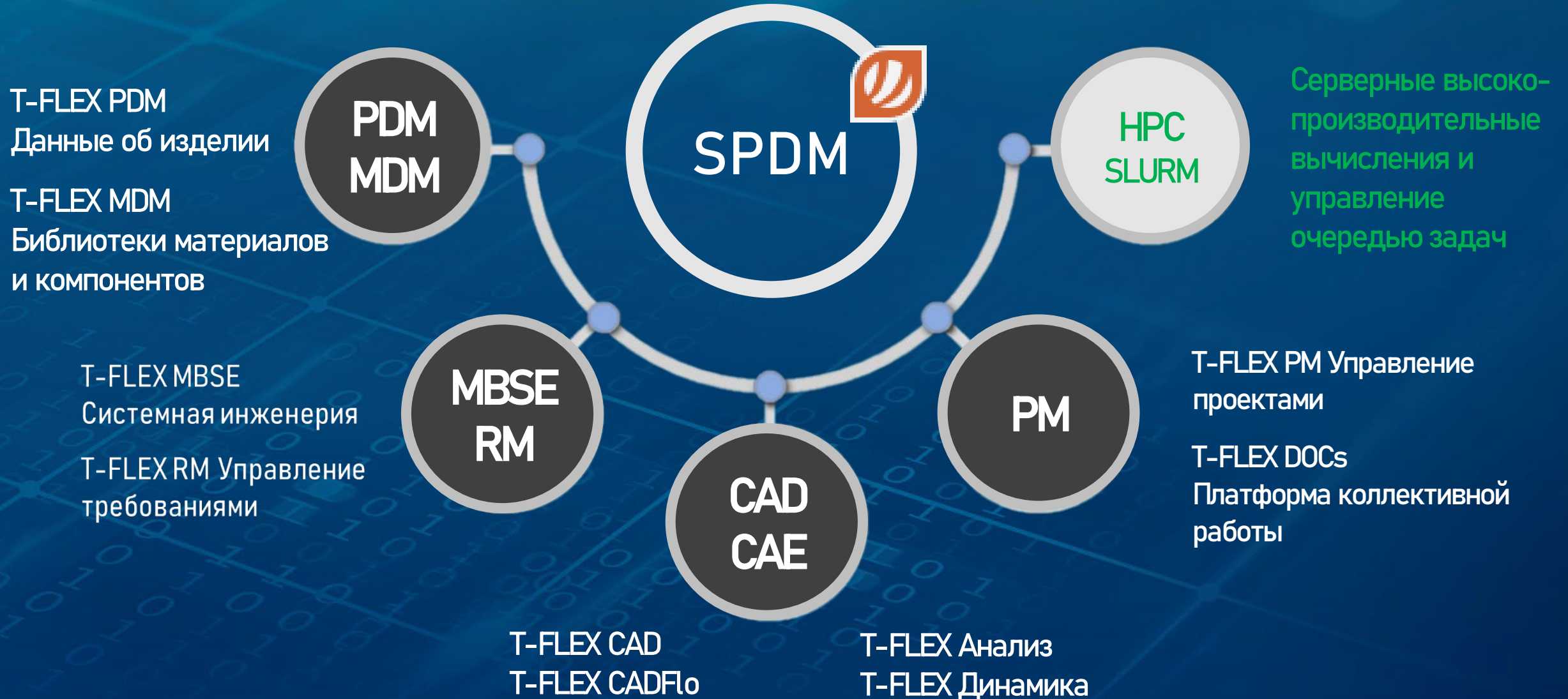
SPDM. Источники и потребители расчётных данных

Экосреда существования



T-FLEX SPDM. Взаимодействие с компонентами T-FLEX PLM

Функции для решения SPDM задач обеспечиваются платформой T-FLEX DOCs



T-FLEX SPDM. Ключевые функции

Базовые возможности обеспечиваются PLM-платформой

Управление данными

- Единый источник входящих и результирующих данных
- Использование геометрических данных любых CAD-систем
- Централизованное хранение расчётных данных
- Повторное использование расчётных данных

Управление расчётами

- Обеспечение актуальности и целостности расчётных данных
- Использование API для взаимодействия с CAE системами
- Трассировка результатов расчёта с объектом расчёта
- Автоматизация расчетов и серверные вычисления
- Расчётные случаи

Управление процессами

- Совместная работа участников процесса проектирования
- Прослеживаемость выполнения расчётов
- Автоматизация процессов согласования
- Трассировка результатов расчёта с объектом расчёта
- Автоуведомления о событиях (завершение расчёта, согласования)

Управление знаниями

- Сохранение истории расчётов и решений
- Снижение рисков из-за ухода ключевых сотрудников
- Унификация методик и рабочего пространства
- Накопление и передача компетенций в подразделениях
- Заимствование объектов расчёта

T-FLEX SPDM. Для кого и в чём ценность SPDM?

SPDM имеет ценность для разных уровней специалистов



Расчётчик

Уверенность
что исходные данные
достоверны и
согласованы

Автоматизация
рутинных,
повторяющихся
операций.
Использование
лучших практик



Начальник отдела

Уверенность
что процессы
расчётов управляемы
во времени
и по ресурсам

Автоматизация
процессов
выполнения расчетов,
проверки и
согласования
результатов



Главный конструктор

Уверенность
в качестве данных для
принятия
инновационных
решений

Автоматизация
отслеживания текущих
изменений,
индикация отклонений
от целевых
показателей



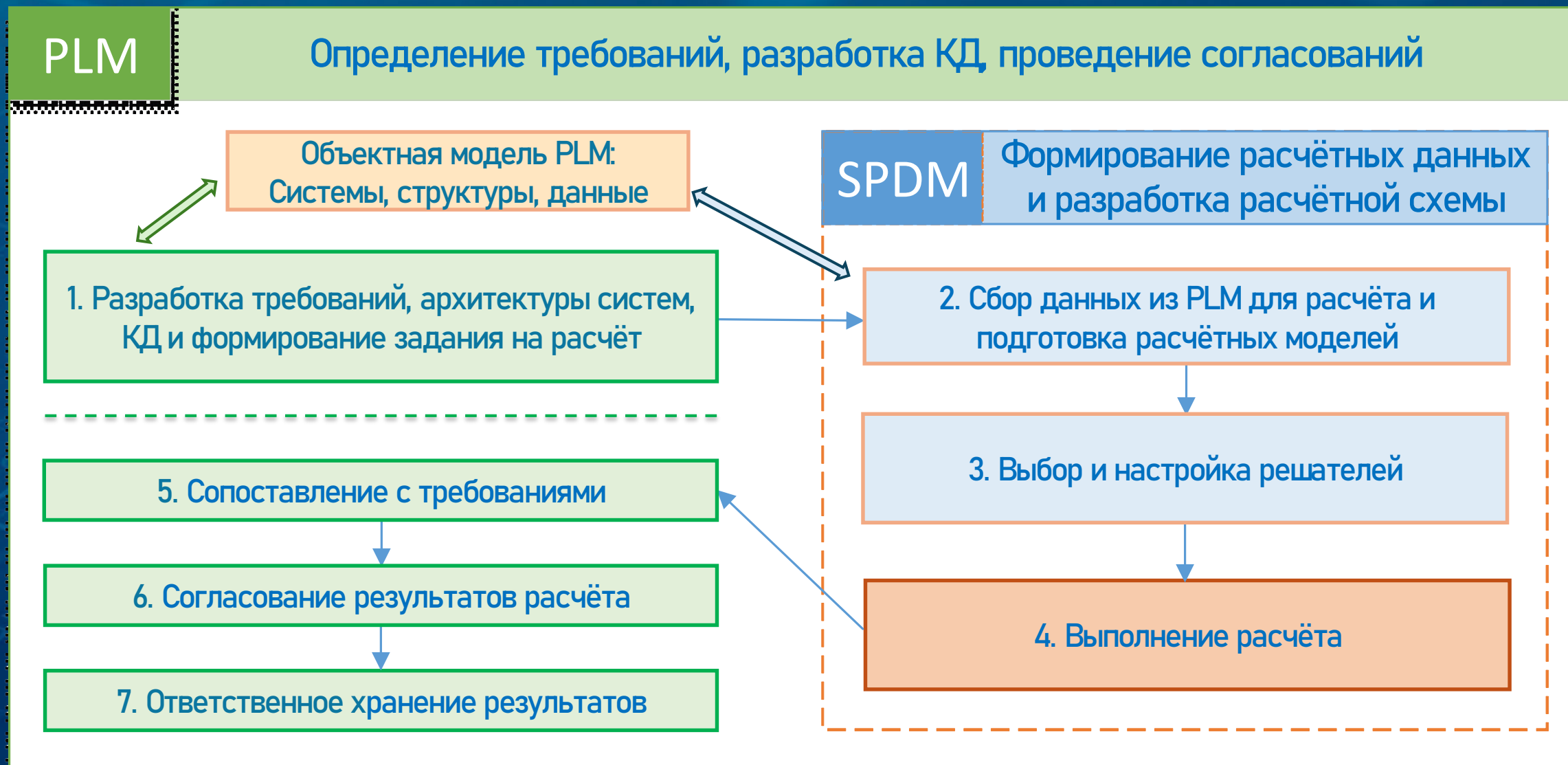
IT Директор

Уверенность
что вычислительные
мощности
необходимы
и достаточны

Автоматизация
очередности
предоставления
вычислительных
серверных ресурсов

T-FLEX SPDM. Базовый сценарий использования

Функционирование в едином информационном пространстве



T-FLEX SPDM. Данные SPDM в ЭСИ

Пример использования в едином информационном пространстве

Для любых объектов системы можно увидеть дерево расчётов, связанных с текущим объектом;
Расчеты показываются как влияющие на объект так и использующие объект

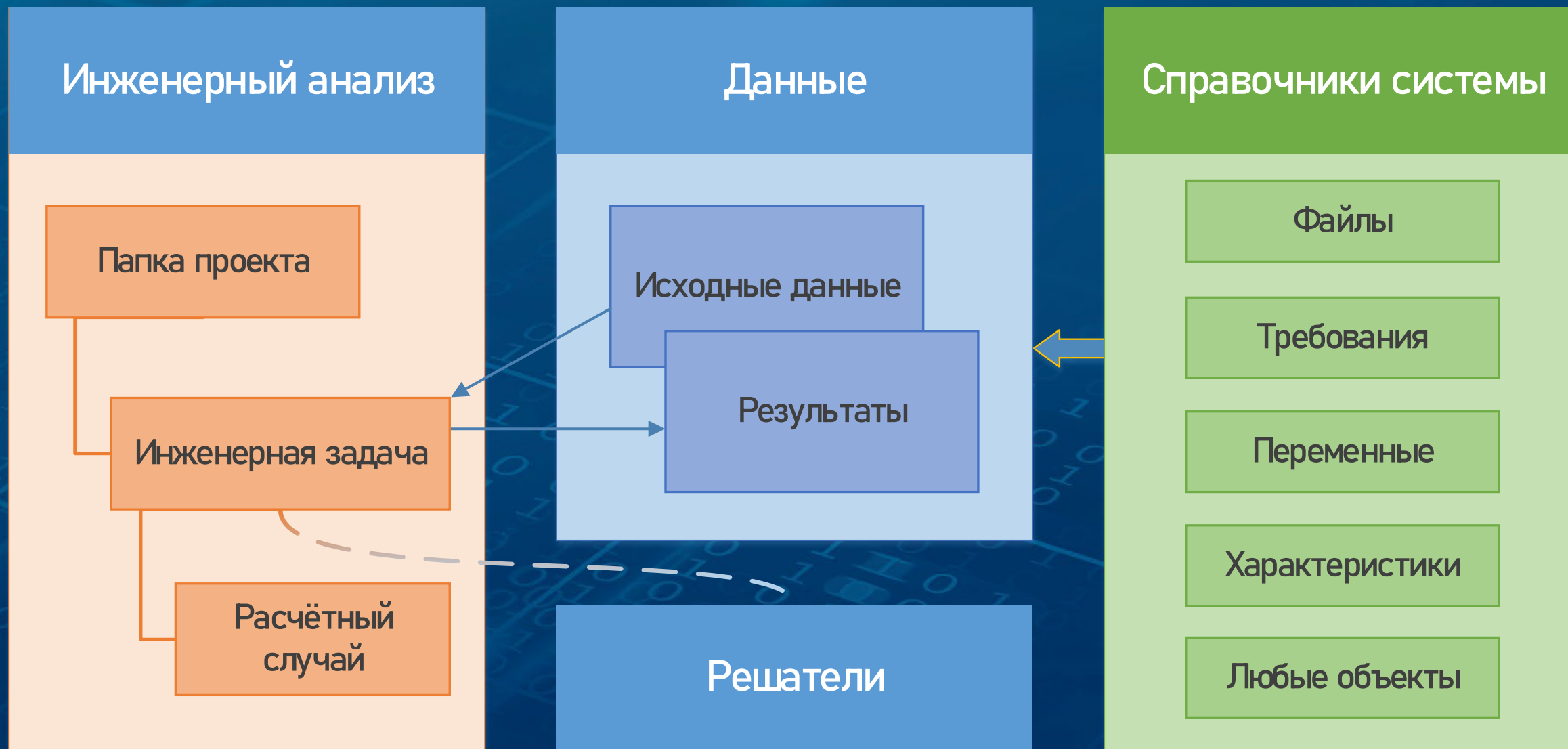
The screenshot displays the T-FLEX SPDM software interface. The main window is titled "Электронная структура изделий" (Electronic structure of products). The left pane shows a hierarchical tree of items under "Проект 25". The selected item is "Тяга - А.1" (Traction - A.1), which is highlighted in blue. The right pane shows the "Анализ" (Analysis) tab, which displays a calculation tree for the selected object. The tree shows the following items:

- Наименование
- Тяга
- 1 In Используется в за...
- Расчет массы
- Для длины 1000
- Для длины 1200
- Для длины 2000
- 2 Out Является резуль...
- Расчёт противовеса

The interface also includes a toolbar with various icons for navigation and analysis, and a bottom pane showing a list of objects and variables.

T-FLEX SPDM. Структура данных

Справочники SPDM



T-FLEX SPDM. Инженерная задача

Схема расчёта

Инженерный анализ

Наименование: Расчёт питания спутника

Обозначение: 1D

Описание: За один оборот вокруг земли на орбите 300 км с периодом обращения 89 минут.

Решатель: T-FLEX DM

Ревизия: A.1

Стадия:

Подписи объекта

Тип под...	Пользователь	От име...	Резол...	Дата подп...	Изоб...	Актуа...	Подп...
Утв.	Администратор			18.03.2026...		<input checked="" type="checkbox"/>	

Стадии объекта

Стадия	Дата начала	Дата окончания	Пользователь	Комментарий
Разработка	23.12.2025 12:57:03	23.12.2025 14:36:45	Администратор	
Сопоставлено	23.12.2025 14:36:45	23.12.2025 14:43:04	Система	Процесс
Разработка	23.12.2025 14:43:04	23.12.2025 14:44:06	Администратор	
Сопоставлено	23.12.2025 14:44:06		Система	Процесс

Исходные данные

Псевдоним входной: Исходные данные (Шаблон)

Данные электрической батареи

(x) Количество параллельных подключений ба...	..	KII	2	И...	2
(x) Количество последовательных подключени...	..	K++	10	И...	3
(x) Тепловое сопротивление батареи	..	Rq	1 K/Вт	И...	1

Данные электрической нагрузки

(x) Время простоя	..	T-	15 мин	И...	4
(x) Время режима нагрузки	..	T+	15 мин	И...	6
(x) Ток потребления	..	Ap	3 A	И...	5

Данные электрической ячейки

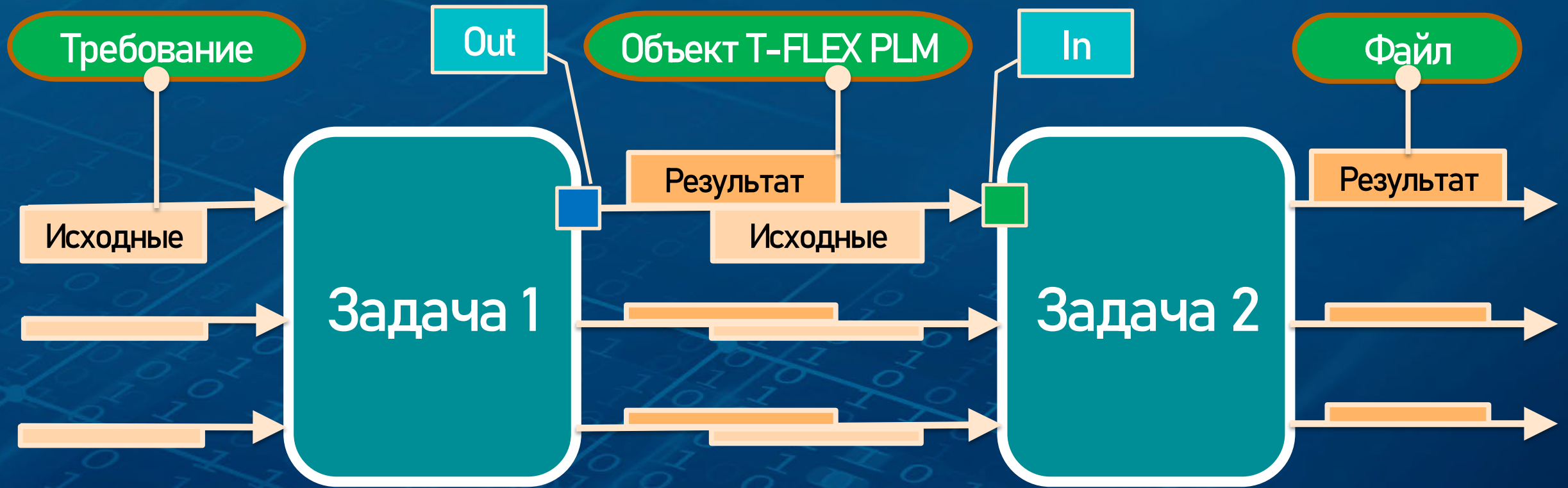
(x) Ёмкость ячейки	..	qi	2 Ач	И...	7
(x) Напряжение ячейки Max	..	Um...	12 В	И...	1..
(x) Напряжение ячейки Min	..	Umin	6 В	И...	9
(x) Сопротивление ячейки	..	Ri	0,5 Ом	И...	8

Потребление

График потребления заряда	..	Г...	1..
Запас заряда	..	Ц...	1..

T-FLEX SPDM. Данные инженерной задачи

Передача данных между задачами



T-FLEX SPDM. Расчётные случаи

Дочерние объекты инженерной задачи

Множество расчётных случаев выполняются по одной расчётной схеме заданной задачей

Исходные данные наследуются от родительской задачи с фильтром по применимости

Инженерная задача и её расчётные случаи имеют независимые отметки о соответствии требованиям

The screenshot displays the T-FLEX SPDM software interface. On the left, a tree view shows the project structure under 'Инженерный анализ'. The selected item is '2. БПЛА - Шасси основное'. On the right, the 'Расчётный случай' (Calculation Case) configuration window is open, showing a table of variables and their values.

...	Псевдоним вхо...	Текстовое значение	Ак...	Ва...	Вид данных	Клю...	Применяе...
Объекты							
	Кинематический...		★	📄	3D Модель		1
Переменные							
(x)	Угол стойки	30°	★	📄	Инженер...		2 35d46f0f-9...
(x)	Скорость потока	50 м/с	★	✅	Инженер...		3
(x)	Плотность возд...	1,225 кг/м ³	★	✅	Инженер...		4
(x)	Температура во...	15 °C	★	✅	Инженер...		5

T-FLEX SPDM. Расчётные случаи

Пакетная загрузка

	A	B	C	D	E
1	Наименование	Масса	Напряжение	Ёмкость	
2	Задача	23	12	5	
3	Расчётный случай 1	28	5	5	
4	Расчётный случай 2	23	24	8	
5	РС 3	28	5	8	
6					

Набор данных по задаче и расчётным случаям может быть задан одной командой импорта данных из файла

The screenshot shows the 'Инженерный анализ' (Engineering Analysis) window. The 'Импорт данных' (Import Data) button is circled in red. The 'Расчётный случай' (Calculation Case) tab is active, showing a table of imported data.

...	Псевдони...	..	Ак...	Ва...	Вид данных	Клю...	Применяем...
(x)	Масса	28	★	☰	☘ Прочие дан...	1	d90aadd7-3...
(x)	Ёмкость	5	★	☰	☘ Прочие дан...	3	
(x)	Напряжен...	5	★	☰	☘ Прочие дан...	2	d90aadd7-3...

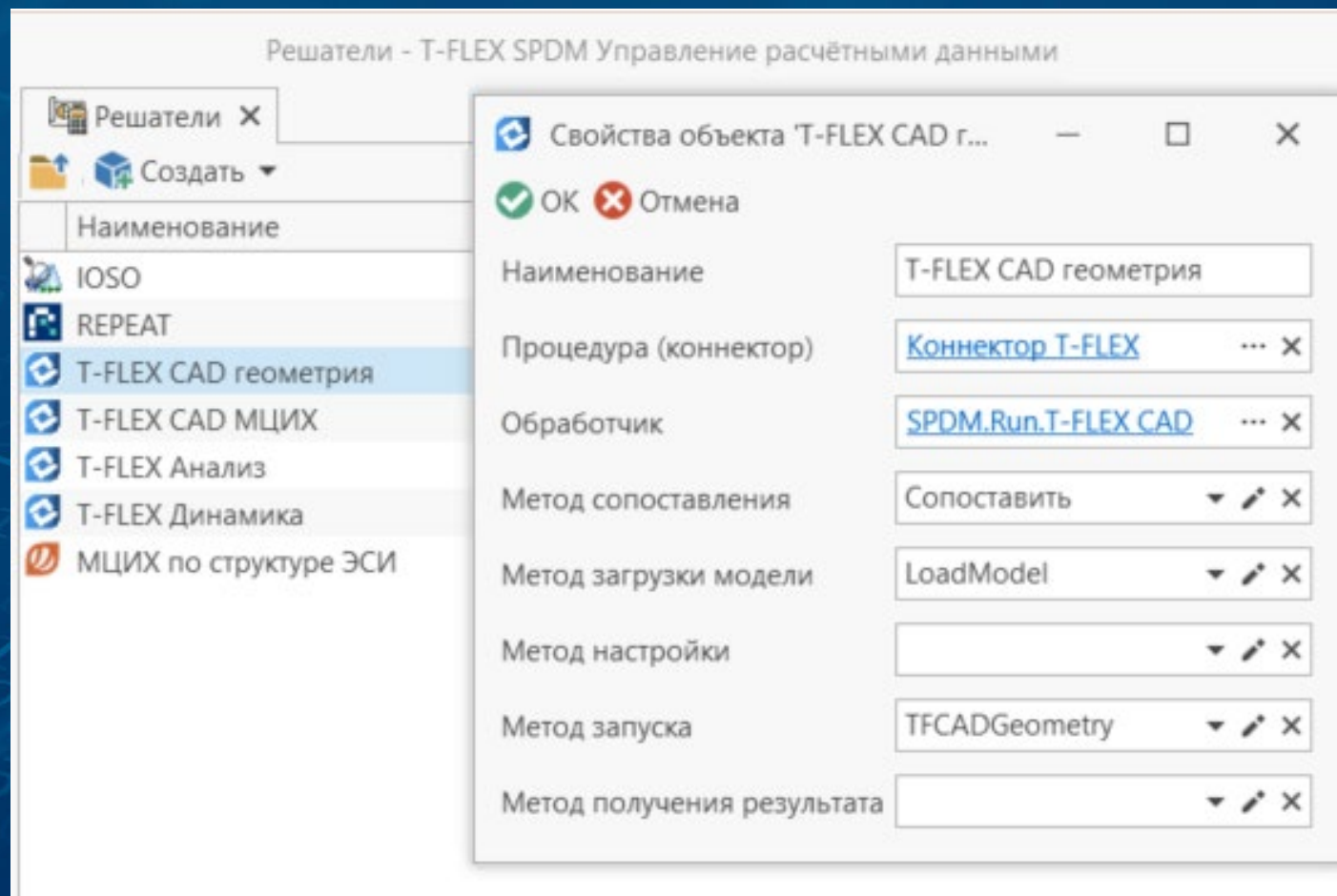
T-FLEX SPDM. Автоматизация расчётов

Справочник «Решатели»

Решатели указывают обработчик и процедуру для запуска на сервере

Обработчик имеет ряд методов реализующих схему расчёта.

Процедура выполняет проверку данных и производит расчёты удалённо.



T-FLEX SPDM. Пример использования

Расчёт стойки шасси

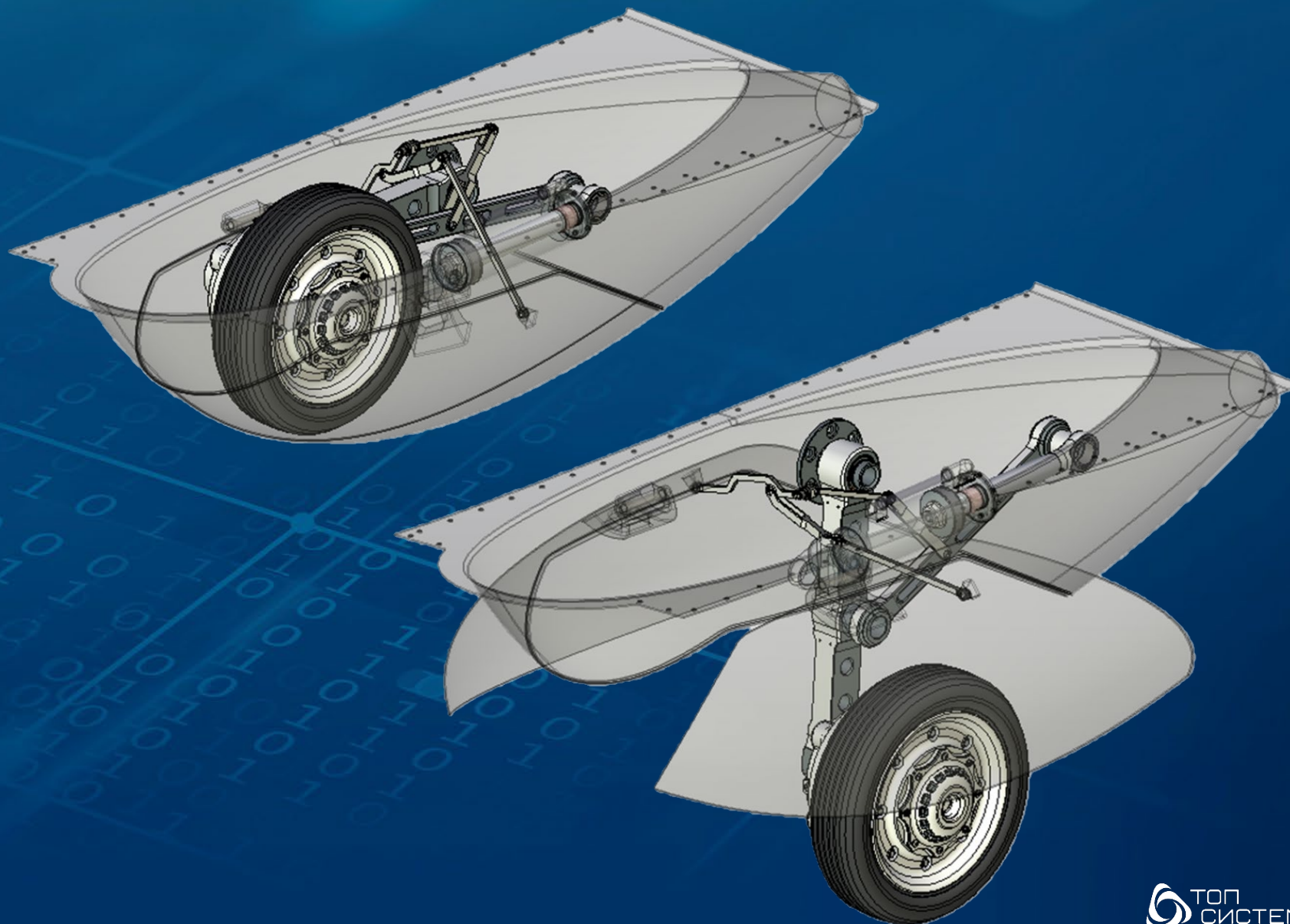
T-FLEX Динамика. Расчёт кинематики движения и положения звеньев (лючков)

TFLEX CADFlo. Газодинамический расчёт давления на щитки в четырех положениях

TFLEX Динамика. Расчёт движения при силовом нагружении

TFLEX Анализ. Расчёт прочности тяги

1D моделирование. Подбор PID регулятора и законы изменения коэффициентов системы управления гидропривода



T-FLEX SPDM. Пример использования

Расчёт кинематики движения шасси

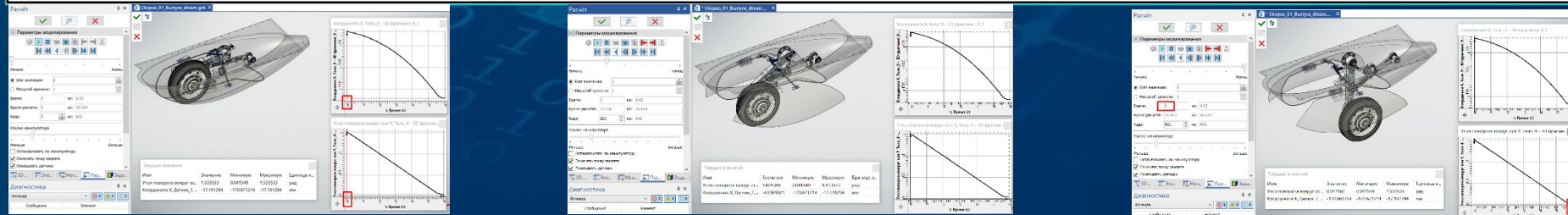
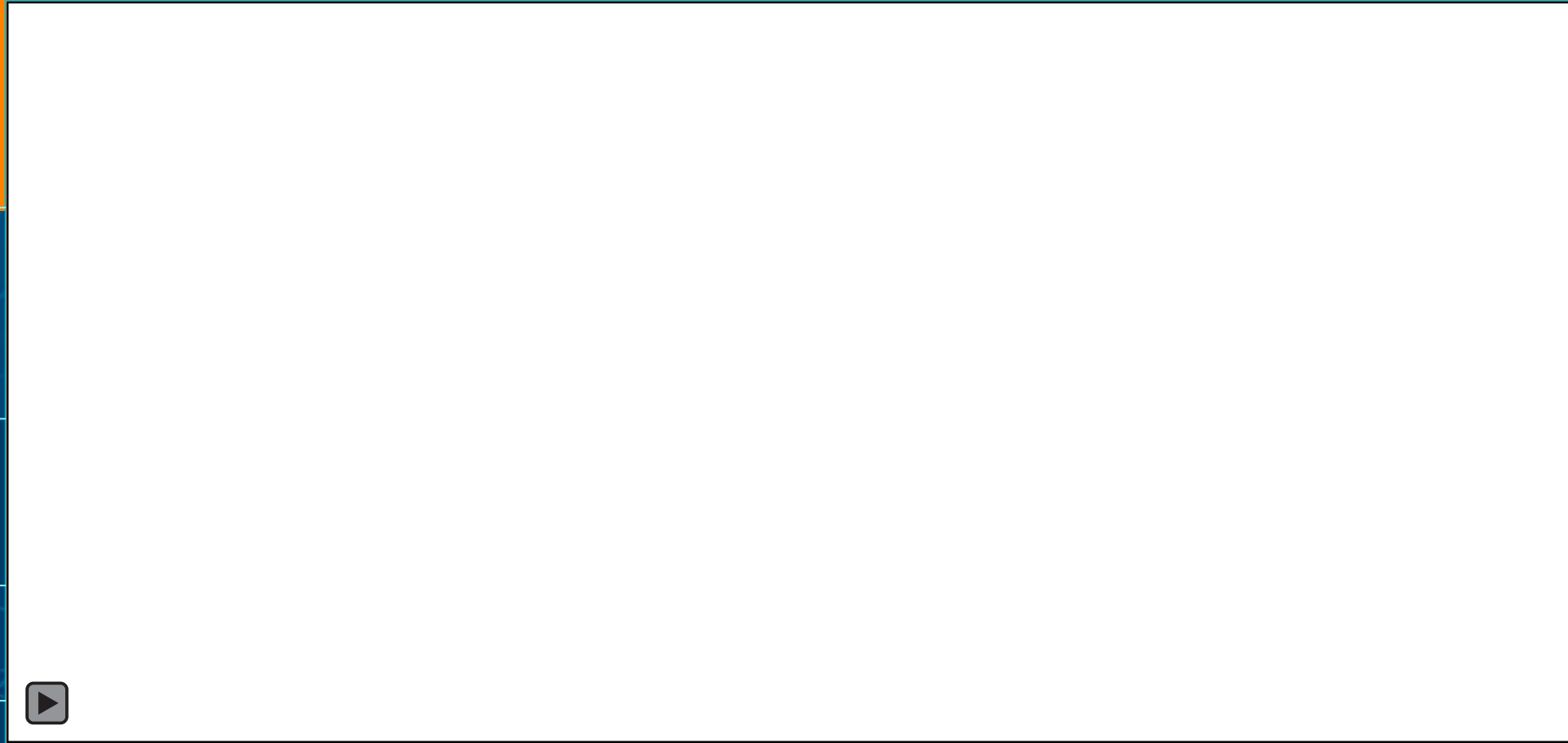
T-FLEX Динамика. Расчёт кинематики движения и положения звеньев (лючков)

TFLEX CADFlo. Газодинамический расчёт давления на щитки в четырех положениях

TFLEX Динамика. Расчёт движения при силовом нагружении

TFLEX Анализ. Расчёт прочности тяги

1D моделирование. Подбор PID регулятора и законы изменения коэффициентов системы управления гидропривода



T-FLEX SPDM. Пример использования

Результат расчёта кинематики движения шасси в SPDM

T-FLEX Динамика. Расчёт кинематики движения и положения звеньев (лючков)

TFLEX CADFlo.

Газодинамический расчёт давления на щитки в четырех положениях

TFLEX Динамика. Расчёт движения при силовом нагружении

TFLEX Анализ. Расчёт прочности тяги

1D моделирование. Подбор PID регулятора и законы изменения коэффициентов системы управления гидропривода

The screenshot displays the T-FLEX SPDM software interface. On the left, a project tree shows the structure of the analysis, including 'Инженерный анализ' and 'Шасси БПЛА'. The main workspace shows a file list with '1.png' selected. A graph in the top right corner plots 'time (s)' on the x-axis (0 to 10) and a numerical value on the y-axis (-1 to 1.5). The graph shows three curves: a red curve peaking at approximately 1.4 at 6 seconds, a blue curve peaking at approximately 0.4 at 6 seconds, and a green curve peaking at approximately 0.2 at 6 seconds. A red arrow points from the '1.png' file in the file list to the graph. Another red arrow points from the '1.png' file to a 3D model of a chassis in the bottom right corner. The 3D model shows a transparent chassis with a motor and wheels. The interface also includes a 'Статусы файла' (File Status) window showing the file name '1.png' and its location 'Студия Разработка'.

T-FLEX SPDM. Пример использования CFD расчёт обтекания створок

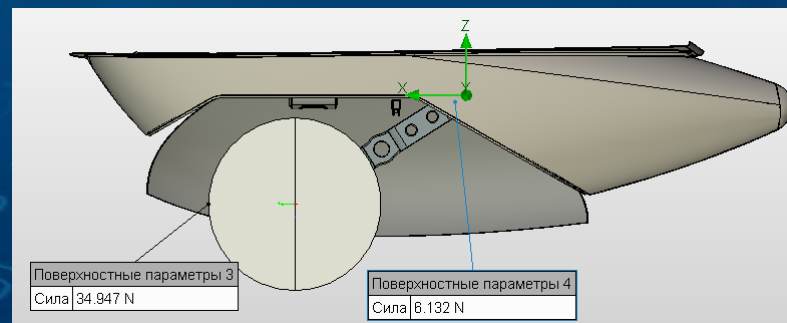
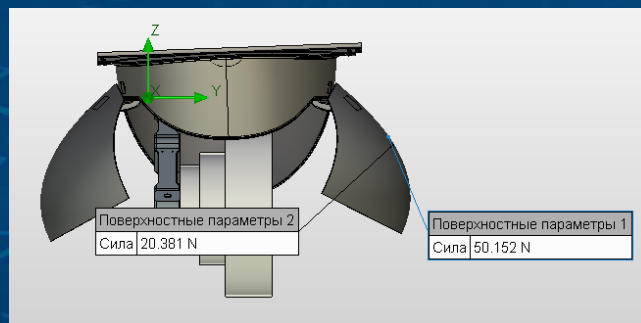
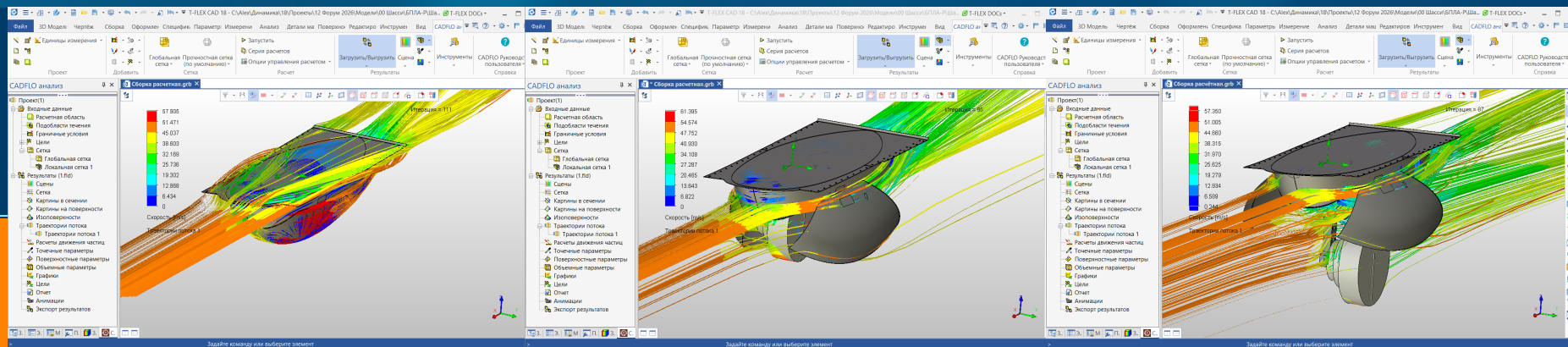
T-FLEX Динамика. Расчёт кинематики движения и положения звеньев (створок)

TFLEX CADFlo. Газодинамический расчёт давления на щитки в четырех положениях

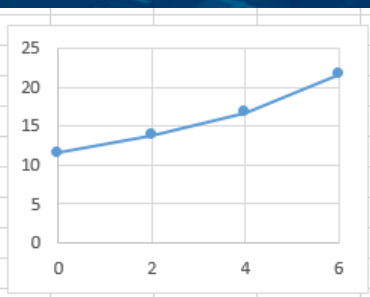
TFLEX Динамика. Расчёт движения при силовом нагружении

TFLEX Анализ. Расчёт прочности тяги

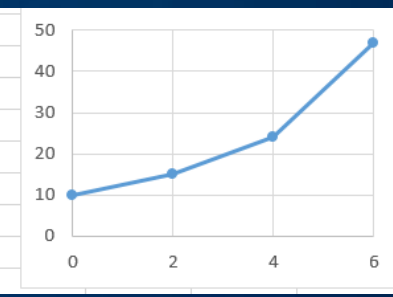
1D моделирование. Подбор PID регулятора и законы изменения коэффициентов системы управления гидропривода



Время	Угол стойки	Сила
0	0	11,6
2	30	13,9
4	60	16,8
6	90	21,7



Время	Угол стойки	Момент
0	0	10
2	30	15
4	60	24
6	90	47



T-FLEX SPDM. Пример использования

Результат CFD расчёта обтекания створок в SPDM

T-FLEX Динамика. Расчёт кинематики движения и положения звеньев (створок)

TFLEX CADFlo. Газодинамический расчёт давления на щитки в четырех положениях

TFLEX Динамика. Расчёт движения при силовом нагружении

TFLEX Анализ. Расчёт прочности тяги

1D моделирование. Подбор PID регулятора и законы изменения коэффициентов системы управления гидропривода

The screenshot displays the T-FLEX SPDM software interface. On the left, a project tree shows a hierarchy of folders including 'Инженерный анализ', 'БПЛА Анализ ЛТХ', 'Загрузка из Excel', 'Проект 111', 'Расчёты для конференции', and 'Шасси БПЛА'. Under 'Шасси БПЛА', there are five sub-items: '1. Кинематический рас...', '2. А: БПЛА - Шасси о...', 'Положение 2', 'Положение 3', and 'Положение 4'. A 'Статусы файла' window is open, showing details for a file named 'ШП-4-000 Стойка шасси СБ\FEA Поло...'. The 'CADFlo анализ' window is active, showing a 3D model of a valve assembly with a velocity field visualization. A color scale on the left indicates velocity values from 0 to 57.905. The model is labeled 'Итерация = 111'.

SPDM. Пример использования

Расчёт динамики движения и действующих сил в шарнирах

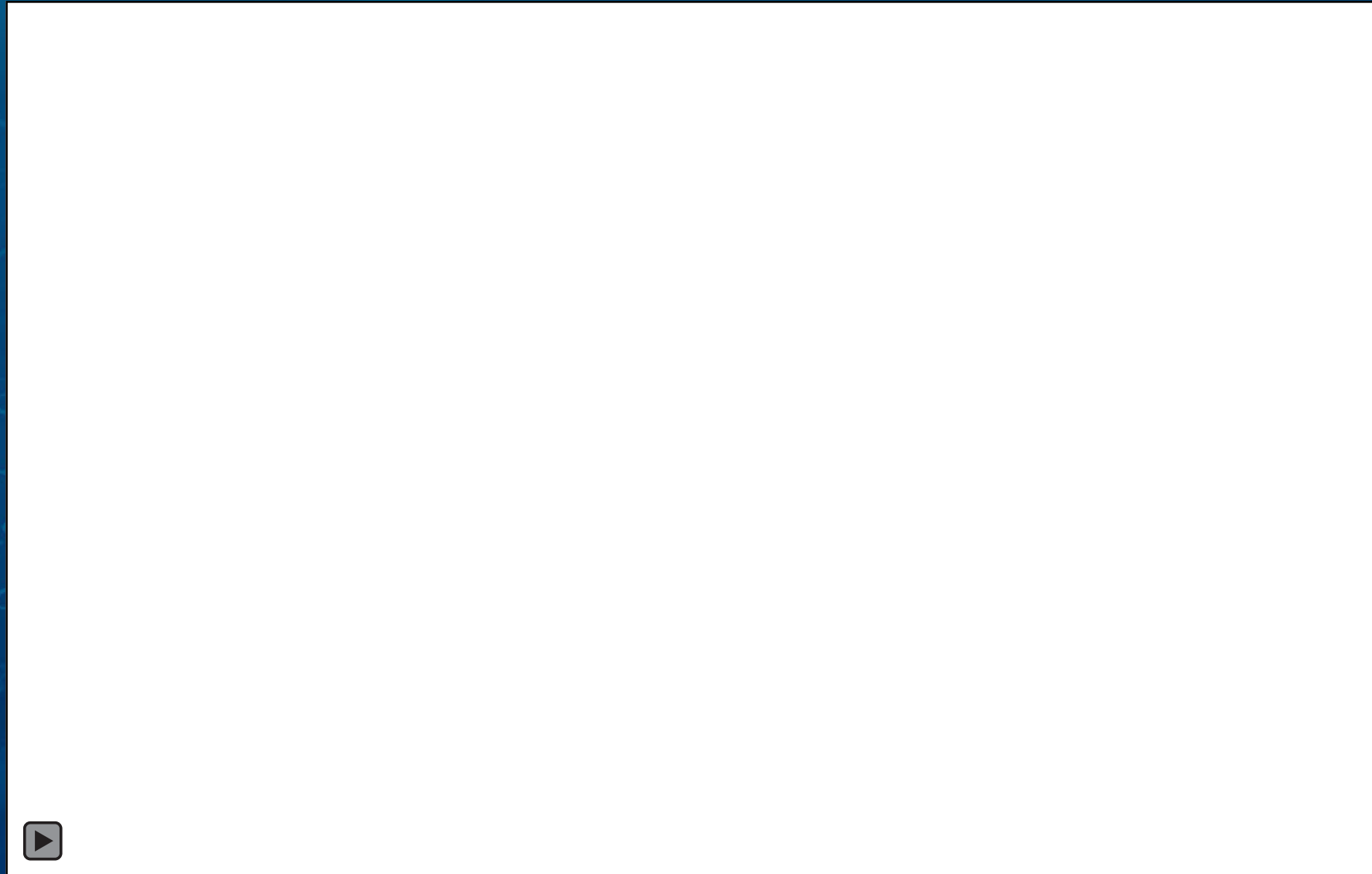
T-FLEX Динамика. Расчёт кинематики движения и положения звеньев (створок)

TFLEX CADFlo. Газодинамический расчёт давления на щитки в четырех положениях

TFLEX Динамика. Расчёт движения при силовом нагружении

TFLEX Анализ. Расчёт прочности тяги

1D моделирование. Подбор PID регулятора и законы изменения коэффициентов системы управления гидропривода



T-FLEX SPDM. Пример использования

Расчёт прочности и устойчивости тяги

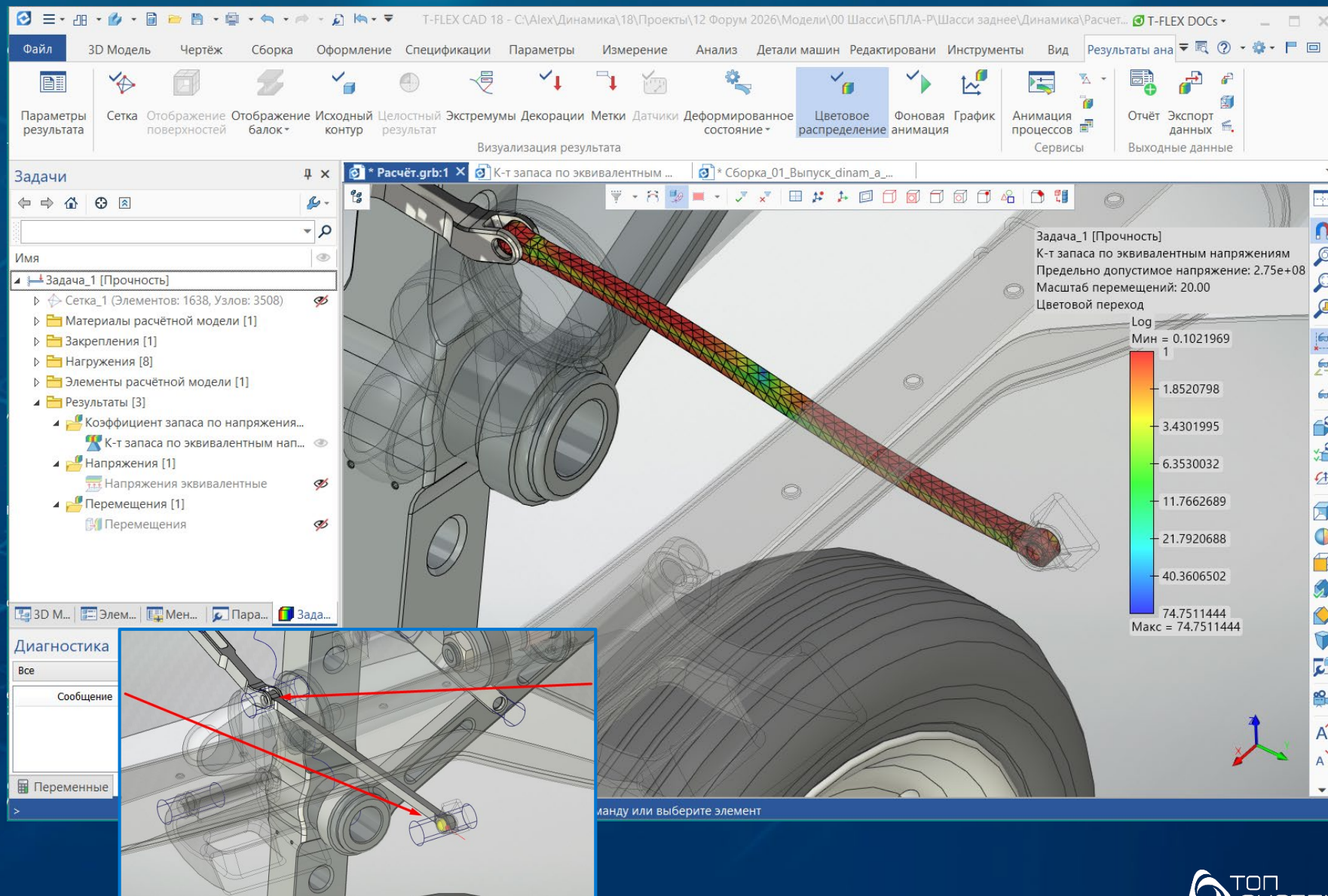
T-FLEX Динамика. Расчёт кинематики движения и положения звеньев (створок)

TFLEX CADFlo. Газодинамический расчёт давления на щитки в четырех положениях

TFLEX Динамика. Расчёт движения при силовом нагружении

TFLEX Анализ. Расчёт прочности тяги

1D моделирование. Подбор PID регулятора и законы изменения коэффициентов системы управления гидропривода



T-FLEX SPDM. Пример использования

Расчёт характеристик системы управления гидроприводом

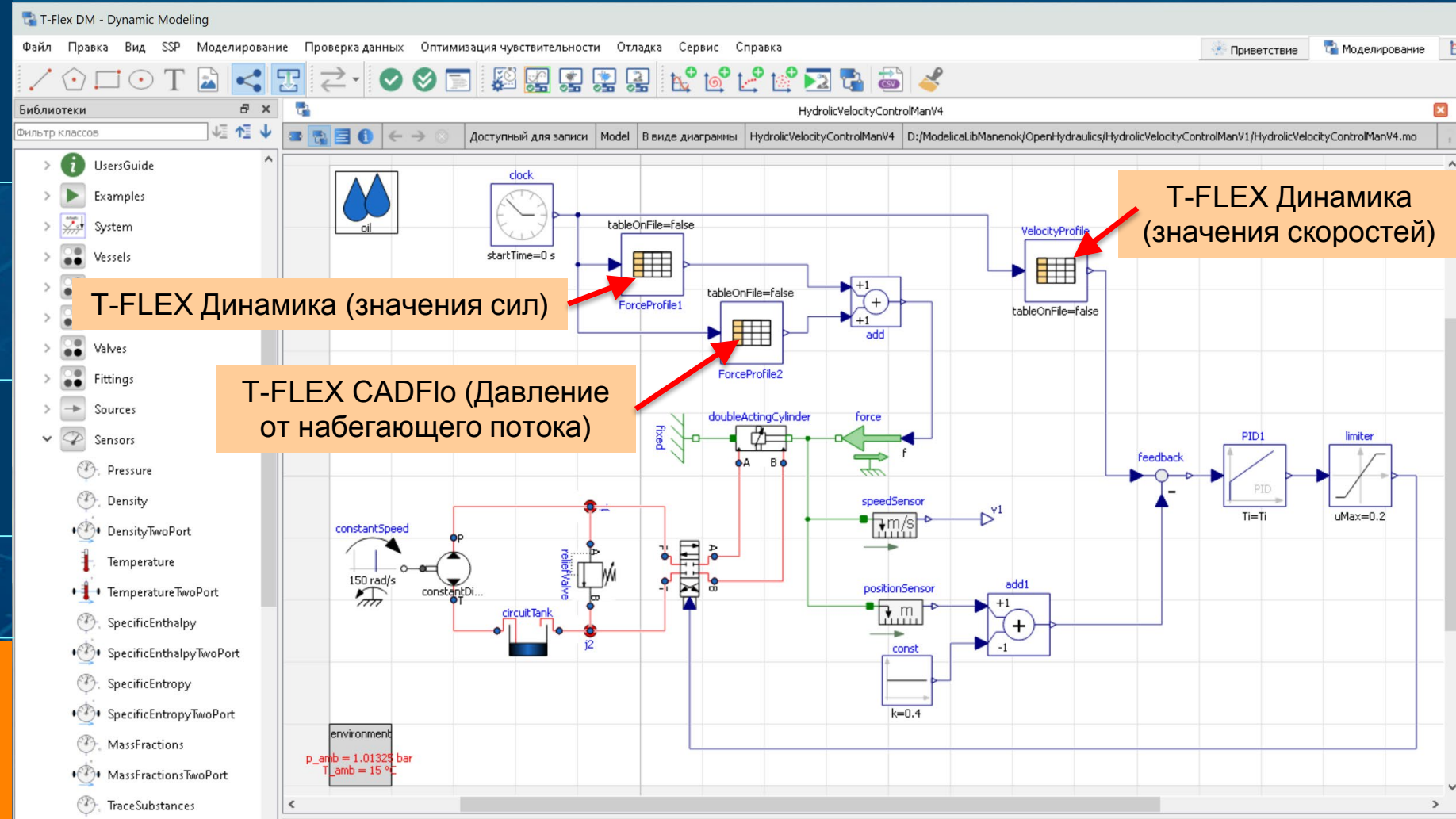
T-FLEX Динамика. Расчёт кинематики движения и положения звеньев (створок)

TFLEX CADFlo. Газодинамический расчёт давления на щитки в четырех положениях

TFLEX Динамика. Расчёт движения при силовом нагружении

TFLEX Анализ. Расчёт прочности тяги

1D моделирование. Подбор PID регулятора и законы изменения коэффициентов системы управления гидропривода



T-FLEX SPDM. Пример использования

Результат расчёта характеристик системы управления гидроприводом сохранённый в SPDM

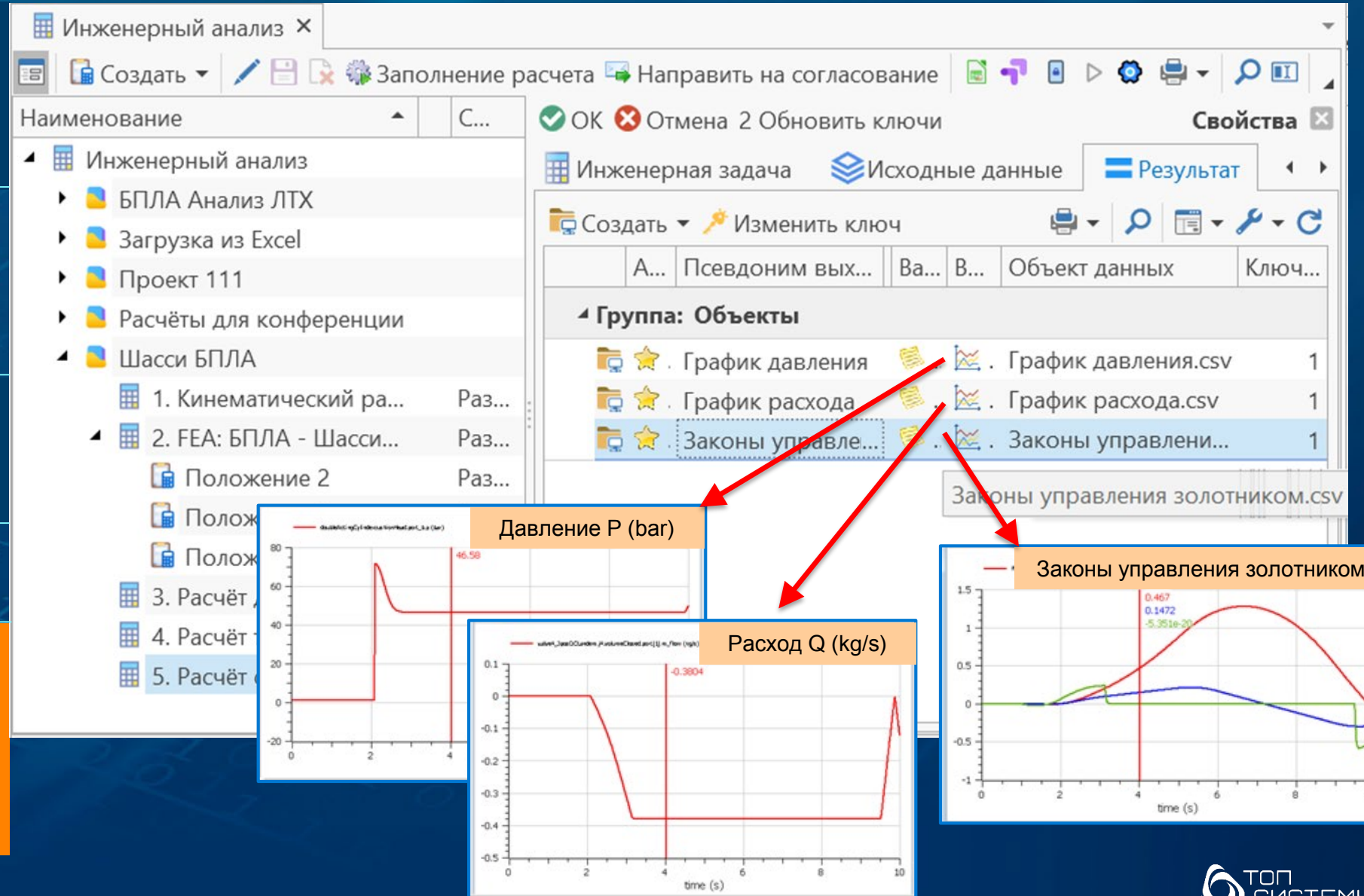
T-FLEX Динамика. Расчёт кинематики движения и положения звеньев (створок)

TFLEX CADFlo. Газодинамический расчёт давления на щитки в четырех положениях

TFLEX Динамика. Расчёт движения при силовом нагружении

TFLEX Анализ. Расчёт прочности тяги

1D моделирование. Подбор PID регулятора и законы изменения коэффициентов системы управления гидропривода



T-FLEX SPDM. Решатель МЦИХ

Расчёт масс-центровых и инерционных характеристик изделия

- Расчет МЦИХ детали по модели T-FLEX CAD
- Расчёт МЦИХ сборки по структуре ЭСИ
- Задание МЦИХ вручную для покупных и стандартных изделий.
- Комбинированное вычисление МЦИХ

The screenshot displays the T-FLEX SPDM software interface. The main window shows a tree view of the product structure (ЭСИ) with various components listed, such as 'БПЛА - БПЛА-М-1-000 - 00.A' and 'ШП-8-000 - Стойка шасси - 00.A'. The right-hand panel is the 'Свойства' (Properties) window, which is currently showing the 'МЦИХ' (Mass and Inertia Characteristics) properties for the selected component 'Cad'. The 'Решатель' (Solver) is set to 'T-FLEX CAD МЦИХ'. The 'Статус данных' (Data Status) is 'Актуально' (Actual). The 'Тело' (Body) properties are displayed, including Mass (53,7308), Volume (19397399,209955), and Average Density (0,000003). The 'Моменты инерции' (Moments of Inertia) are also shown, with values for Ixx, Iyy, Izz, Ixy, Iyz, and Izx. The 'Система координат' (Coordinate System) is set to 'ГСК' (GCS).

Тело	
Масса	53,7308
Объём	19397399,209955
Средняя плотность	0,000003

Центр масс	
Xc	31,018
Yc	78,9885
Zc	150,2185

Моменты инерции	
Ixx	2121367,843365
Iyy	2434372,680683
Izz	1322345,371182
Ixy	-54874,867305
Iyz	-637203,9975
Izx	-249602,7078

Система координат: ГСК

X		Y		Z	
X	0	ΔX	0	Z	0
Y	0	ΔY	0	ΔZ	0
Z	0	ΔZ	0	ΔΔZ	0

T-FLEX SPDM. Партнерские решения

Расширение возможностей при помощи партнерских решений

Решения партнеров:

- IOSO (Сигма Технология)
- DT Enterprise (DATADVANCE + КЭЛС Центр)
- T-FLEX CADFlo (КАДФло)
- ЛОГОС (РФЯЦ-ВНИИЭФ)
- CAE Fidesys (FIDESYS)
- EULER (Автомеханика)
- REPEAT (ДЖЭТ ЛАБ)
- Engee (Экспонента)

Предусмотрено использование традиционных (иностраннх) и самописных решателей:

1. Настройкой коннектора
2. Через партнерскую платформу HPC/SLURM



T-FLEX SPDM. Проект IOSO созданный в T-FLEX SPDM

Разработчик IOSO – Сигма Технология

Шаблон проекта и входные данные полученные IOSO из T-FLEX SPDM

The screenshot displays the T-FLEX SPDM interface for project 'T-FLEX CAD 18'. The main workspace shows a flow diagram with three components: 'T-FLEX CAD 18', 'ANSYS CFX', and 'Баллистика (Python)'. Arrows indicate data flow between these components. On the left, a tree view shows the project structure, including 'Input Data', 'Integration module', and 'Output Data'. Below the main workspace, there are two tables for parameters:

ID	Входные параметры	Значение
IV5	Hf	1800
IV6	Wf	1800
IV7	L	9000
IV8	Uc	35

ID	Выходные параметры	Значение
RS3	bak_L (-...)	0.43
RS4	bak_R (-...)	0.43
RS5	bak_C (-...)	0.81

The screenshot shows the 'Расчетная задача T-FLEX CAD' dialog box. It includes a 'Дерево проекта' (Project Tree) section with the following parameters:

- b2 = 400 (Верхний размер воздухозаборника)
- alpha3 = 10 (Угол наклона воздухозаборника)
- N = 2000 (Число профилей)
- num = 25 (Номер профиля)
- Uc = 35 (Угол стреловидности)
- L = 9000 (Размах крыла)
- Vk = 850 (Концевая хорда крыла)
- b3 = 350 (Расстояние между осями выхлопа)

Below the tree, there are sections for 'Входные параметры проекта' (Project Input Parameters) and 'Выходные параметры проекта' (Project Output Parameters):

Имя	Значение
Hf	1800
Wf	1800
L	9000
Uc	35

Имя	Значение
a	136.25 (Текущий профиль)
bak_L	0.42986525357922 (Объем левого бака (куб.м))
bak_R	0.42986525357922 (Объем среднего бака (куб.м))
bak_C	0.81014 (Объем правого бака (куб.м))
z	5.4500 (Шар)

T-FLEX SPDM. Сторонний CFD решатель в проекте IOSO

Модель CFD анализа Fluid Flow (CFX) любезно предоставлена компанией УМКААддитех

The screenshot shows the T-FLEX SPDM interface with a project tree on the left and a central workspace. The workspace contains a diagram with 'T-FLEX CAD 18' and 'ANSYS CFX' components. Below the workspace, there are two tables: 'Баллистика (Python)' and 'ANSYS CFX' parameters.

Предыдущие	ID
T-FLEX CAD...	
bak_L	RS3
bak_R	RS4
bak_C	RS5
ANSYS CFX	
M полета	IV2
H полета	IV3
Cx	RS1
Cy	RS2

ID	Входные параметры	Значение
IV11	Бак 1=бак_L (T-FLEX CAD 18)	0.43
IV12	Бак 2=бак_R (T-FLEX CAD 18)	0.43
IV13	Бак 3=бак_C (T-FLEX CAD 18)	0.81
IV14	M=М полета (ANSYS CFX)	4.5
IV15	H=H полета (ANSYS CFX)	27
IV9	Fx=Cx (ANSYS CFX)	0
IV10	Fy=Cy (ANSYS CFX)	0
ID	Выходные параметры	Значение
RS6	Дальность	1100
RS7	Масса	14950

Модель в формате Parasolid для CFD расчета получена на основе параметрической модели ЛА из T-FLEX CAD

The screenshot shows the ANSYS CFX Fluid Flow (CFX) - CFD-Post interface. It displays a 3D model of a jet engine with pressure contours. A color scale on the left indicates pressure values from 8.363e+04 to 1.057e+05 Pa. The interface includes various toolbars and a data table.

Expressions	Value
Accumulated Time Step	50
Current Phase Position	0
Current Time Step	50
Cx	force_x()@Default Domain Default((ave(density))@force_x()@Default Domain Default((ave(density))@force_x()@Default Domain Default
Cy	force_y()@Default Domain Default((ave(density))@force_y()@Default Domain Default
Fx	force_x()@Default Domain Default
Fy	force_y()@Default Domain Default
Phase	Current Phase Position
Pheight	10.1325*(1-0.0226*height/1000[m])^5.226*[Pa]
Reference Pressure	0 [atm]
Sequence Step	50
Theight	(288.15-0.0065*height/1[m])*1 [K]
Time	0 [s]

Входные параметры для ANSYS CFX:
- угол атаки; скорость полета;
- высота полета; свойства воздуха на высоте
Выходные параметры: Cx; Cy; Fx; Fy.

T-FLEX SPDM. Результат проекта IOSO

Окно возврата результата в T-FLEX SPDM формирующее файлы с данными

The screenshot displays the T-FLEX SPDM software interface. The main window is titled "ru-LA.opt - IOSO 4.3 - Project[задача: L-max, Мин-макс, при ограничении массы]". The interface is divided into several sections:

- Left Sidebar:** Contains navigation icons for "Проект", "Расчет", "Параметрия", "Оптимизация", "Задача", "Статус", "Протокол", "Аппроксимация", and "Архив".
- Top Bar:** Includes a menu (Файл, Правка, Вид, Формат, Данные, Проект, Расчет, Справка) and a task dropdown menu set to "Задача: L-max, Мин-макс, при ограничении массы".
- Information Section:** Shows "Информация о процессе" with a progress bar for iterations (101/150) and a time counter (00:01:18). It also includes "Управление расчетным блоком" with buttons for "Прервать" and "Помогите точке незначительной?".
- Optimization Settings:** Displays "Алгоритм оптимизации: IOSO NM" and "Расчет: последовательный" (checked) / "параллельный".
- Model Status Table:**

Модель	Статус	Текущее t	Предыдущ...	Предельно...	Суммарное t
T-FLEX CAD 18	Ожидает		00:00:00		00:00:00
ANSYS CFX	Ожидает		00:00:00		00:00:00
Баллистика	Ожидает		00:00:00		00:00:00
- Resource Usage:** Shows "localhost IP: localhost:3425 OS: Windows 10" with a pie chart for "Cores: 24 0%" and "RAM: 32Гб 30%".
- Optimization Diagram:** A scatter plot showing the relationship between "L факт, м" (x-axis) and "М пл - кг" (y-axis). Data points are represented by green circles and blue diamonds.
- Calculation Parameters:** A table titled "Расчет: начальные значения" showing input and output parameters for T-FLEX CAD 18, ANSYS CFX, and Баллистика. Arrows indicate data flow between these models.
- Bottom Bar:** Displays "Итераций: 101/150", "Обращений: 116", "Парето: 10/10", and "Параллельных процессов: 1".

The dialog box "IOSO.PLM. Управление требованиями. Сопоставление значений" is open, showing a table for matching values between PLM and IOSO parameters.

PLM				Все		Избранные		IOSO		
Входные параметры	-Допуск	Мин.	Макс.	+Допуск	Параметр IOSO	Модель	Значение	Соответс...		
In_1		10	10		In1_1	T-FLEX CAD 18	1.413	Меньше		
In_2		2	30		In1_3	T-FLEX CAD 18	7.391	Норма		
Выходные параметры	-Допуск	Мин.	Макс.	+Допуск	Параметр IOSO	Модель	Значение	Соответс...		
Out_1	-3	88	88	+5	OUT3_2	ANSYS CFX	39.63	Меньше		
Out_2		22	310		OUT4_2	Баллистика	32	Норма		

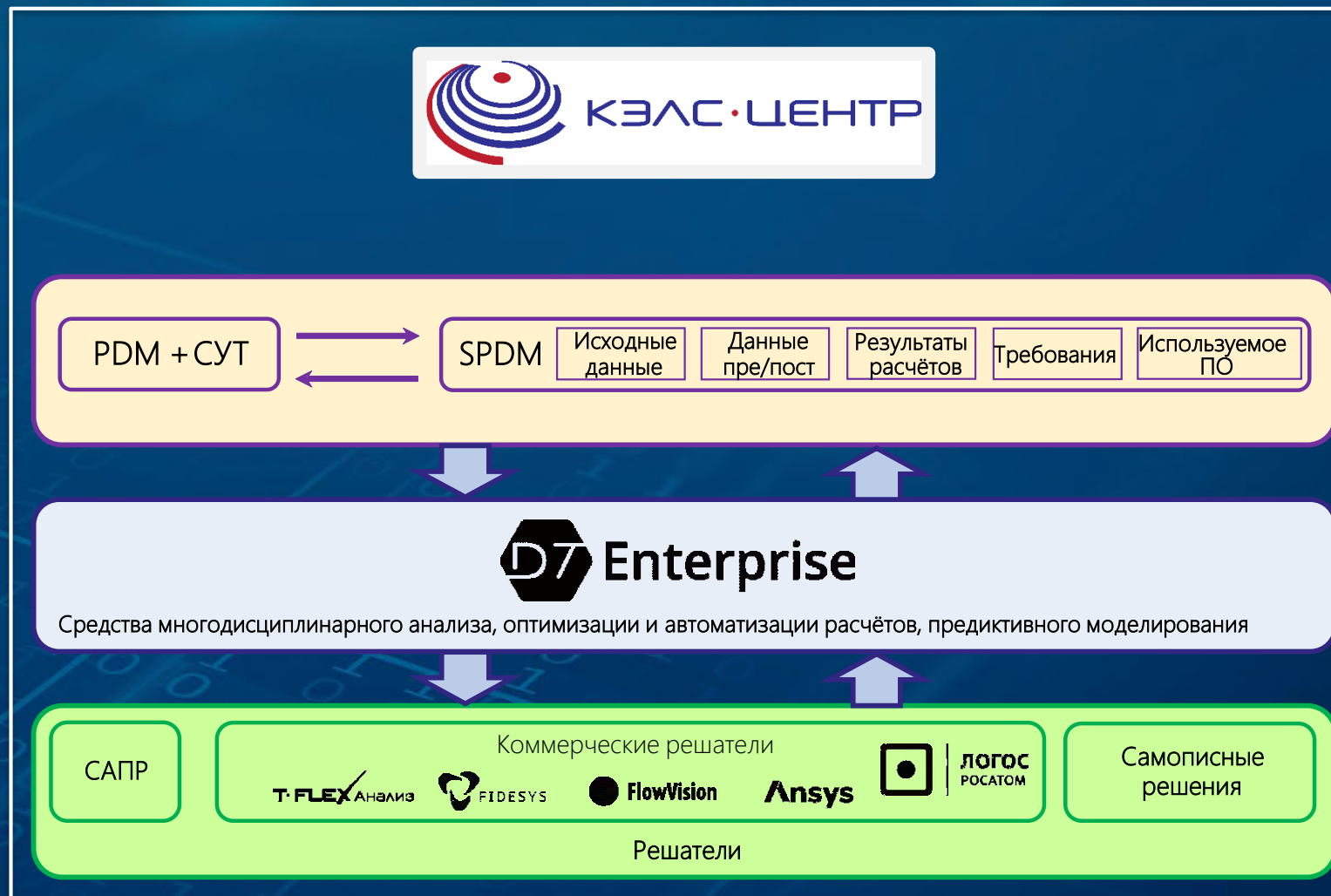
Buttons at the bottom include "Передать в проект", "Передать в фильтр", and "Передать в PLM". A note indicates "Точка № 4 из задачи оптимизации 'Task'".

T-FLEX SPDM. Модуль интеграции T-FLEX DOCs и DT Enterprise

Разработчик – КЭЛС-центр

Интеграция с DT Enterprise (Датадванс):

- Запуск сторонних решателей (например, Ansys)
- Запуск сложных расчётных цепочек
- Многовариантные/оптимизационные расчёты
- Работа с предиктивными моделями
- Автоматическая передача/получение входных/выходных данных для расчёта в DT Enterprise
- Функционал SPDM для T-FLEX DOCs версии 17
- Включён в реестр российского ПО (запись №27969 от 06.05.2025)



T-FLEX SPDM. Сценарий расчёта T-FLEX DOCS <-> DT Enterprise

Сценарий использования v. 17



1. Разработка требований, подготовка исходных данных и расчётных моделей

Спецификация требований к диску

Спец...	Предложено
Максимальные напряжения в диске не должны превышать 850 МПа	Треб... RQ-013
Максимальное напряжение 0	Треб... RQ-015
Требуемое значение: 0 МПа	
Допустимый диапазон значений: от 0 МПа до 850 МПа	Треб... RQ-016

Расчётные данные

- Расчеты отдела А
 - Разработка ЖРД
 - Расчет энергобаланса
- Расчет диска
 - Исходные данные
 - Оптимизационный расчет диска
 - Отчёты
- Расчеты отдела Б

Создать Ctrl+N

Запустить расчет

2. Выбор расчётной схемы и указание параметров запуска расчёта

Запуск расчёта

Решатель: DTE AppsHub

Выбор версии решателя

Решатель: DT Enterprise (AppsHub)

Версия решателя: DT Enterprise V4

Выбор приложения AppsHub

- TestIntegration_Disk_appshub
- SciPy Integration
- TestIntegration_Disk_appshub

Версия приложения: 4

3. Передача данных в DT Enterprise

Запуск расчёта

Вариант расчёта: Вариант 2

Приложение AppsHub: TestIntegration_Disk_appshub v4

Параметры

- Максимальное количество итераций: 25
- Ограничение по напряжению: 850
- Количество лопастей: 25
- Скорость вращения диск: 10000
- r1: 0.11
- r5: 0.2
- r6: 0.22

Периодичность проверки статуса, в секундах: 5

Автозагрузка файлов результатов расчёта:

4. Выполнение расчёта в DT Enterprise, отслеживание хода расчёта в DOCS

5. Автоматическая загрузка результатов в T-FLEX DOCS

Изменить

Наименование	Значение число
Масса оптимум	8,33
Напряжение оптимум	810

Свойства объекта 'data.csv'

data.csv

Свойства графика

- Цвет линии: [green]
- Толщина линии: 2
- Маркеры:
- Требования:

6. Сравнение результатов расчёта с требованиями

Свойства объекта 'Расчет диска'

Наименование	Знач...	Допу...	Допу...	Расчет	Вари...	Стад...	Требование
Напряжение оптимум	810,79	0	850	Расчет диска	Оптим... расчет диска	Утверж...	Максимальн... напряжения в диске не должны превышать 850 МПа

Наименование	Дата создания	Вариант расчёта	Версия решателя	Стадия	Комментарий
Задача 109	17.04.2025 16:19:36	Оптимизационный расчет д...	Оптимизация диска вращения	Выполняется	Процесс оптимизации начат
Задача 108	16.04.2025 12:36:22	Вариант расчёта	Оптимизация диска вращения	Завершена	Оптимизация завершена. Масса = 8.3349565...
Задача 107	10.04.2025 18:18:37	Оптимизационный расчет д...	Оптимизация диска вращения	Завершена	Оптимизация завершена. Масса = 8.3349565...

T-FLEX SPDM. Главное о продукте


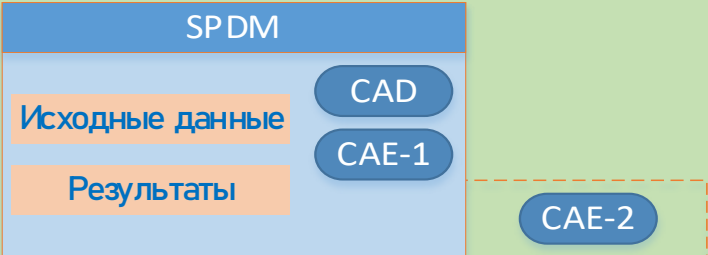
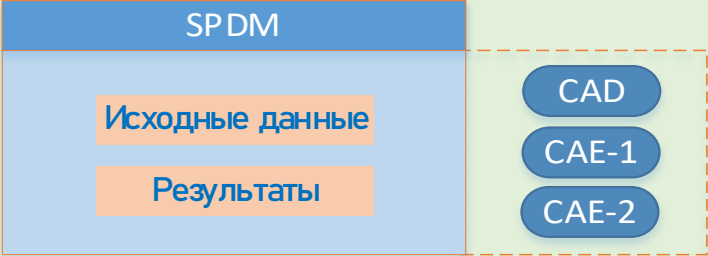
Основные возможности

T-FLEX SPDM — это:

- новая специализированная среда расчётного подразделения в составе T-FLEX PLM;
- решение для предотвращения хаоса из файлов на локальных дисках разных компьютеров в управляемый предсказуемый процесс проведения виртуальных испытаний и ответственного хранения результатов;
- один из важных инструментов для создания конкурентоспособной продукции, особенно сложных изделий.

T-FLEX SPDM. Главное о продукте

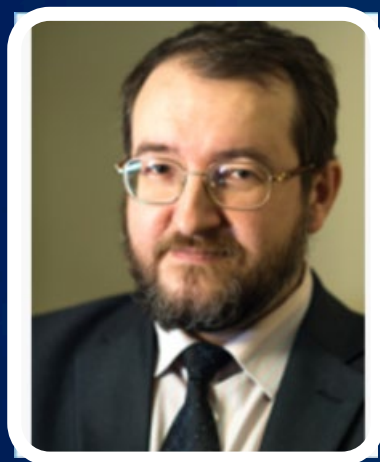
Уровни автоматизации расчётных процессов

<p>Высокий уровень (полная автоматизация)</p>	<p>Интеграция с собственным ПО</p>	
<p>Средний уровень (частичная автоматизация)</p>	<p>Стороннее ПО с разным уровнем интеграции</p>	
<p>Низкий уровень (автоматизир. действия вручную)</p>	<p>Использование неизвестного ПО</p>	

* Независимо от уровня зрелости решения, задачи SPDM решаются всегда!

T-FLEX SPDM. Планы развития

- Реализация механизма управления цепочками расчётов;
- Вычисления на удалённых серверах, включая HPC (высокопроизводительные вычисления);
- Развитие собственных средств API для интеграции с T-FLEX CAE;
- Интеграция с ПО CAE третьих разработчиков;
- Реализация механизма сохранения больших данных по условиям пользователя;
- Отработка сценариев использования T-FLEX SPDM с ПО разного класса, включая оптимизационное;
- Развитие SPDM-решения с участием заказчиков (САС: МЦФХ, Бюджет).



СЕРГЕЙ ДИМИТРИЮК

Архитектор решений по направлению
инженерного анализа, к.т.н. АО «Топ Системы»
dimitruk@topsystems.ru

