

Приложение “Оптимизация IOSO-K”

При разработке проекта любой технической системы конструктор осуществляет одну и ту же последовательность действий: разработка базовой концепции проекта; интеграция комплекса математических моделей для расчета основных показателей эффективности; оценка множества альтернативных вариантов проекта для удовлетворения предъявляемым требованиям.

Приложение **Оптимизация IOSO-K вер. 1.2** позволяет конструктору автоматизировать процесс поиска оптимальных проектных параметров, проведения параметрических исследований при решении задач в среде программного комплекса **КОМПАС-3D** с использованием приложений **KompassFlow, APM FEM, Валы и механические передачи**.

 Для решения оптимизационных задач расчета зубчатых передач с использованием приложения «**Валы и механические передачи**» необходимо скачать и установить расширенный модуль оптимизации IOSO по ссылке www.iosotech.com/download/release/IOSO_for_Gear.zip.

Модуль для опытного использования, бесплатная лицензия до 30.12.2002г.

Для установки модуля:

- скачать и разархивировать архив по указанной ссылке;
- запустить файл *Install.cmd*, установка осуществляется в фоновом режиме.

Модуль обеспечивает решение оптимизационных задач размерность до 10 переменных, до 20 ограничений, до 2 критериев.

По окончании срока действия данной лицензии необходимо деинсталлировать этот модуль в настройках Windows «*Параметры*» - «*Приложения*» - «*Приложения и возможности*» - *IOSO for Kompas3D 3.2*. Это позволит восстановить работоспособность модуля IOSO-K с прежней размерностью решаемых оптимизационных задач.

Режим «**Параметрия**» (параметрические исследования) предназначен для автоматизации процесса расчетов с предварительным заданием массива значений проектных параметров.

Режим «**Оптимизация**» предназначен для определения комбинаций проектных параметров (при заданных диапазонах их изменений) при которых выбранные характеристики моделируемого изделия достигают своих наилучших значений.

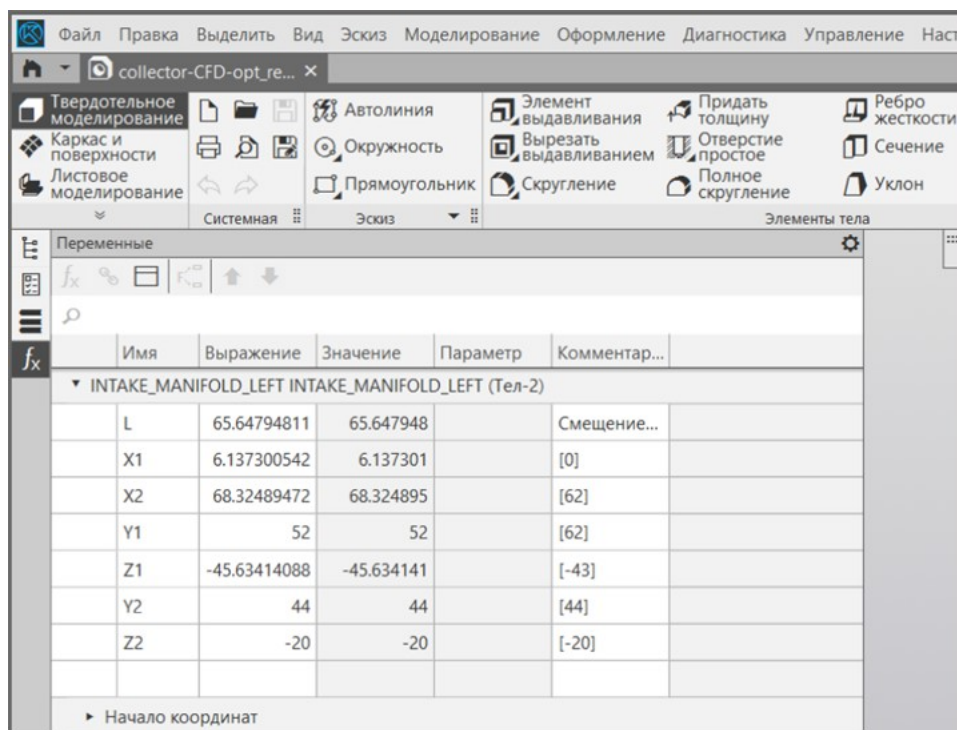
Перед постановкой и решением оптимизационной задачи необходимо ясно понимать:

- *цели задачи оптимизации* – какие характеристики технической системы должны достигнуть предельного значения – *критерии оптимизации*;
- за счет изменения каких параметров будут достигаться заданные цели – *варьируемые переменные*;
- значения *ограничений* на рассчитываемые параметры и критерии, которые должны быть соблюдены.

 По умолчанию примеры решения задач находятся в каталоге "c:\Program Files\ASCON\KOMPAS-3D v2x\Samples\IOSO"

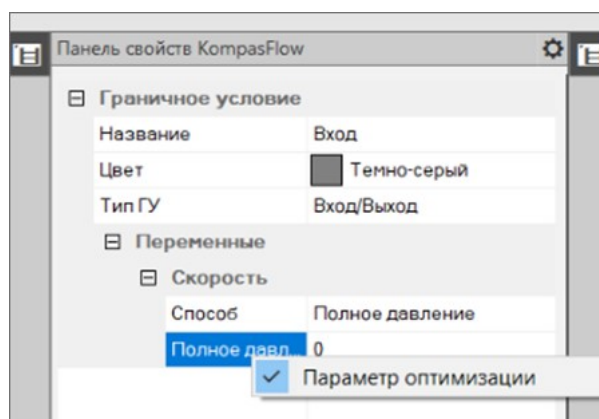
В данной версии IOSO-K в качестве **Варьируемых параметров** доступны следующие параметры:

- в **КОМПАС-3D**: *параметры геометрии*, заданные через переменные, за исключением переменных с формулами



(порядок создания переменных описан в помощи КОМПАС-3D «Работа с переменными > Общие сведения о переменных документа > Панель переменных»);

- в **KompasFlow**: параметры, помеченные, как «Параметры оптимизации»



(порядок задания «Параметров оптимизации» описан в помощи KompasFlow «Справочник по интерфейсу KompasFlow > Интерфейс элементов дерева проекта > Оптимизация»);

- в **APM FEM**: доступных для варьирования параметров нет.

В качестве **Результатов** (Выходных параметров) в приложении IOSO-K доступны следующие параметры:

- в **КОМПАС-3D**:

масса, объем, плотность, площадь поверхности;

Xc, Yc, Zc - координата X, Y, Z центра масс соответственно;

Jx, Jy, Jz - осевой момент инерции в центральной системе координат относительно центральной оси координат X, Y, Z соответственно;

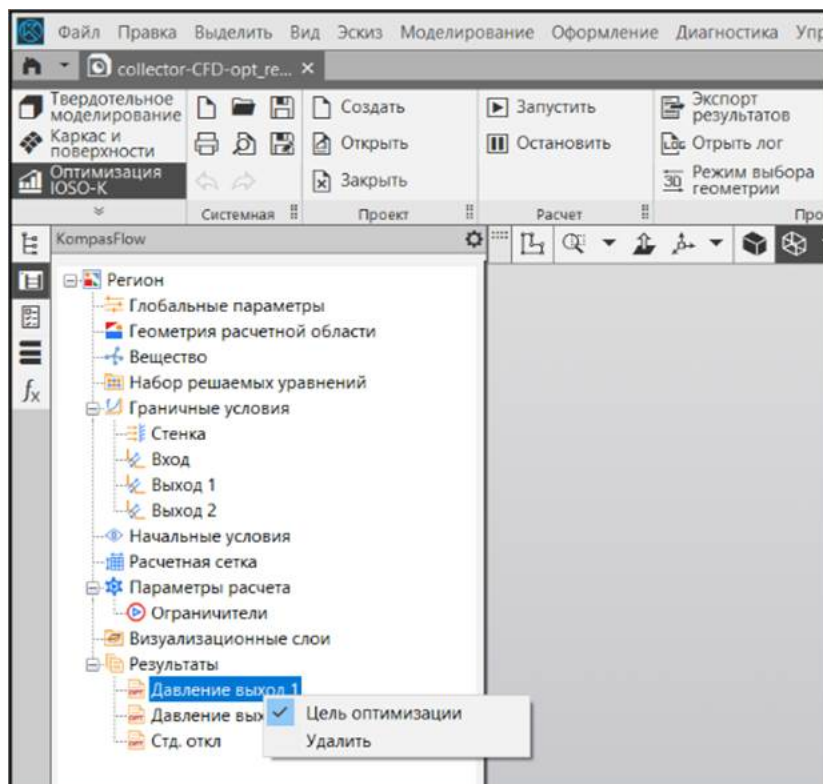
J_{xy}, J_{xz}, J_{yz} - центробежный момент инерции в центральной системе координат относительно центральных осей координат X и Y, X и Z, Y и Z соответственно;

J_{x0}, J_{y0}, J_{z0} - осевой момент инерции в главной центральной системе координат относительно оси X, Y, Z соответственно;

L_x, L_y, L_z - Осевой момент инерции относительно глобальной (исходной) оси координат X, Y, Z соответственно;

L_{xy}, L_{xz}, L_{yz} - Центробежный момент инерции относительно исходных осей координат X и Y, X и Z, Y и Z соответственно;

- в **KompasFlow**: параметры, помеченные, как «Цель оптимизации»



- в **APM FEM**: напряжения, перемещения.

Таким образом, имеется возможность ставить и решать следующие задачи:

- определение оптимальной геометрии изделия для достижения наилучших газо-гидродинамических характеристик в связке программ КОМПАС-3D и **KompasFlow**;
- определение оптимальной геометрии изделия для достижения наилучших массовых/прочностных характеристик в связке программ **КОМПАС-3D** и **APM FEM**;
- определение оптимальных граничных условий режимов работы изделия для достижения наилучших газо-гидродинамических характеристик в программе **KompasFlow**.

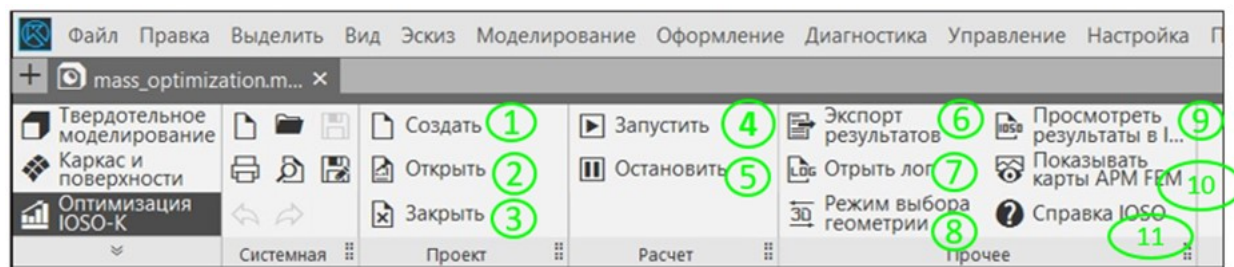
Приложение **Оптимизация IOSO-K** разработано в компании СИГМА Технологии (www.iosotech.com/ru). Используемые в приложении алгоритмы и технологии доступны в расширенном виде в составе *программной платформы управления расчетами и оптимизации IOSO*. Платформа IOSO позволяет осуществлять решение сопряженных multidisciplinary задач, расширенную интеграцию авторского и

коммерческого ПО, интеграцию CAE/CFD пакетов, проведение параметрических вычислений и решения задач оптимизации в параллельном режиме на базе кластеров и многопроцессорных вычислительных.

Предложения и замечания по приложению **IOSO-K** просьба направлять на company@iosotech.com с пометкой в теме письма IOSO-K.

Программные интерфейсы приложения “Оптимизация IOSO-K”

Инструментальная панель приложения “Оптимизация IOSO-K”



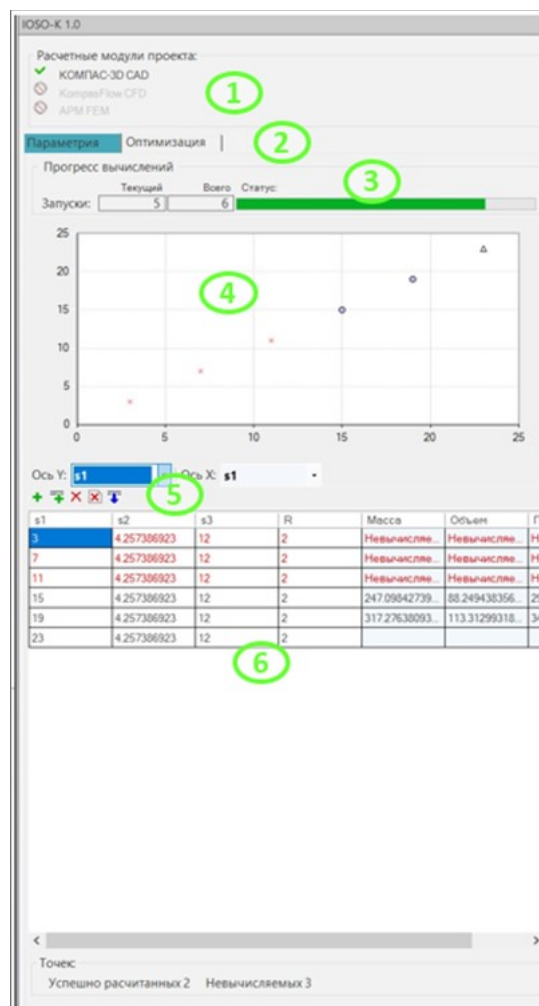
Инструментальная панель приложения **Оптимизация IOSO-K** содержит три группы команд:

- **Проект** – команды создания, открытия и закрытия проекта **IOSO-K**. Проект **IOSO-K** хранится как внутренняя составляющая (пользовательское хранилище) документа **КОМПАС-3D**. Запись проекта **IOSO-K** производится при сохранении родительского документа **КОМПАС-3D**.
- **Расчет** – команды, связанные с запуском и остановкой процесса параметрических расчетов или оптимизации. Зависит от выбранной закладки в интерфейсе модуля.
- **Прочее** – все остальные команды.

При использовании приложения **Оптимизация IOSO-K** доступны следующие функциональные возможности (команды **КОМПАС 3D**):

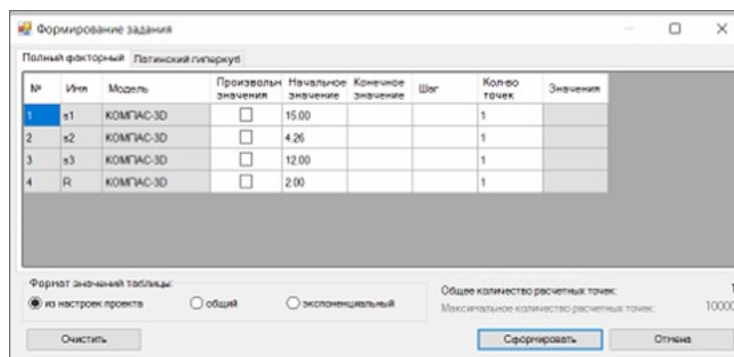
1. **Создать** – создание параметрического и оптимизационного проекта.
2. **Открыть** – открыть имеющийся проект.
3. **Закрыть** – закрыть параметрический/оптимизационный проект.
4. **Запустить** – запустить параметрический/оптимизационный расчет для текущего проект в зависимости от выбранной закладки в интерфейсе приложения **Оптимизация IOSO-K**.
5. **Остановить** – остановить расчет параметрической/оптимизационной задачи.
6. **Экспорт результатов** – запись результатов параметрических/оптимизационных расчетов в текстовый файл.
7. **Открыть лог** – открыть список системных сообщений расчетного ядра приложения **Оптимизация IOSO-K**.
8. **Режим выбора геометрии** – включение данного режима позволяет визуализировать геометрию для выбранного в таблице результата расчета.
9. **Посмотреть результаты в IOSO** – просмотр результатов расчета данной задачи в программном комплексе **IOSO** (в случае если он установлен на компьютере).
10. **Показывать карты APM FEM** – режим визуализации картин напряжений и деформаций детали, рассчитываемых в модуле **APM FEM**.
11. **Справка** – вызов справки по модулю **IOSO-K**.

Интерфейс настройки и постановки параметрической задачи



Интерфейс настройки и постановки параметрической задачи имеет следующие разделы:

1. *Расчетные модули проекта* – выбранные расчетные модули, которые используются в параметрических расчетах.
2. *Закладки модуля* – выбор режима параметрических или оптимизационных расчетов.
3. *Информация о процессе решения параметрической задачи* – визуализация количества выполненных запусков моделей в процессе решения параметрической задачи. *Всего* - значение количества запусков соответствует количеству расчетных заданий в разделе 6.
4. *Графическое представление значений начальных и расчетных значений.*
5. *Кнопки формирования значений в таблице.* Формирование исходных значений для расчета осуществляется добавлением, дублированием, удалением строк и их редактированием. Для проведения множества расчетов целесообразно использовать модуль «Формирование заданий».



№	Имя	Модель	Произвольные значения	Начальное значение	Конечное значение	Шаг	Кол-во точек	Значения
1	s1	КОМПАС-3D	☐	15.00			1	
2	s2	КОМПАС-3D	☐	4.26			1	
3	s3	КОМПАС-3D	☐	12.00			1	
4	R	КОМПАС-3D	☐	2.00			1	

Формат значений таблицы:

☒ из настроек проекта ☐ общий ☐ экспоненциальный

Общее количество расчетных точек: 1
Максимальное количество расчетных точек: 10000

Очистить Сформировать Отмена

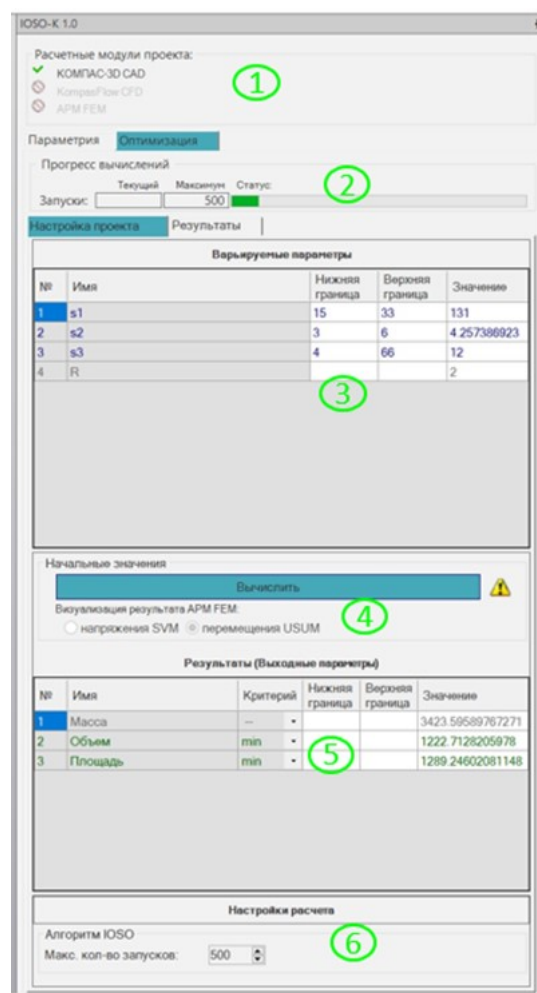
Данный модуль позволяет сформировать массив исходных данных для проведения параметрических расчетов задавая:

- минимальное, максимальное значение параметра и шаг его изменения;
- произвольные значения для параметра.

Далее осуществляется формирование массива возможных комбинаций параметров. Массив параметров также можно сформировать по правилу «Латинского гиперкуба». Для этого необходимо перейти на соответствующую закладку в интерфейсе модуля.

6. *Таблица значений.* Каждая строка в таблице соответствует одному расчету. После проведения расчета строка в таблице заполняется рассчитанными значениями либо появляется запись «**невывчисляемое**», если по тем или иным причинам расчет не может осуществлен с данными исходными значениями.

Интерфейс настройки и постановки оптимизационной задачи



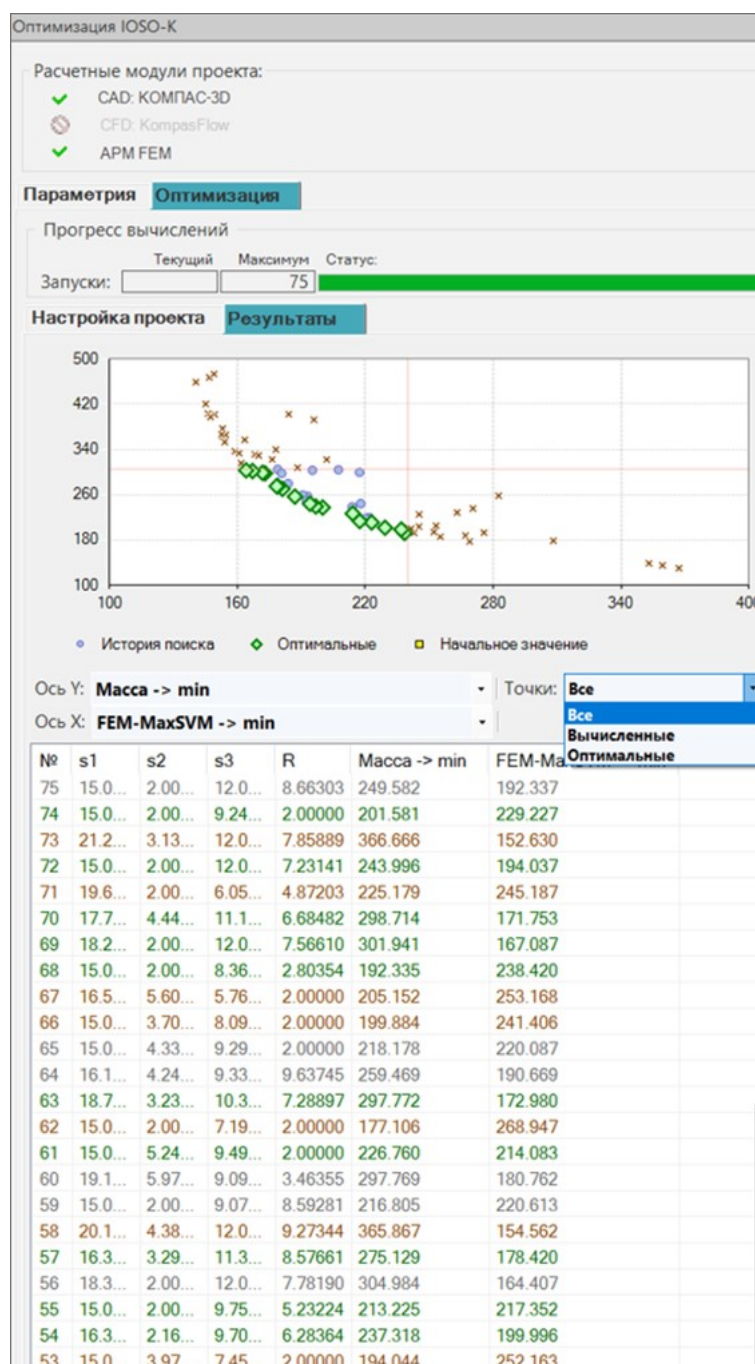
Интерфейс настройки и постановки оптимизационной задачи имеет следующие разделы:

1. *Расчетные модули проекта* – выбранные расчетные модули, которые используются в оптимизационных расчетах.
2. *Информация о процессе решения задачи оптимизации* – визуализация количества выполненных запусков моделей в процессе решения задачи оптимизации. По достижению предельного значения количества запусков процесс оптимизации останавливается. Предельное значение количества запусков задается в разделе 6.
3. *Варьируемые параметры* – интерфейс задания диапазонов изменения варьируемых параметров. Если границы не заданы, для переменной используется фиксированное значение, указанное в поле «Значение». *Синим цветом выделяются параметры с заданным диапазоном варьирования.*
4. *Начальные значения* – в данном разделе имеется кнопка «Вычислить», позволяющая провести запуск настроенного проекта оптимизации для значений варьируемых переменных, заданных в колонке «Значения». Это дает возможность убедиться в корректности настроек применяемых моделей и их работоспособности и получить значения для выходных параметров, что облегчает процесс задания ограничений на них, а также контролировать в дальнейшем улучшения критерия.
«Визуализация результата **APM FEM**» позволяет выбрать визуализацию картины напряжений или деформаций при проведении расчета начальной точки.
5. *Результаты (выходные параметры)* - интерфейс задания типа критерия и ограничений на выходные параметры. *Зеленым цветом выделяются критерии для*

данной оптимизационной задачи.

6. *Настройка расчета* – настройка максимального количества запусков при решении оптимизационной задачи. Настройка алгоритма оптимизации **IOSO** не требуется, ввиду его автоматической адаптации на требуемые параметры функционирования.

Интерфейс результатов решения оптимизационной задачи



Интерфейс результатов решения оптимизационной задачи в табличном и графическом виде визуализирует найденные решения.

В таблице и на графике результаты расчетов выводятся со следующими цветами:

- **зеленый цвет** – оптимальное решение для однокритериальной задачи и парето множество для многокритериальной задачи;

- серый цвет - точки найденные в процессе решения оптимизационной задачи;
- **темно-красный цвет** - точки, выходящие за пределы установленных при постановке задачи ограничений, на графике такие точки показаны как «х». Красная линия на графике визуализирует ограничение на выбранный параметр;
- **ярко-красный цвет** - точки, результаты для которых по каким-то причинам не могут вычислены.

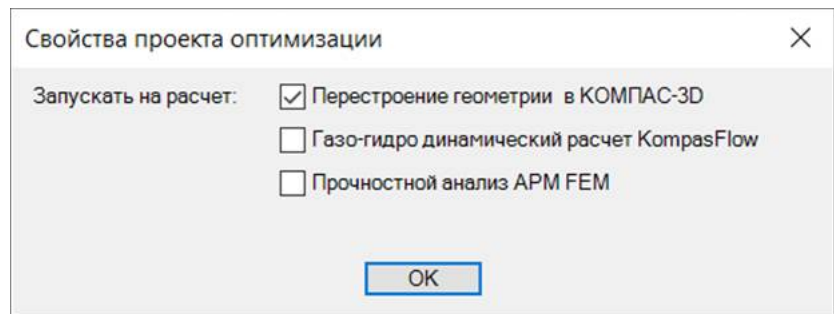
На графике **жёлтая** точка показывает начальные значения, рассчитанные в интерфейсе постановки задачи.

При включенном на ленте «*Режиме выбора геометрии*» для выбранной на графике или в таблице точки визуализируется геометрия изделия, для которой проводился расчет.

Решение параметрической задачи по шагам

Шаг 1. Настройка расчетного проекта

Выбор моделей, применяемых в расчете. Для данной версии CAD доступно решение задач оптимизации с использованием трех систем проектирования: **КОМПАС-3D**, приложения **KompasFlow** и приложения **APM FEM**, как при использовании одиночных моделей, так и их комбинации.



При решении задачи с изменением параметров геометрии изделия в **КОМПАС-3D** необходимо иметь параметризованную геометрическую модель и/или один или два решателя (для двух дисциплинарных задач):

- **KompasFlow** – если необходимо рассчитывать газо- гидродинамических характеристики;
- **APM FEM** - если необходимо рассчитывать прочностные характеристики.

Шаг 2. Постановка параметрической задачи

- формирование таблицы массива значений для расчетов построчно или с использованием модуля формирования заданий;
- перечень выходных параметров зависит от используемых моделей и не редактируется.

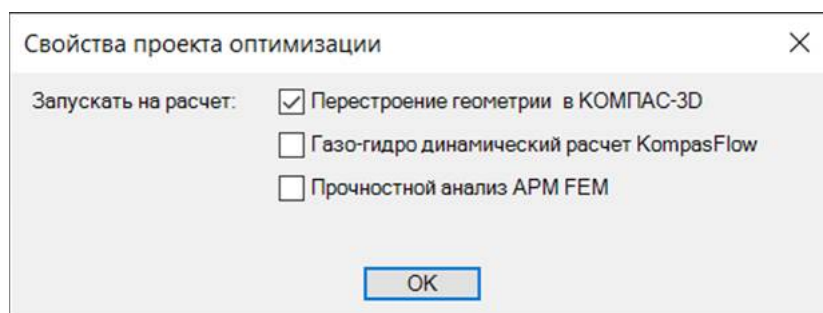
Шаг 3 Расчет и анализ результатов

Процесс решения параметрической задачи полностью автоматизирован и, как правило, не требует вмешательства пользователя. Табличные и графические формы представления результатов позволяют исследователю оперативно анализировать информацию о ходе решения и при необходимости корректировать постановку задачи. В процессе решения задачи параметрических исследований результаты каждого обращения к математическим моделям и результаты каждого расчета записываются в таблицу текущего параметрического исследования.

Решение задачи оптимизации по шагам

Шаг 1. Настройка проекта оптимизации

Выбор моделей, применяемых в расчете. Для данной версии CAD доступно решение задач оптимизации с использованием трех систем проектирования: **КОМПАС-3D**, **KompasFlow** и **APM FEM**, как при использовании одиночных моделей, так и их комбинации.



При решении задачи определения оптимальных параметров геометрии используется **КОМПАС-3D**, в котором необходимо иметь параметризованную геометрическую модель и один или два решателя (для двух дисциплинарных задач):

- **KompasFlow** – если необходимо определить геометрические параметры с точки зрения улучшения газо- гидродинамических характеристик;
- **APM FEM** - если необходимо определить геометрические параметры с точки зрения улучшения прочностных характеристик.

Шаг 2. Постановка задачи оптимизации

- определение диапазонов изменения для варьируемых параметров либо задание для них фиксированных значений;

- выбор для выходных параметров типа критерия оптимизации: *максимизация* или *минимизация* и ограничения на параметры.

Для одного проекта исследования может быть сформулирована и настроена совокупность задач оптимизации, различающихся варьируемыми переменными, критериями и ограничениями.

При постановке задач оптимизации от пользователя не требуется специальных знаний в теории оптимизации, ввиду того, что используемый **IOSO** алгоритм оптимизации адаптивный и настройка его не требуется.

Рекомендуется перед решением задачи оптимизации провести расчет для начальных параметров, заданных в таблице варьируемых параметров в колонке «Значения». Это дает возможность убедиться в корректности настроек применяемых моделей и иметь значение критерия для исходной модели и в процессе решения оптимизационной задачи наблюдать за его улучшением.

Шаг 3 Оптимизация и анализ результатов

Процесс решения задачи оптимизации полностью автоматизирован и, как правило, не требует вмешательства пользователя. Табличные и графические формы представления результатов позволяют исследователю оперативно анализировать информацию о ходе решения и при необходимости корректировать постановку задачи. В процессе решения

задачи оптимизации результаты каждого обращения к математической модели и результаты каждого эксперимента записываются в базу данных текущего оптимизационного исследования.

Поставляемый модуль оптимизации **IOSO** позволяет решать задачи оптимизации в однокритериальной и двухкритериальной постановке, количество варьируемых переменных: не более 5, количество ограничений: не более 5. Расширенные лицензии позволяет иметь до 100 варьируемых переменных, количество критериев оптимизации не более 20, суммарное количество функциональных ограничений типа "неравенство" не более 100.