

**ПОВЕШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ
МЕХАНИЗМОВ СО СВЯЗАННЫМИ
ЗУБЧАТЫМИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ КОЛЕСАМИ**

**Головин А.О., Дупленко А.Г., Войтенко И.В.
Научные руководители – доцент Мерко М.А., доцент Колотов А.В.
Сибирский федеральный университет**

Анализ особенностей расчета геометрических параметров механизмов со связанными зубчатыми цилиндрическими колесами, представленных в работах И. А. Болотовского, показывает, что не всегда возможно обеспечить требуемые величины показателей качества, а зачастую получение однозначного приемлемого решения затруднено или вообще не возможно. Решение подобной задачи для зубчатых механизмов данного вида возможно только с помощью метода объемного блокирующего контура (ОБК).

Используя основные положения, представленные в работах научных руководителей, разработан алгоритм определения параметров, оказывающих основное влияние на величины показателей качества механизмов со связанными зубчатыми цилиндрическими колесами методом объемного блокирующего контура, состоящий из нескольких основных модулей (рис. 1). С целью повышения эффективности процесса проектирования механизмов данного вида научными руководителями при участии группы студентов сформирован программный комплекс (ПК) «Контур_3D», реализующий данный алгоритм. При создании ПК «Контур_3D» предпочтение было отдано среде программирования Borland Delphi и открытой графической библиотеке, использующей технологию OpenGL, что позволяет сформировать независимый от языка программирования кросс-платформенный программный интерфейс, необходимый для написания приложений, применяющих двумерную или трёхмерную компьютерную графику.

Для удобства пользователя ПК «Контур_3D» снабжен программой инсталляции позволяющей на рабочем столе ПЭВМ расположить иконку, нажатием на которую осуществляется запуск программного комплекса, что сопровождается появлением на экране монитора окна модуля 1, т. е. модуля исходных данных. В ячейках этого окна необходимо указать значения исходных данных и нажать на кнопку «Enter» на клавиатуре ПЭВМ, что позволит запустить расчет геометрических параметров для каждой пары зацепления связанных зубчатого цилиндрических колес. Результат работы модуля 1 передается в модуль 2, т. е. модуль формирования плоских блокирующих контуров, ограниченных линиями интерференции.

Получив необходимую информацию, модуль 2 выполняет построение плоских блокирующих контуров для каждого зацепления связанных цилиндрических колес. Результат построения передается в модуль 3, т. е. модуль формирования объемного блокирующего контура, ограниченного поверхностями интерференции.

Модуль 3 начинает работу с формирования глобальной системы координат $\Sigma = \{0; X_1; X_2; X_3\}$. На координатных плоскостях глобальной системы располагаются плоские прямоугольные (декартовы) системы координат $h - \Sigma = \{0_h; x_{1h}; x_{2h}\}$, $w - \Sigma = \{0_w; x_{2w}; x_{3w}\}$, $v - \Sigma = \{0_v; x_{1v}; x_{3v}\}$ каждая из которых соответствует паре колес образующих зацепление. Затем с системами координат каждой координатной плоскости совмещаются системы координат соответствующего плоского блокирующего контура, построенных предшествующим модулем 2. Проецированием кривых показателей качества плоских блокирующих контуров, расположенных

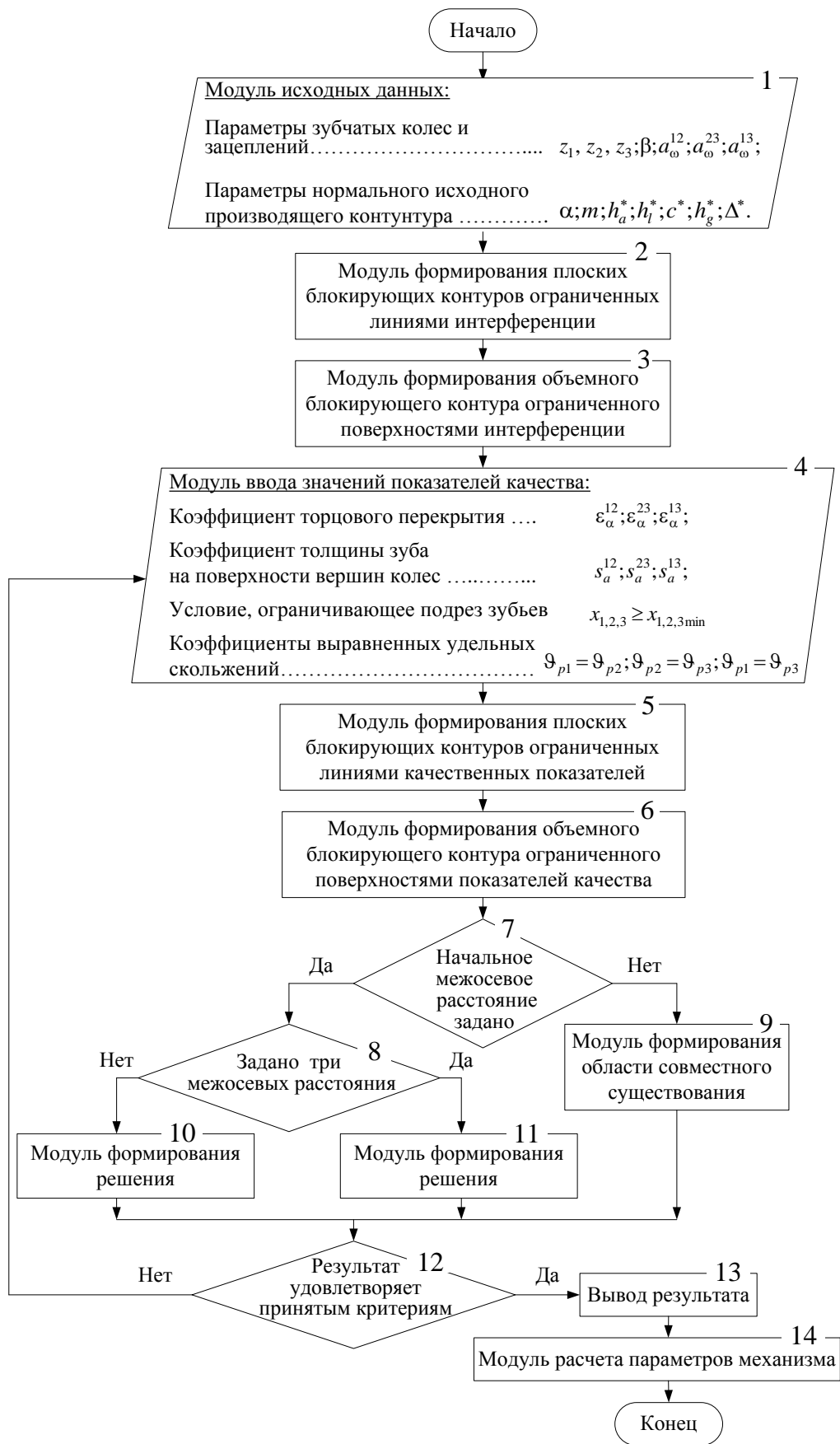


Рисунок 1 – Алгоритм определения параметров механизмов со связанными зубчатыми цилиндрическими колесами методом объемного блокирующего контура на соответствующих координатных плоскостях $h - x_{1h}x_{2h}$, $w - x_{2w}x_{3w}$, $v - x_{1v}x_{3v}$ осуществляется построение объемного блокирующего контура (рис. 2, а).

По окончании формирования ОБК запускается модуль 4, т. е. модуль ввода значений показателей качества, а полученный результат передается в модуль 5, т. е. модуль формирования плоских блокирующих контуров, ограниченных линиями показателей качества.

В ячейках окна модуля 4 необходимо указать значения показателей качества, которыми должен обладать проектируемый механизм со связанными зубчатыми цилиндрическими колесами и нажать на кнопку «Enter» на клавиатуре ПЭВМ, что осуществит передачу введенных данных в модуль 5.

Модуль 5 обеспечивает нанесение ограничительных линий на поверхности плоских блокирующих контуров, исходя из заданных условий в модуле 4. Результат работы модуля 5 передается в модуль 6, т. е. модуль формирования объемного блокирующего контура ограниченного поверхностями показателей качества механизма. Для удобства пользователя ПК «Контур_3D» позволяет осуществить трансляцию результата работы модуля 5 в программное средство Microsoft Word.

Модуль 6 обеспечивает реализацию процесса формирования объемного блокирующего контура с учетом величин показателей качества указанных в ячейках окна модуля 4. Полученный ОБК передается в модуль 7, т. е. модуль логической операции.

Модуль 7 определяет: задано или нет значение начального межосевого расстояния. При результате «да» обеспечивает переход к модулю 8, т. е. к модулю логической операции, а при «нет» соответственно переводит к модулю 9, т. е. модулю формирования области совместного существования связанных зубчатых колес.

Модуль 8 определяет: заданы или нет значения начальных межосевых расстояния для трех возможных зацеплений связанных зубчатых цилиндрических колес. При результате «да» обеспечивает переход к модулю 11, т. е. к модулю формирования решения, а при «нет» соответственно переводит к модулю 10 т. е. модулю формирования решения.

Модуль 11 обеспечивает выбор коэффициентов относительного смещения для трех зацеплений посредством проецирования линии соответствующих суммарным коэффициентам смещения для всех зацеплений $x_1 + x_2 = x_{\Sigma_{12}}$, $x_2 + x_3 = x_{\Sigma_{23}}$ и $x_1 + x_3 = x_{\Sigma_{13}}$ (рис. 2, б). Точка пересечения этих линий в объемном блокирующем контуре однозначно определит значения коэффициентов относительного смещения для каждого из колес. При этом в каждом частном случае получает только одно возможное решение, удовлетворяющее принятым критериям.

Модуль 10 осуществляет определение коэффициентов относительного смещения для двух зацеплений, аналогично выше представленному случаю с той лишь разницей, что на координатные плоскости осуществляется наложение не трех прямых, а двух для соответствующих зацеплений. При этом имеем не однозначное решение, а диапазон значений коэффициентов относительного смещения для каждого колеса.

Результаты работы одного из модулей 9, 10 или 11 передается в модуль 12, т. е. модуль логической операции.

Для удобства пользователя ПК «Контур_3D» позволяет осуществить трансляцию результатов работы модулей 3, 5, 6, 11 в текстовый редактор Microsoft Word.

Модуль 12 производит действия, связанные с определением соответствуют или нет результаты работы всех предшествующих модулей принятым критериям. При результате «да» обеспечивает переход к модулю 13, а при «нет» соответственно переводит к модулю 4. Возврат к модулю 4 указывает на отсутствие решения задачи при заданных величинах показателей качества, что потребует корректировки их значений в ячейках окна данного модуля.

Модуль 13 осуществляет выводы результатов работы всех предшествующих модулей с передачей данных в модуль 14, который выполняет расчет параметров

механизма со связанными зубчатыми цилиндрическими колесами с последующей передачей результата в программные комплексы Microsoft Word или Microsoft Excel.

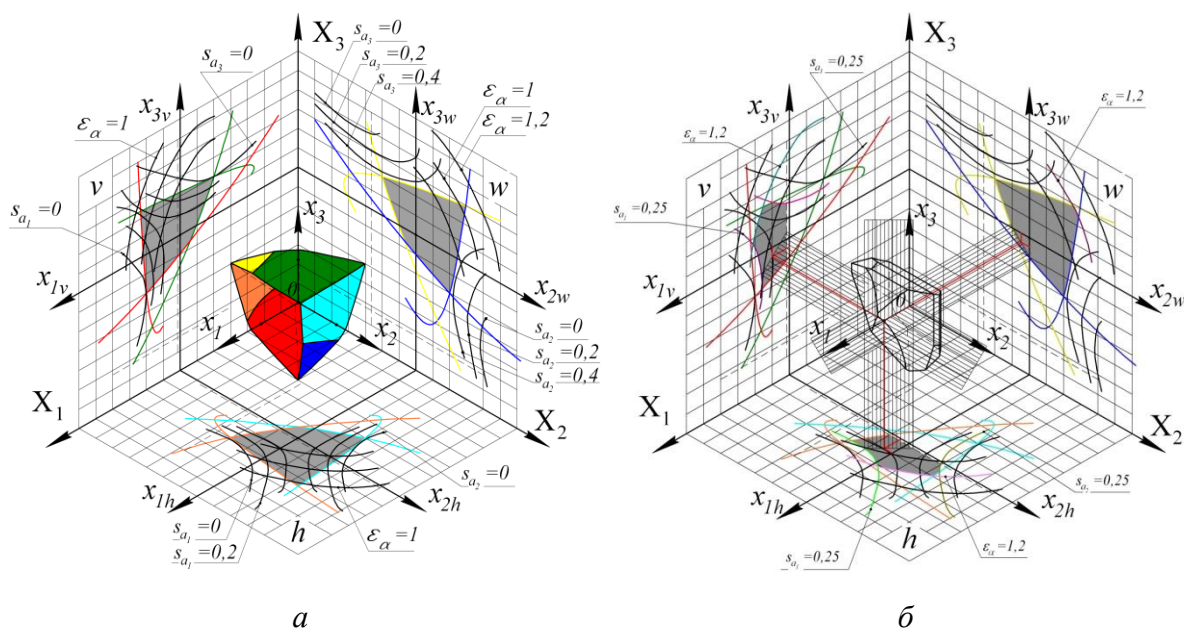


Рисунок 2 – Вид результата работы модулей 3 и 11 в программе «Контур_3D»
a – объемный блокирующий контур в глобальной системе координат образованный поверхностями интерференции; *б* – объемный блокирующий контур обеспечивающий формирование значений коэффициентов относительного смещения при заданных трех межосевых расстояниях

Применение программного комплекса «Контур_3D» позволяет повысить эффективность процесса проектирования механизмов со связанными зубчатыми цилиндрическими колесами посредством исключения ошибок при решении задачи по обеспечению показателей качества механизмов данного вида в результате применения метода объемного блокирующего контура на стадиях расчета и проектирования.