

# Gearac1

СИСТЕМА ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА ТРАНСМИССИЙ

---

Документация по установке и эксплуатации  
программного обеспечения



**ЦИАМ**

Центральный институт авиационного  
моторостроения имени П.И. Баранова

# Оглавление

1	Общие сведения .....	3
1.1	Описание программы .....	3
1.2	Состав программы.....	3
1.3	Системные требования .....	4
2	Установка программы .....	5
2.1	Подготовка к установке .....	5
2.2	Установочный пакет .....	5
2.3	Пошаговая инструкция.....	5
2.4	Возможные ошибки при установке.....	8
3	Начало работы с программой.....	9
3.1	Лицензионный ключ .....	9
3.2	Запуск программы.....	9
3.3	Интерфейс программы .....	9
3.4	Ввод данных .....	11
4	Меню и панель инструментов .....	12
4.1	Меню программы .....	12
4.2	Панель инструментов .....	15
4.2.1	за данных.....	16
4.2.2	Построение 3D модели.....	17
4.2.3	Обкатка зубьев .....	18
5	Расчет деталей трансмиссий.....	19
5.1	Расчет цилиндрической зубчатой передачи .....	19
5.2	Расчет конической зубчатой передачи .....	20
5.3	Расчет подшипников .....	21
5.4	Расчет валов .....	21
6	Завершение работы с программой .....	23
6.1	Сохранение файлов.....	23
6.2	Закрытие программы .....	23
7	Удаление программы.....	24
7.1	Пошаговая инструкция.....	24

### 1.1 Описание программы

«Система инженерного анализа трансмиссий Gearac1» (далее - Gearac1) – это инженерный программный комплекс, основанный на имплементации международных и отечественных стандартов расчётов деталей и отражает опыт инженеров ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова» в области высоконагруженных трансмиссий для автоматизированного проектирования и расчёта редукторов.

#### Цель

Создание отечественного программного обеспечения (ПО), предназначенного для автоматизированного расчета и проектирования элементов трансмиссий, с использованием современных расчетных методик.

#### Задачи

- Увеличение точности и качества расчетных процессов;
- Стандартизация расчетных методик на предприятиях;
- Ускорение этапов разработки редукторов;
- Замещение иностранных программных продуктов.



Gearac1 обладает широкими расчётными и проектировочными возможностями и может использоваться в различных областях машиностроения, в том числе в сфере энергетических установок, автомобилестроения и авиастроения.



В программном комплексе Gearac1 воплощён опыт изучения и использования современных стандартов для расчёта параметров геометрии, назначения допусков, расчёта прочностных характеристик зубчатых передач, валов и др.

### 1.2 Состав программы

Оболочка программного комплекса, модуль расчёта цилиндрических зубчатых передач, модуль расчёта конических зубчатых передач, модуль расчёта валов, модуль расчёта подшипников качения, база данных

материалов, база данных смазочных веществ, база данных моделей подшипников, справочная система.

### 1.3 Системные требования

Минимальные системные требования:

Операционная система:	Microsoft Windows 10 (64-bit) или новее
Процессор:	Двухъядерный процессор с частотой 1 ГГц
Оперативная память (RAM):	4 ГБ
Место на жестком диске:	2,5 ГБ свободного места на диске
Дисплей:	Разрешение экрана 1920 x 1080
Дополнительно:	Наличие USB-портов

Рекомендуемые системные требования:

Операционная система:	Microsoft Windows 10 (64-bit) или новее
Процессор:	Многоядерный процессор с частотой не менее 3,4 ГГц
Оперативная память (RAM):	64 ГБ
Место на жестком диске:	2,5 ГБ свободного места на диске
Дисплей:	Разрешение экрана 1920 x 1080
Дополнительно:	Наличие USB-портов

Требуемое программное обеспечение:

Microsoft .NET Framework 4.6.1 Для функционирования программного комплекса

*Примечание: входит в Microsoft Windows 10 KB3102495*

Дополнительное программное обеспечение:

Siemens NX 12.0 Для построения 3D модели цилиндрических зубчатых колес

### 1.4 Подготовка к установке

Для установки программы Gearacl необходимо приобрести у правообладателя ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова» дистрибутив и лицензионный ключ защиты Guardant. При возникновении вопросов можете воспользоваться формой обратной связи или найти контактные данные на официальном сайте <https://ciam.ru/services>.

### 1.5 Установочный пакет

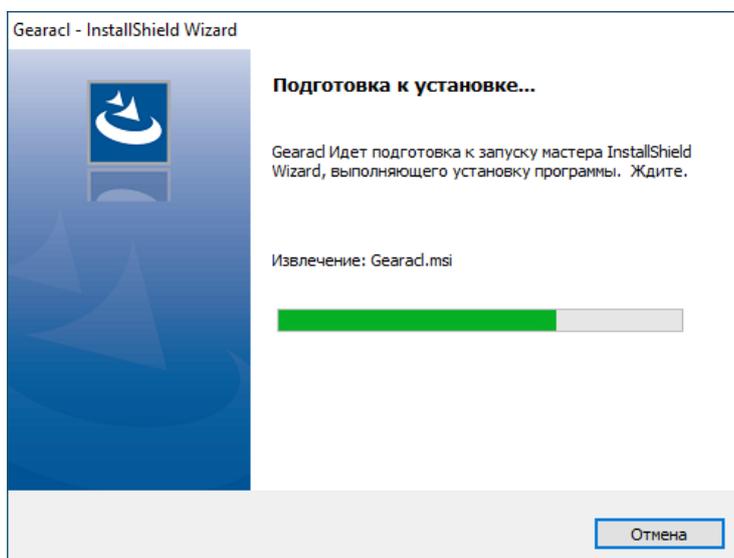
Установочный пакет состоит из трёх основных элементов:

1. «GearaclSetup\_04\_12\_24.exe» – основной исполняемый файл для установки программы. Данный файл запускает процесс установки и обеспечивает корректное развертывание приложения на компьютере.
2. «NDP461-KB3102436-x86-x64-AllOS-ENU.exe» – исполняемый файл для установки компонента Microsoft .NET Framework 4.6.1, который необходим для работы программы.
3. «Инструкция по установке ПО Gearacl.pdf» – файл с инструкцией по установке программы, которые содержит пошаговое руководство, советы по устранению возможных ошибок и информацию о системных требованиях.

### 1.6 Пошаговая инструкция

#### Шаг 1:

Запустить файл для установки «GearaclSetup.exe» от имени администратора.



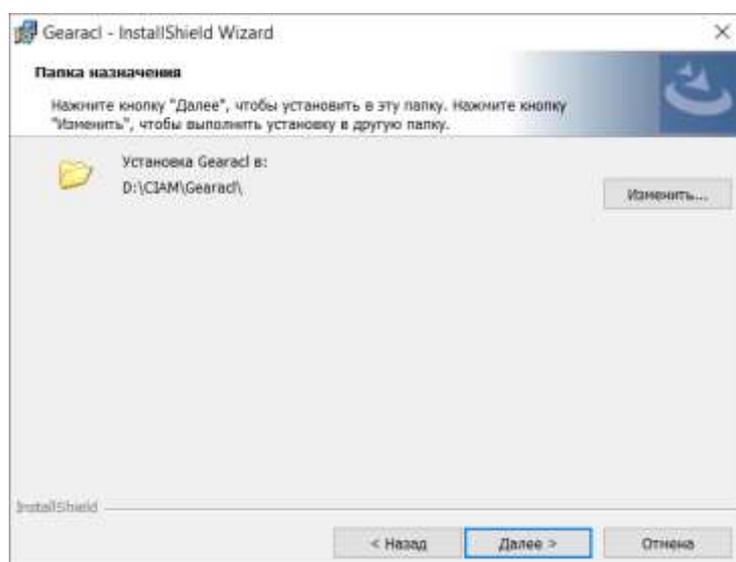
## Шаг 2:

После появления экрана приветствия нажать кнопку «Далее».

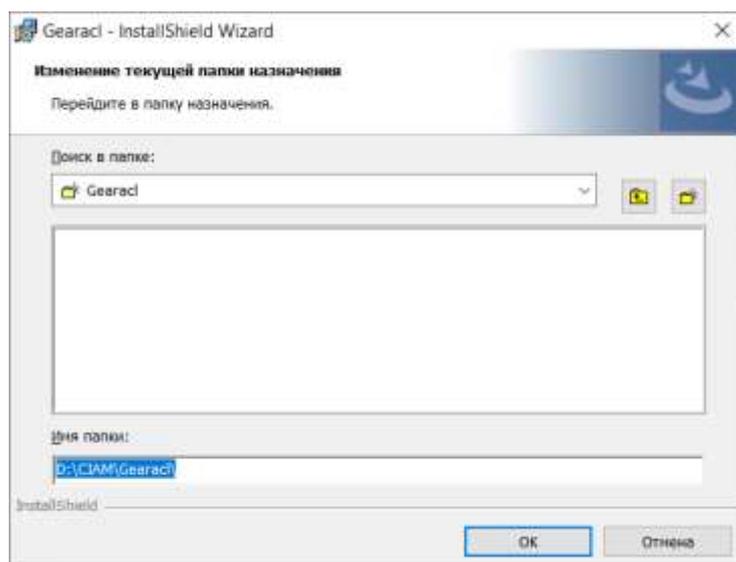


## Шаг 3:

Выбрать место установки программы. Рекомендуется сохранить место установки по умолчанию, затем нажать «Далее».

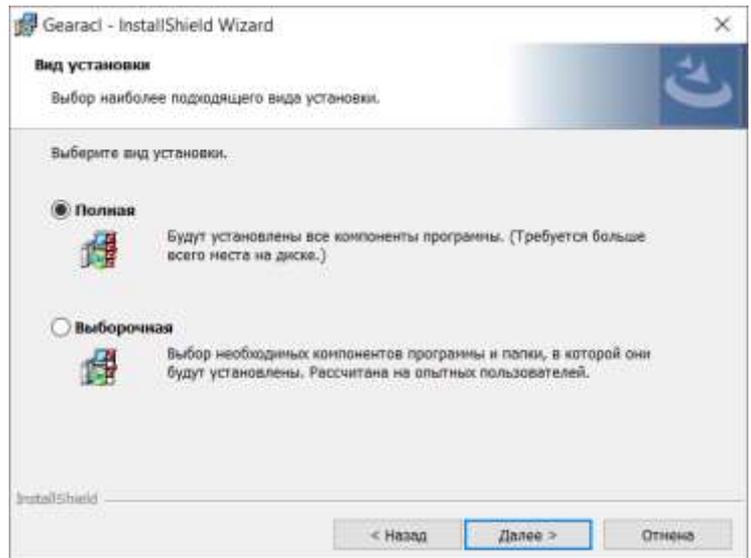


Примечание: нажатие на кнопку «Изменить...» позволит поменять место установки программы в отдельном окне. По завершению выбора папки нажать «Далее».



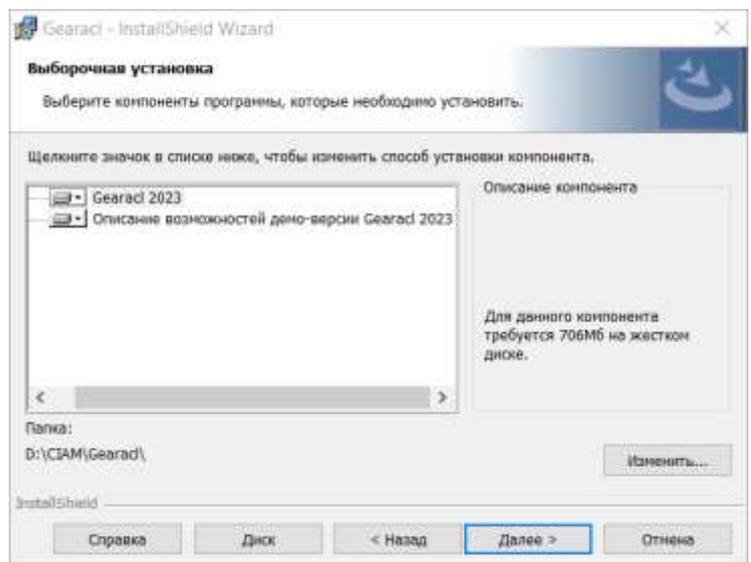
#### Шаг 4:

Рекомендуется выбрать вид установки - «Полная», затем нажать «Далее».



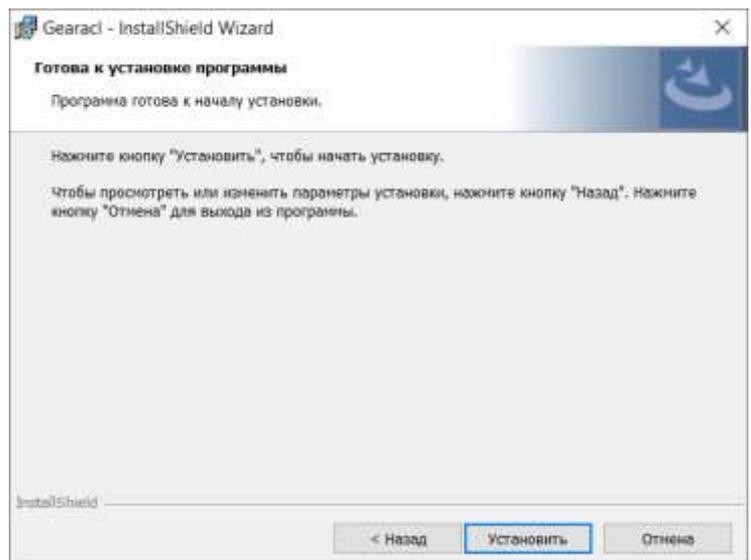
Примечание: вид установки «Выборочная» позволяет определить компоненты для установки.

Для текущей версии существует два компонента: программа и инструкция к ней, поэтому рекомендуется выбирать вид установки «Полная».



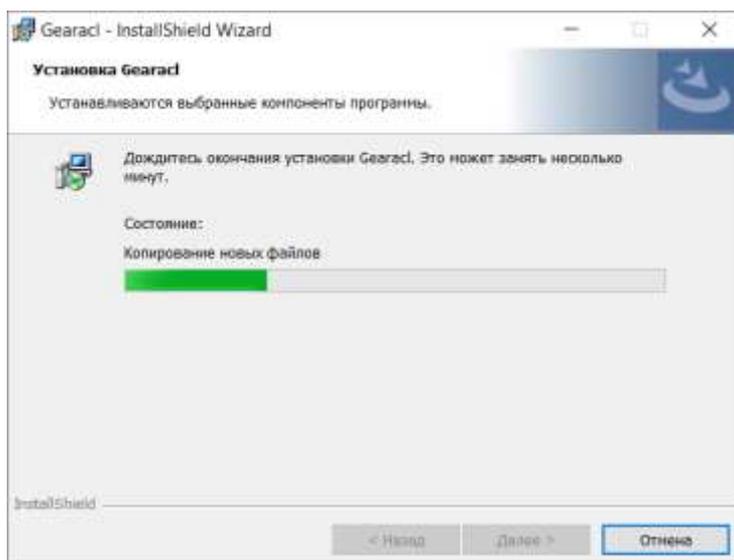
#### Шаг 5:

После отображения экрана подтверждения готовности к установке нажать на кнопку «Далее».



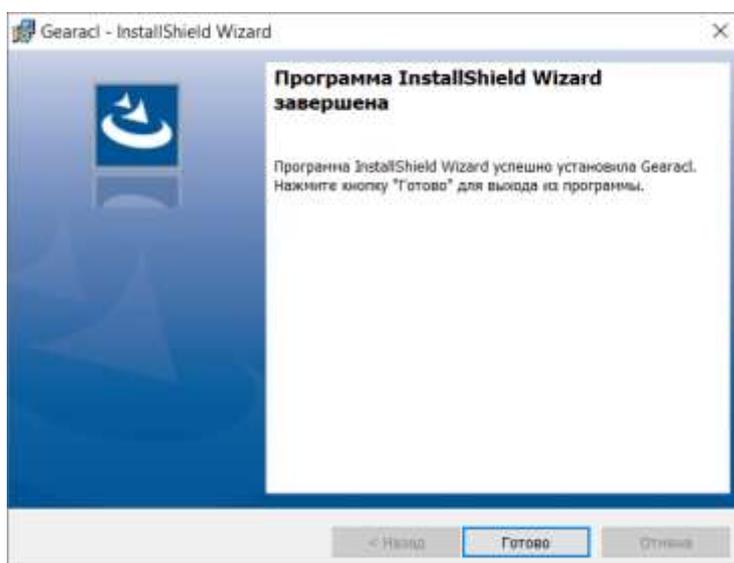
## Шаг 6:

Прогресс установки будет демонстрировать индикатор заполнения. Необходимо дождаться окончания процесса.



## Шаг 7:

После окончания установки нажать на кнопку «Готово», чтобы закрыть установщик и завершить процесс.



Программа Gearac1 успешно установлена и готова к работе.

## 1.7 Возможные ошибки при установке

При отсутствии компонента Microsoft .NET Framework 4.6.1, который входит в состав обновления Microsoft Windows 10 (KB3102495), программа Gearac1 не запустится. Для устранения проблемы с запуском необходимо установить данный компонент, используя файл «NDP461-KB3102436-x86-x64-AllOS-ENU.exe» из установочного пакета.

### 2.1 Лицензионный ключ

Перед запуском программы Gearac1 необходимо установить в USB-порт компьютера электронный ключ защиты Guardant с интерфейсом USB, в противном случае программа выдаст ошибку и работы прекратится.



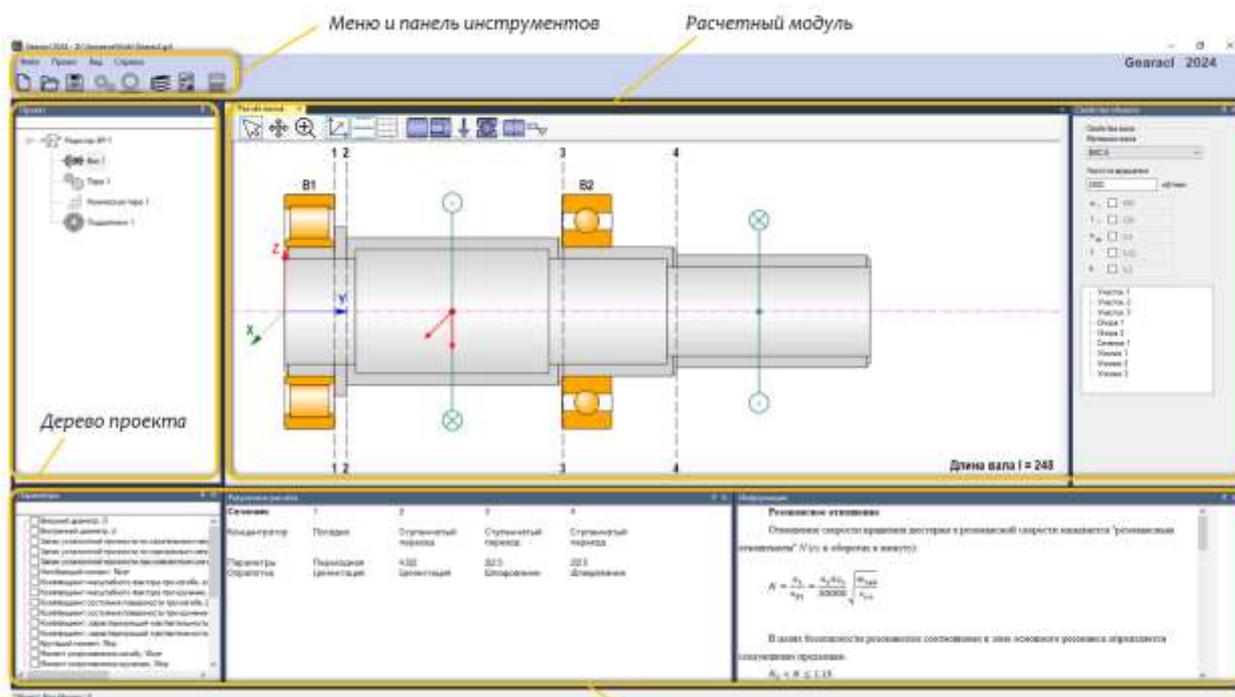
### 2.2 Запуск программы



Запуск программы осуществляется через нажатие по иконке, которая располагается в папке программы, меню Пуск или на рабочем столе. После запуска программы откроется окно, в котором пользователь может начать работу.

### 2.3 Интерфейс программы

Интерфейс Gearac1 разделён на функциональные зоны: строка меню, панель инструментов и окна (дерево проекта, расчетный модуль и дополнительные окна). Вид программы с стандартным вариантом расположения окон:



Дополнительные окна для расчетного модуля

Меню является списком возможностей программы: команды и опции, доступные для пользователя. Меню располагается в слева верхней части программы.



Для быстрого доступа наиболее часто используемые команды продублированы на панели инструментов с помощью пиктограмм. Панель инструментов располагается под Меню и позволяет выполнить команды одним щелчком мыши.

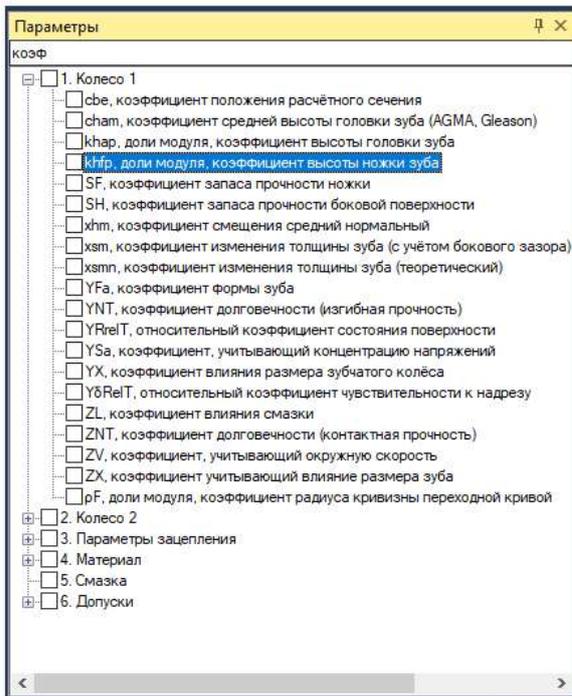


Дерево проекта предоставляет доступ к управлению структурой трансмиссии через добавление или удаление таких элементов, как цилиндрическая и коническая зубчатые передачи, подшипники, валы. Их также можно объединить в ступень редуктора.

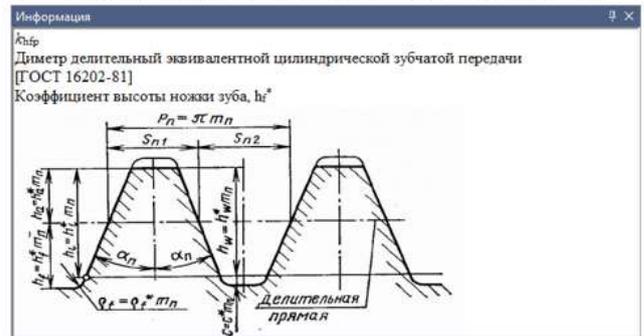
Элементы дерева проекта являются переключателями между расчетными модулями, в которых содержится информация о деталях.



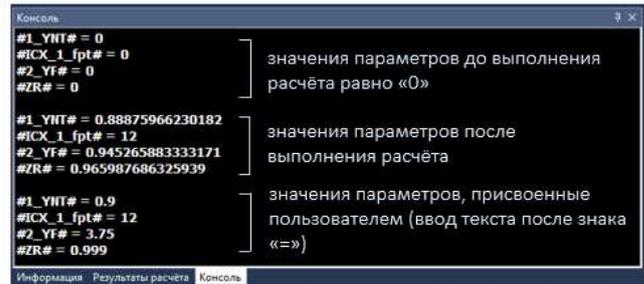
Дополнительные окна позволяют продемонстрировать больше сведений о деталях: в окне «Параметры» выбирается параметр и если нажать на его название один раз, то откроется справочная информация по нему в окне «Информация», а если нажать два раза, тогда отобразится его текущее значение в окне «Консоль». Основная функция инструмента «Консоль» заключается в обеспечении возможности ввода данных, отличающихся от результатов расчёта, полученных, например, экспериментальным путём.



Одно нажатие по параметру откроет окно «Информация»



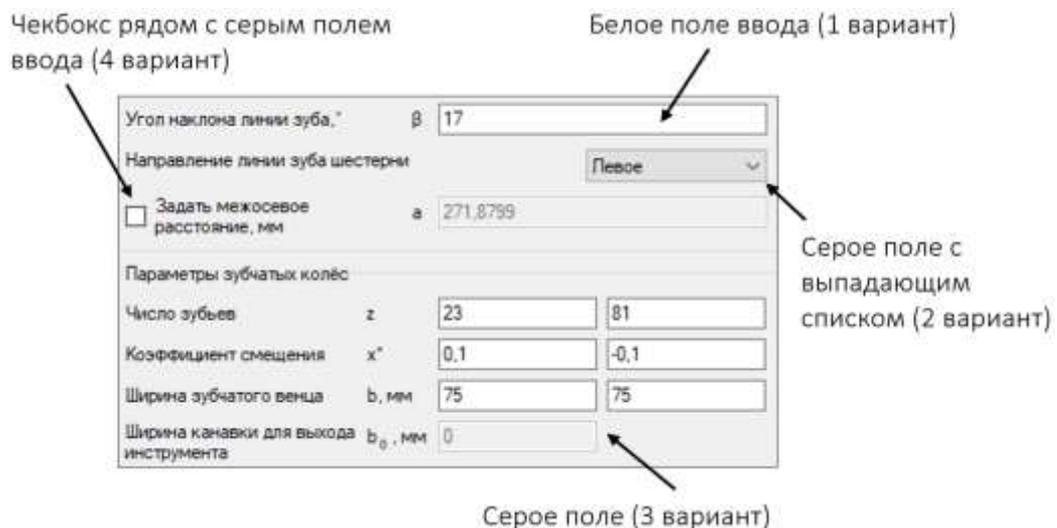
Двойное нажатие по параметру откроет окно «Консоль»



## 2.4 Ввод данных

В окне расчетного модуля находятся поля ввода исходных данных. В программе предусмотрено четыре варианта ввода данных:

1. пользователь заполняет поля вручную (белое поле);
2. пользователь подгружает информацию из Базы данных (серое поле с выпадающим списком);
3. программа самостоятельно определяет значение, пересчитывая по другим введенным пользователем данным (серое поле);
4. пользователь присваивает значение для параметра, которое изначально определяется программой автоматически (установления флага/чекбокс рядом с серым полем).



### 3.1 Меню программы

Файл Проект Вид Справка

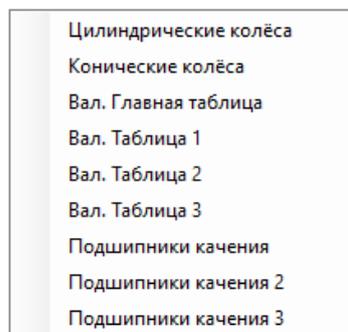
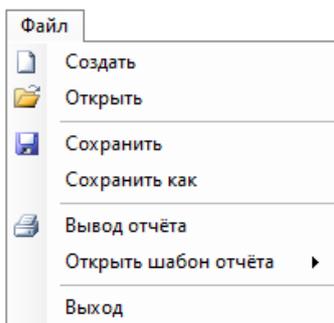
Пункт «Файл» предоставляет доступ к командам:

« Создать» – команда для создания нового проекта. При этом в дереве будут добавлены все расчетные модули, заполненные данными примеров расчетов. Пользователю предлагается редактировать содержимое.

« Открыть» – команда позволяет открыть существующий файл в формате Файла расчёта элементов трансмиссии (\*.gcl). При выборе этой опции откроется диалоговое окно, в котором выбирается в нужный файл на компьютере.

« Сохранить» – команда, с помощью которой можно сохранить текущие изменения в активном проекте. Если файл уже был сохранен ранее, изменения будут обновлены, в противном случае будет предложено указать имя и место для сохранения.

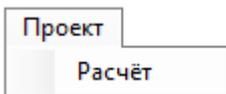
«Сохранить как» – команда позволяет сохранить текущий проект под новым именем. При выборе этой опции откроется диалоговое окно для указания нового имени файла и его расположения.



« Вывод отчета» – команда для вывода отчета с исходными данными и результатами расчета в формате Rich Text Format (\*.rtf) с возможностью редактирования итогового файла отчета.

«Открыть шаблон отчета» – команда, которая предоставляет доступ ко всем шаблонам отчетов с возможностью редактирования. Программа сохранит изменения при последующем выводе отчета.

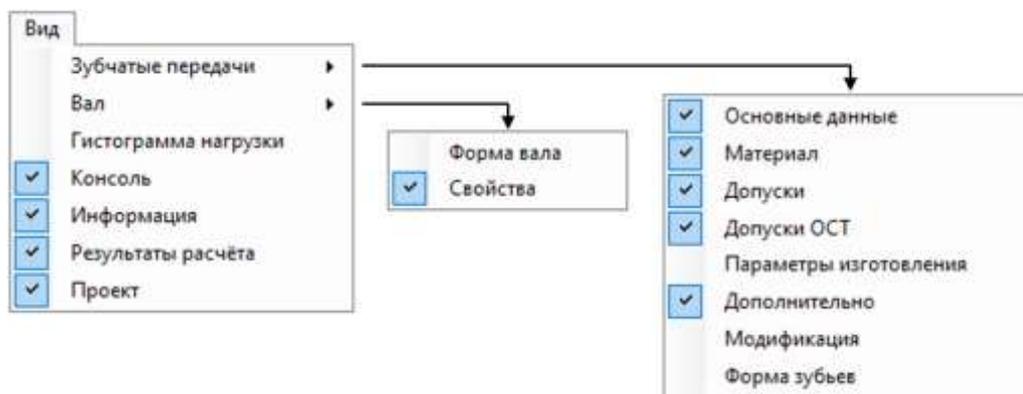
«Выход» – команда для закрытия программы, такая же опция выполняется с помощью нажать в правом верхнем углу «». Если в проекте присутствуют несохраненные изменения, программа предложит сохранить их перед выходом, чтобы избежать потери данных.



Пункт «Проект» предоставляет доступ к команде:

«Расчет» – команда инициирует выполнение расчетных процессов на основе данных, содержащихся в расчетном модуле. После завершения результаты можно посмотреть в соответствующем окне «Результаты» или при выводе отчета.

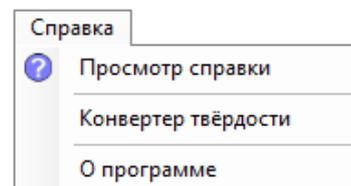
Пункт «Вид» позволяет настроить отображение различных окон программы. Для того чтобы определить, какие окна видны на экране, необходимо поставить слева галочку напротив наименования «», а в дальнейшем настроить их расположение для удобства работы.



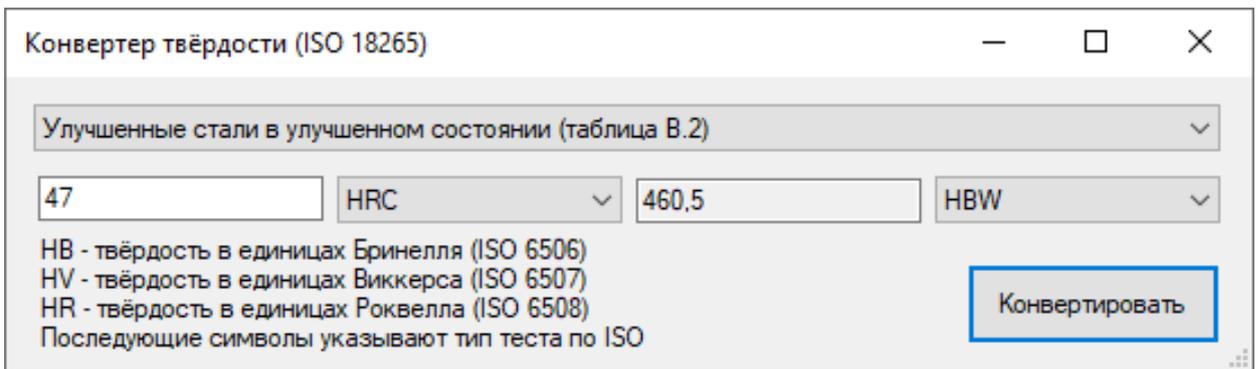
- «Зубчатые передачи» и «Вал» определяют отображение окон в расчетных модулях.
- «Проект» – отображение Древа проекта, которое представляет собой иерархическую структуру из основных элементов трансмиссии, используемых в программе (зубчатые колеса, валы и подшипники).
- «Гистограмма нагрузки», «Консоль», «Информация», «Результаты расчета» – это Дополнительные окна для отображения большего количества сведений о деталях.

Вкладка «Справка» предоставляет доступ к командам:

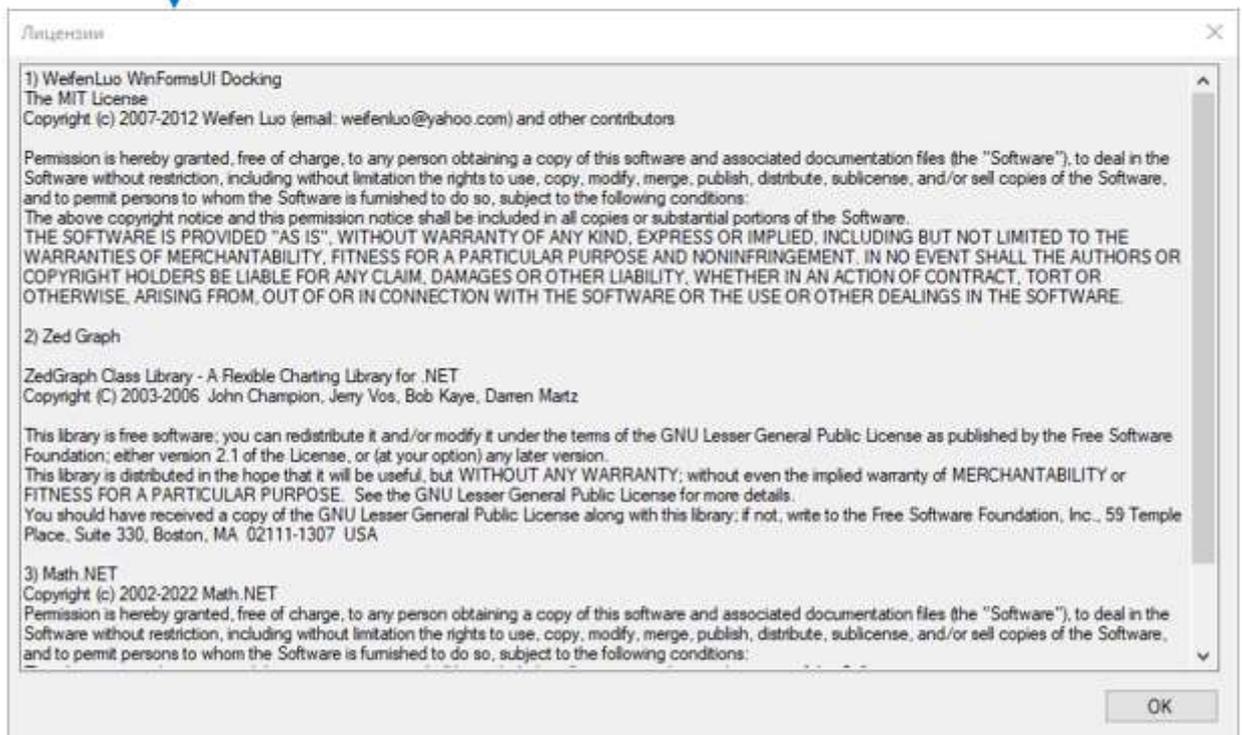
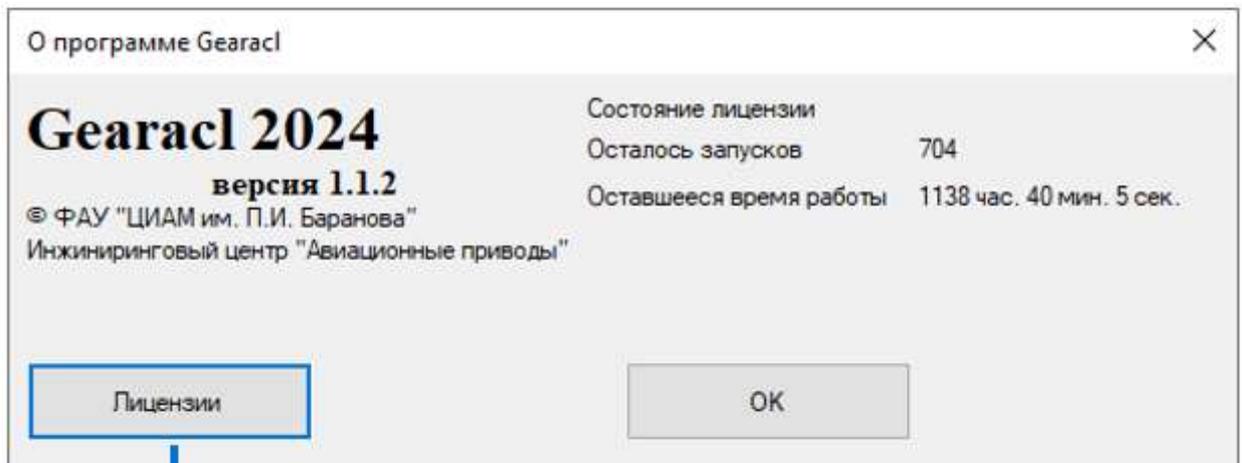
« Просмотр справки» – команда в отдельном окне открывает файл формата Portable Document Format (\*.pdf) с инструкцией по использованию программы.



«Конвертер твердости» – команда открывает отдельное окно, в котором реализуется перевод единиц твердости материалов: выбирается исходная и целевая единицы (например, из Роквелла в Бринелля), затем вводится значение для конвертации. Программа автоматически пересчитает после нажатия на кнопку «Конвертировать».



«О программе» – команда открывает отдельное окно, в котором содержится информация о первой программе, разработчиках и лицензии (состояние и оставшееся ограничение по времени работы и запускам). При нажатии на кнопку «Лицензии» откроется перечень библиотек, используемых при разработке программы, с описанием лицензий.



## 3.2 Панель инструментов

Наиболее часто используемые команды продублированы на панели инструментов с помощью пиктограмм.



Иконка для создания нового проекта. При этом в дереве будут добавлены все расчетные модули, заполненные данными примеров расчетов. Пользователю предлагается редактировать содержимое.



Иконка для открытия существующий файл в формате Файла расчёта элементов трансмиссии (\*.gcl). При выборе этой опции откроется диалоговое окно, в котором выбирается в нужный файл на компьютере.



Иконка для сохранения текущих изменений в активном проекте. Если файл уже был сохранен ранее, изменения будут обновлены, в противном случае будет предложено указать имя и место для сохранения.



Иконка для автоматической генерации трёхмерных моделей с помощью пакета Siemens NX 12.



Иконка для построения геометрии обката зубчатого колеса рейкой заготовки. Полученную геометрию можно сохранить в формате Autodesk Drawing Exchange Format (\*.dxf);



Иконка для открытия в отдельном окне Базы данных, содержащую информацию о характеристиках материалов зубчатых колес и смазок.



Иконка для вывода отчета с исходными данными и результатами расчета в формате Rich Text Format (\*.rtf) с возможностью редактирования итогового файла отчета.



Для работы с Базой данных используются кнопки, которые расположены в нижнем правом углу:

Добавить

Кнопка «Добавить» предназначена для создания нового материала. После нажатия на кнопку все поля в нижней области станут пустыми, чтобы ввести новые данные.

Удалить

Кнопка «Удалить» удаляет выбранный в списке материал из Базы данных без возможности возврата.

Отмена

Кнопка «Отмена» сбрасывает все изменения, которые были внесены в параметрах материала, если их не сохраняли.

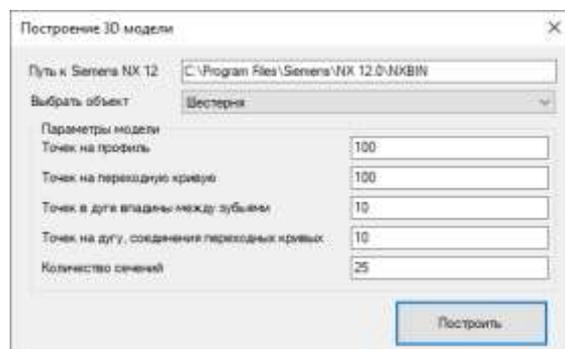
Принять

Кнопка «Принять» сохраняет изменения в параметрах материала или добавляет новый материал в Базу данных».

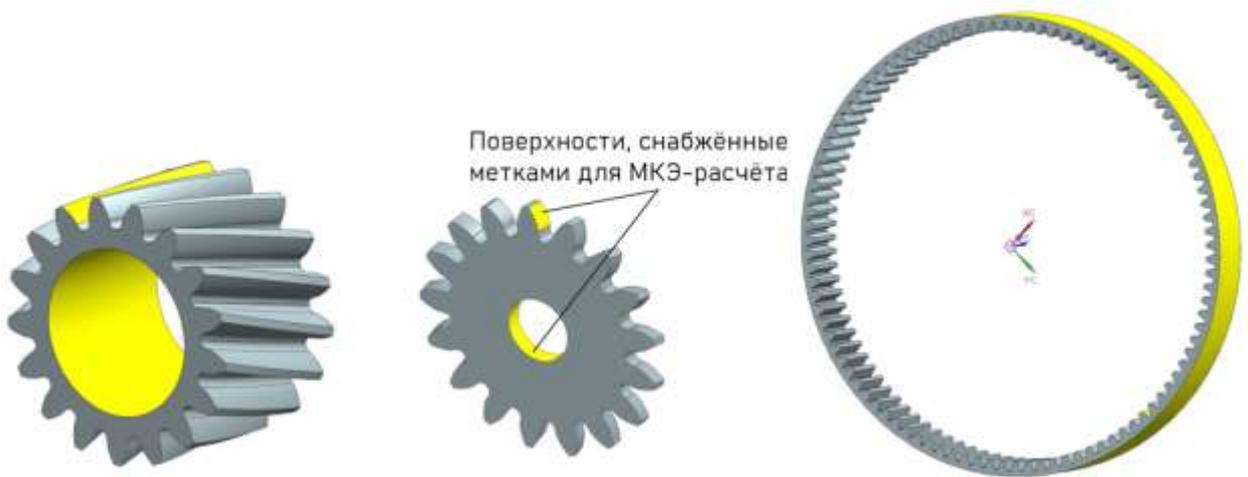
Примечания: для создания нового материала сначала нужно нажать на кнопку «Добавить», заполнить поля для ввода данных по параметрам материалов, а затем нажать на кнопку «Принять», чтобы сохранить материал в Базе данных.

### 3.2.2 Построение 3D модели

В программе GearAcI предусмотрена возможность автоматической генерации трёхмерных моделей зубчатых колес цилиндрической передачи с помощью пакета Siemens NX 12, которые можно использовать в качестве расчётного проекта в пакете конечно-элементного анализа.

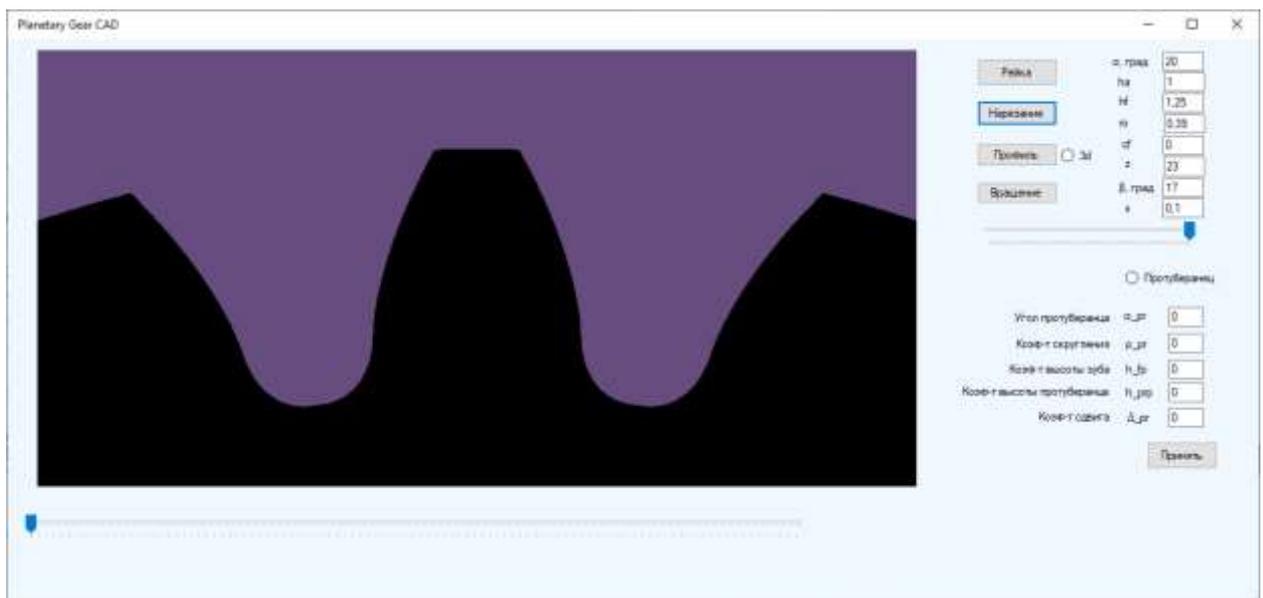


В окне «Построение 3D модели» пользователь может выбрать объект (колесо 1 или колесо 2 для цилиндрической зубчатой передачи) и скорректировать его параметры моделирования.



### 3.2.3 Обкатка зубьев

В окне «Траектория обката» формируется профиль зубчатого колеса цилиндрической передачи, полученный в результате обката рейкой заготовки.



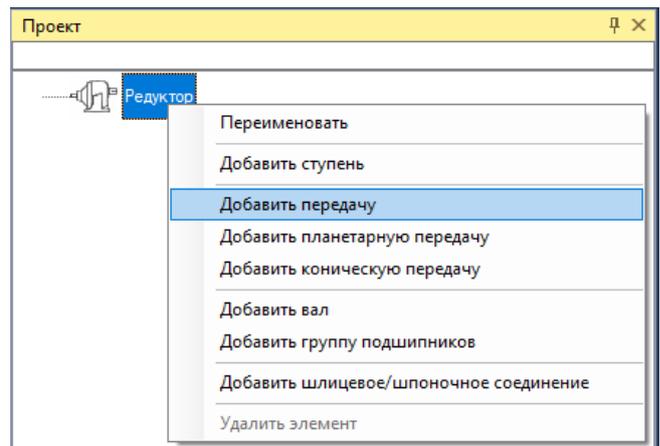
#### 4.1 Расчет цилиндрической зубчатой передачи



Модуль цилиндрических зубчатых передач включает:

- расчет геометрии по стандарту ISO 21771:2007;
- расчет прочности по стандарту ISO 6336:2019;
- расчет допусков по стандартам ISO 1328-1-2007, ОСТ 1 41671-91;
- экспорт заготовки зубчатых колёс чертежа в формате Autodesk Drawing Exchange Format (\*.dxf);
- создание твердотельных моделей зубчатых колёс в среде Siemens NX 12;
- возможность моделирования процесса обката зубчатого колеса с внешними зубьями инструментом реечного типа.

Расчет пары цилиндрических зубчатых колес производится в соответствующем расчетном модуле, для открытия которого необходимо в Дереве проекта в состав Редуктора добавить цилиндрическую передачу.



Переключение между различными расчетными модулями осуществляется в Дереве проекта. После выбора «Цилиндрической пары» в рабочей области появится модуль расчета конических зубчатых передач.

Расчетный модуль цилиндрической зубчатой состоит из окон:

1. Основные данные;
2. Материал и смазка;
3. Дополнительно;

4. Допуски;
5. Допуски по ОСТ 1 41671-91;
6. Параметры изготовления;
7. Модификация;
8. Форма зубьев.

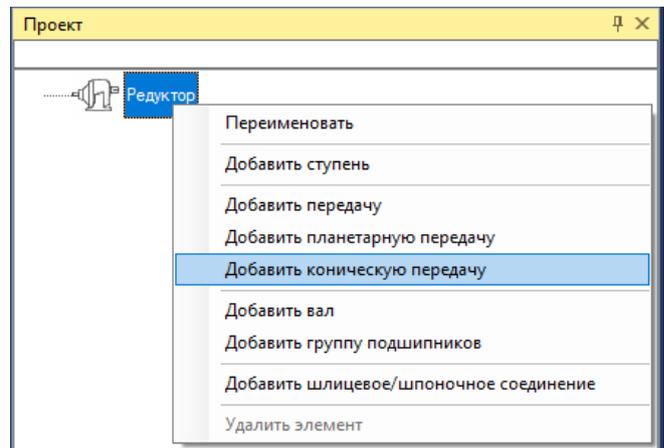
## 4.2 Расчет конической зубчатой передачи



Модуль конических зубчатых передач:

- расчет геометрии по стандарту ISO 23509:2016;
- расчет прочности по стандарту ISO 10300:2014;
- расчет допусков по стандартам ISO 17485:2006, ОСТ 1 41671-91, ГОСТ 1758-81.

Расчет пары конических зубчатых колес производится в соответствующем расчетном модуле, для открытия которого необходимо в Дереве проекта в состав Редуктора добавить коническую передачу.



Переключение между различными расчетными модулями осуществляется в Дереве проекта. После выбора «Конической пары» в рабочей области появится модуль расчета конических зубчатых передач.

Расчетный модуль конической зубчатой передачи состоит из четырех окон, необходимых для ввода исходных данных:

9. Основные данные;
10. Материал и смазка;
11. Допуски;
12. Дополнительно.

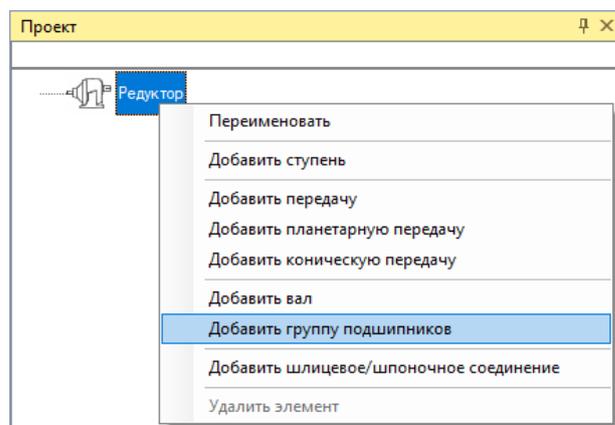
### 4.3 Расчет подшипников



Модуль подшипников:

- расчет долговечности подшипников качения, а также статической и динамической грузоподъемности при наличии необходимых данных о внутренней геометрии по стандартам ISO 281:2007 и ISO 76:2006;
- выбор подшипников из встроенной базы, содержащей более 12000 подшипников зарубежного и отечественного производства.

Расчет подшипников производится в расчетном модуле, для открытия которого необходимо в Дереве проекта в состав Редуктора добавить группу подшипников.



Переключение между расчетными модулями осуществляется в Дереве проекта. После выбора «Подшипники» в рабочей области появится соответствующий модуль расчета подшипников.

Расчетный модуль подшипников состоит из одного окна для ввода исходных данных.

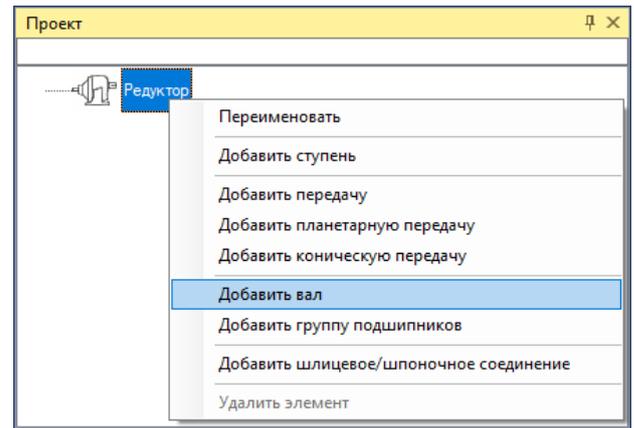
### 4.4 Расчет валов



Модуль валов:

- расчет запасов усталостной и статической прочности по методикам С.В. Серенсена и И.А. Биргера;
- определение коэффициентов концентрации напряжений;
- определения реакций опор и построения эпюр.

Расчет валов производится в расчетном модуле, для открытия которого необходимо в Дереве проекта в состав Редуктора добавить вал.



Переключение между расчетными модулями осуществляется в Дереве проекта. После выбора «Вал» в рабочей области появится соответствующий модуль расчета валов.

Расчетный модуль валов состоит из двух окон для ввода исходных данных:

- Расчет валов;
- Свойства объекта;
- Эпюры.

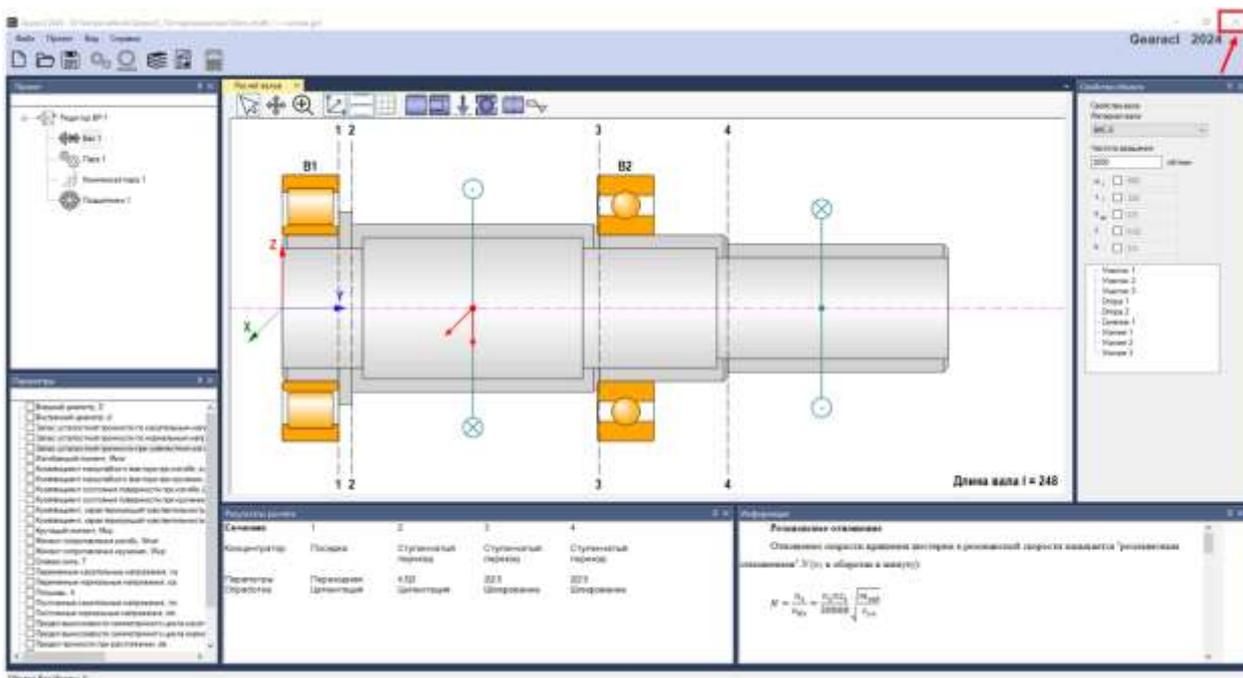
### 5.1 Сохранение файлов

Перед завершением работы в программе рекомендуется воспользоваться сохранением файлов с использованием команды «Сохранить» / «Сохранить как» в меню или пиктограммой «» на панели инструментов.

Если не было произведено сохранение последней рабочей версии файла, тогда программа перед закрытием предложит сохранить, чтобы избежать потери данных.

### 5.2 Закрытие программы

Для закрытия программы Gearcl можно воспользоваться командой «Выход», которая находится в меню во вкладке «Файл» или нажать на кнопку «» в правом верхнем углу.

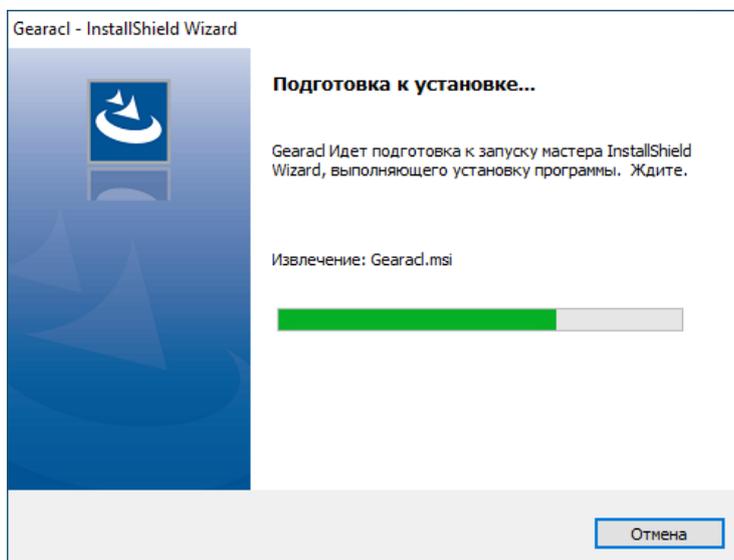


### 6.1 Пошаговая инструкция

#### Шаг 1:

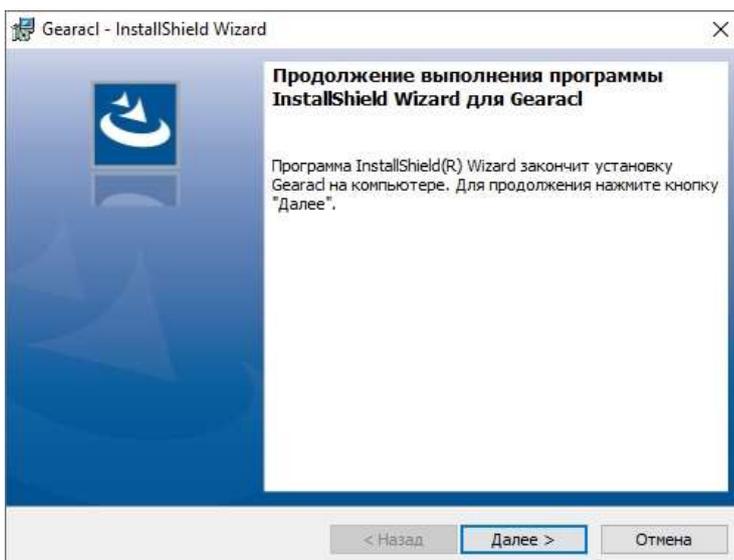
Запустить файл для установки «Gearac1Setup.exe» от имени администратора.

При наличии программы на компьютере далее будет предложено ее удаление.



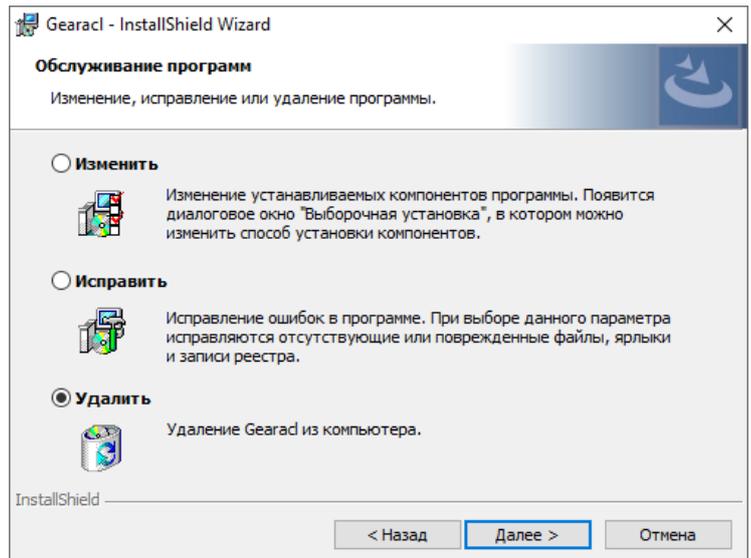
#### Шаг 2:

После появления экрана приветствия нажать кнопку «Далее».



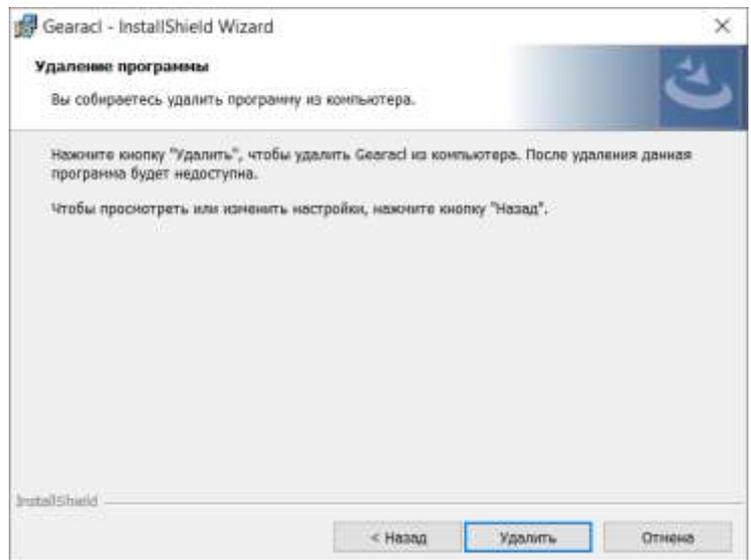
### Шаг 3:

Выбрать пункт «Удалить», затем нажать на кнопку «Далее».



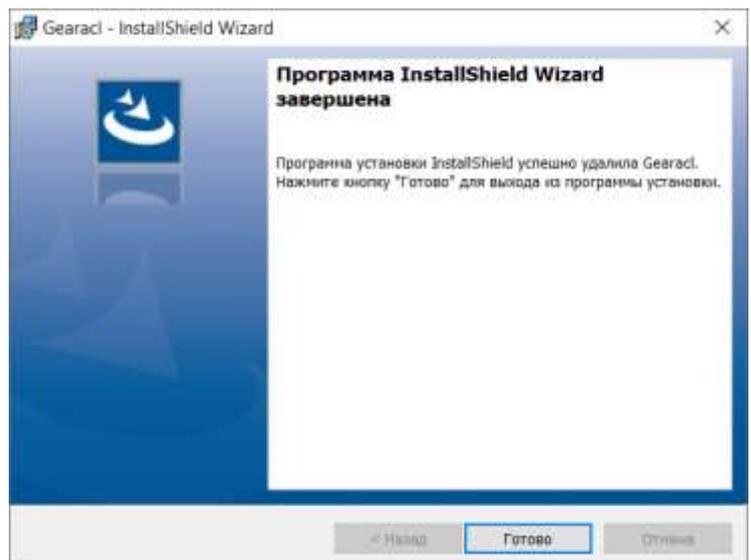
### Шаг 4:

Подтвердить запуск процесса удаления программы, нажав на кнопку «Удалить».



### Шаг 5:

После окончания удаления программы нажать «Готово», чтобы закрыть установщик и завершить процесс.



Программа Gearad успешно удалена с компьютера.