

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ
программы Aero Load v.2.0



Оглавление

О программе.....	3
1 Список основных функций программы.....	5
2 Описание процедуры нагружения.....	9
3 Процедура работы.....	11
3.1 Схема работы программы.....	11
3.2 Описание процедуры работы	12
3.2.1 Подготовка модели в Patran	12
3.2.2 Создание BDF	12
3.2.3 Работа с программой.....	13
3.2.4 Описание настроек программы	13
3.2.5 Импорт нагрузок в Patran	29
3.3 Графическое окно	30
4 Известные проблемы и ограничения	35
5 Параметры модельных распределений.....	36

О программе

Что делает программа:

Aero Load — программа для нагружения агрегатов самолета распределенной аэродинамической нагрузкой в моделях MSC Patran. Программа служит для получения дискретных полей распределенной аэродинамической нагрузки, которые используются при задании нагрузок типов «CID Distributed Load» и «Pressure».

Правовая информация:

Эта программа распространяется по Универсальной общественной лицензии GNU. Полный текст лицензии поставляется вместе с программой и находится в директории программы в папке License, а также доступен по адресу: <http://www.gnu.org/licenses/>. Основные положения:

- Эта программа является свободным программным обеспечением: Вы можете распространять ее и/или изменять, соблюдая условия Универсальной общественной лицензии GNU, опубликованной Фондом свободного программного обеспечения, либо редакции 3, либо (на Ваше усмотрение) любой редакции, выпущенной позже.
- Эта программа распространяется в надежде на то, что она окажется полезной, но БЕЗ КАКИХ-ЛИБО ГАРАНТИЙ, включая даже подразумеваемую гарантию ТОВАРНОЙ ПРИГОДНОСТИ, либо ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ЦЕЛЕЙ. Ознакомьтесь с Универсальной общественной лицензией GNU для получения более подробной информации.

Контакты разработчика:

Copyright (C) 2018 – 2024 Михаил Козлов.

Сайт проекта: <http://www.fastenerdoctor.ru/>

Адрес электронной почты для связи с разработчиком:

doctor.fastener@gmail.com

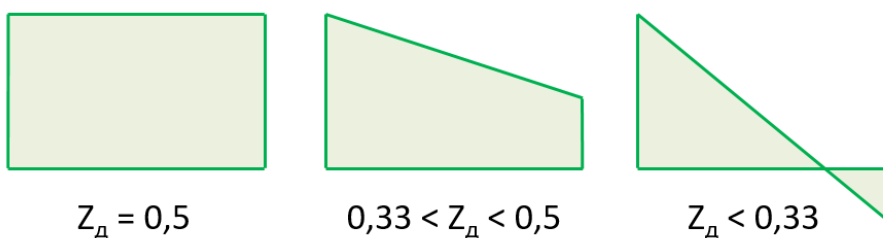
Рекомендуемые системные требования:

- ОС: 64-разрядная Windows 7, 8, 8.1, 10, 11.
- Установленный MATLAB (предпочтительно), либо GNU Octave 4.4.
- Оперативная память: 8 Гб.

1 Список основных функций программы

- Получение дискретных полей распределенной аэродинамической нагрузки, которые используются в MSC Patran при задании нагрузок типов «CID Distributed Load» и «Pressure». Параметры распределений данных нагрузок могут быть любыми.
- Нагрузка в программе задается с помощью указания суммарной силы и задания двух законов распределения: распределения погонной нагрузки по размаху и распределения давления по хордам.
- Распределение погонной нагрузки по размаху может быть задано:

- В виде трапеции с заданным центром давления;



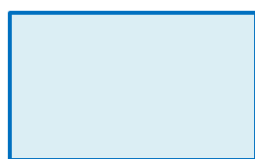
- В виде трапеции, построенной пропорционально длинам хорд;



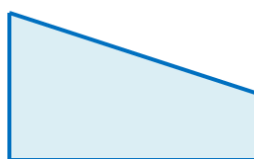
- Произвольным распределением, загружаемым из файла.



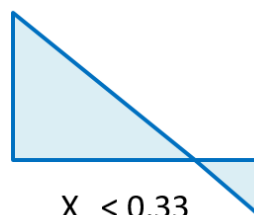
- Распределение давления по хордам может быть задано:
 - В виде трапеции с заданным центром давления (значение центра давления может быть переменным по размаху агрегата);



$$X_d = 0,5$$



$$0,33 < X_d < 0,5$$



$$X_d < 0,33$$

- В виде одного из 15 модельных распределений (все параметры распределений могут быть переменными по размаху агрегата);



1



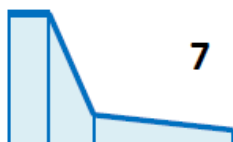
6



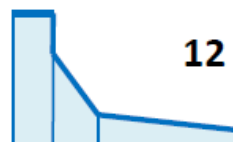
11



2



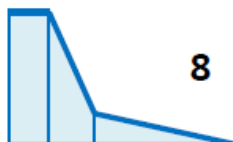
7



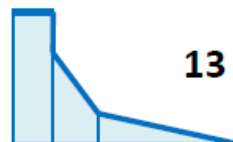
12



3



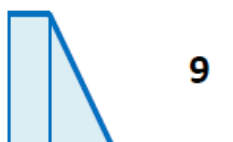
8



13



4



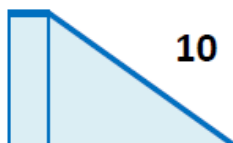
9



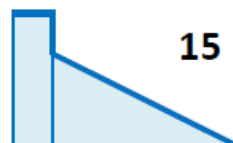
14



5

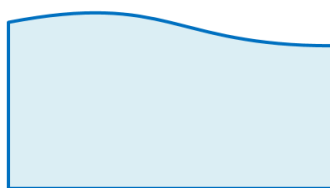


10



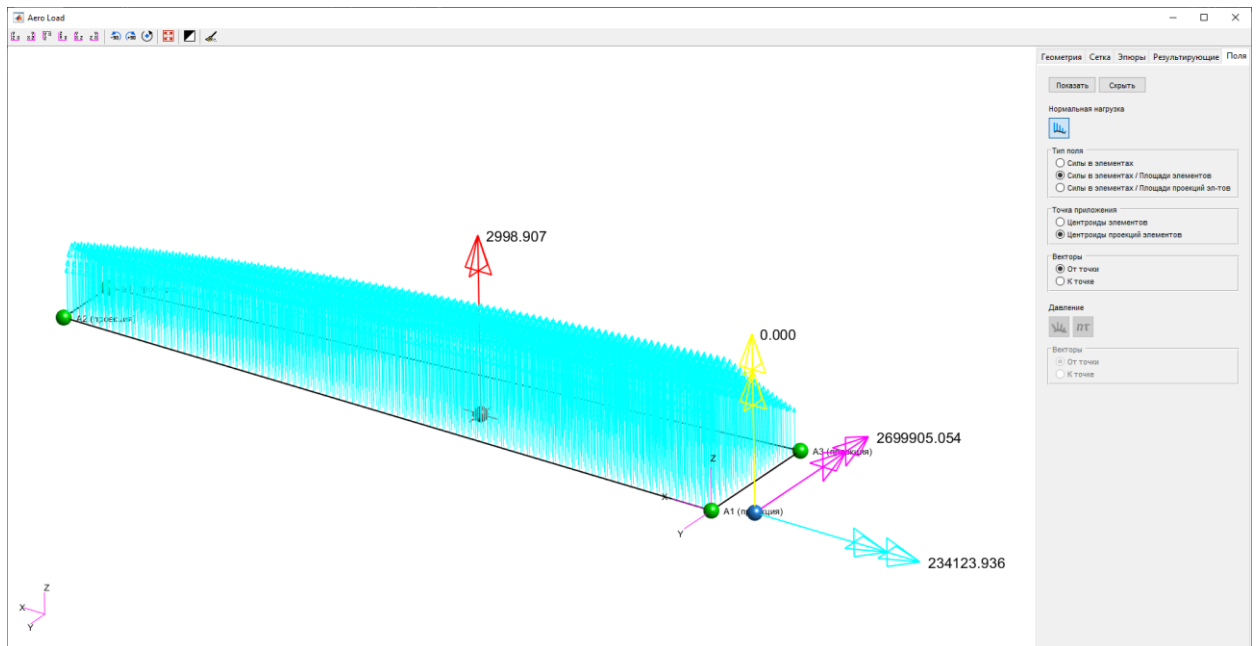
15

- Произвольным распределением, загружаемым из файла (вид распределения может быть любым и меняться от хорды к хорде).



- Для всех параметров нагрузок доступны настройки экстраполяции (играет роль в случае, когда сетка выходит за границы области, на которой задается нагрузка).
- Программа Aero Load выполняет суммирование фактических нагрузок, приходящих на элементы, и выдает результирующие силовые факторы (силы, моменты, фактический центр давления).
- Поле нагрузок на элементы может быть получено либо в виде поля для типа нагрузки CID Distributed Load, либо в виде поля для типа нагрузки Pressure.
 - Если выбран тип CID Distributed Load, то на элементы будет приложена только нагрузка P_n , направленная в заданном направлении и распределенная по указанному закону.
 - Если выбран тип Pressure, то программа Aero Load создаст скалярное поле давления, ассоциированное с элементами. Проекция полученной нагрузки на нормаль к базовой плоскости будет иметь требуемый закон распределения и суммарную величину P_n . Кроме этого в модели также может возникнуть некоторая побочная нагрузка P_t , тангенциальная к базовой плоскости. Эта нагрузка может повлиять на реакции в узлах навески и шарнирный момент, поэтому данный способ нагружения следует использовать с осторожностью.
- В результате работы программы может генерироваться либо файл CSV с полем нагрузок, либо файл SES, проигрывание которого в Patran создаст данное поле нагрузок.

- В программе Aero Load присутствует графическое окно для визуализации и проверки нагружения.



- Программа создает конфигурационный файл с настройками текущего нагружения, который может быть использован в качестве источника настроек нагружения при последующих запусках программы (может быть полезно при повторном нагружении при изменении сетки).

2 Описание процедуры нагружения

Нагружение начинается с задания базовой плоскости и поверхности хорд. Базовая плоскость — это та плоскость, по нормали к которой должна действовать нагрузка P_n . Положительное направление нагрузки задается направлением нормали к базовой плоскости. В процессе нагружения на базовую плоскость проецируется поверхность хорд и конечные элементы. На проекции поверхности хорд на базовую плоскость создается поле распределенной нагрузки.

Поле распределенной нагрузки формируется исходя из величины нагрузки P_n . При этом распределения погонной нагрузки по размаху и давления по хордам используются качественно, даже если они заданы явно. Сначала суммарная сила P_n преобразуется в погонную нагрузку по заданному закону. Затем на каждой хорде исходя из соответствующей величины погонной нагрузки вычисляется давление, распределенное по заданному закону. Поле распределенной нагрузки параметризуется двумя параметрическими координатами, меняющимися от 0 до 1: ξ по размаху и η по хорде.

Для каждого конечного элемента приближенно вычисляется интеграл от давления по площади проекции конечного элемента на базовую плоскость. Таким образом вычисляется суммарная нормальная к базовой плоскости сила, действующая на элемент.

Для случая нагрузки CID Distributed Load нормальная сила, действующая на элемент, делится на площадь исходного элемента, и эта величина используется в качестве указанной ненулевой компоненты дискретного векторного поля, передаваемого в Patran. Patran при нагружении сетки нагрузкой CID Distributed Load умножает компоненты дискретного поля на площади элементов, получая силу, действующую на элемент. Далее эта сила распределяется на узлы элемента.

Для случая нагрузки Pressure нормальная сила, действующая на элемент, делится на площадь исходного элемента, а также на величину

проекции нормали элемента на нормаль к базовой плоскости. У полученной величины затем меняется знак, после чего данная величина используется в качестве значения дискретного скалярного поля давления, передаваемого в Patran. У созданного таким образом скалярного поля давления имеется следующее свойство: проекция полученной нагрузки на нормаль к базовой плоскости имеет требуемый закон распределения и суммарную величину P_n . Нагружение в Patran должно быть задано как Top surface pressure. Patran при нагружении сетки нагрузкой Pressure умножает величину скалярного поля давления на площади элементов, получая силу, действующую на элемент. Далее эта сила распределяется на узлы элемента.

3 Процедура работы

3.1 Схема работы программы

Схема работы программы приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 — Схема работы программы

Работа с программой состоит из следующих этапов:

1. Пользователь создает файл BDF с областью сетки, которую необходимо нагрузить распределенной аэродинамической нагрузкой.
2. Программа Aero Load считывает файл BDF и выполняет нагружение по заданному закону.
3. Результатом работы программы является либо CSV файл с дискретным полем нагрузок на элементы, либо SES файл, осуществляющий создание в базе Patran данного дискретного поля.
4. Пользователь создает в Patran дискретное поле нагрузок либо напрямую с использованием CSV файла, либо путем проигрывания сессионного файла.

3.2 Описание процедуры работы

3.2.1 Подготовка модели в Patran

- В MSC Patran должна быть создана конечно-элементная модель агрегата.

3.2.2 Создание BDF

- Пользователь создает BDF файл с частью сетки, которую необходимо нагрузить распределенной аэродинамической нагрузкой (рисунок 2). Сетка должна состоять из shell элементов.

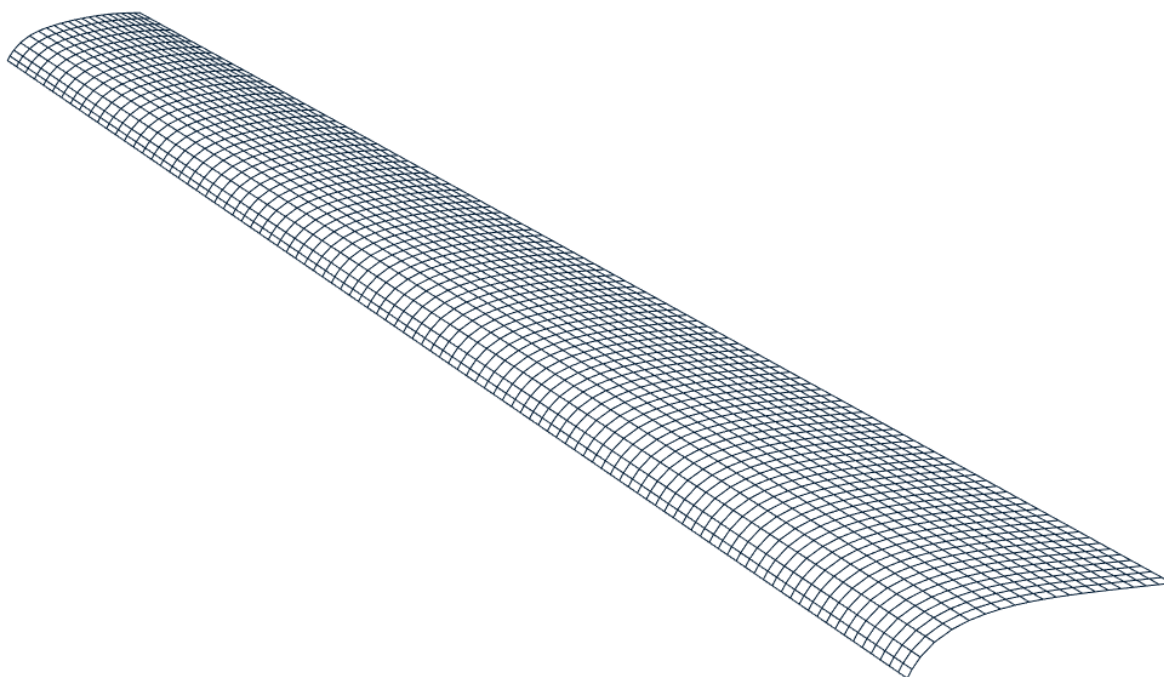


Рисунок 2 — Пример части сетки

- BDF файл должен быть создан в Patran.
- При создании bdf файла в Patran нужно выставлять необходимые настройки точности, чтобы в карточках не терялись цифры после запятой (Translation Parameters > Write stored precision – в Patran 2011 и более старых версиях; Translation Parameters > Card format > Large – в Patran 2014 и более новых версиях). После создания bdf файла

необходимо проверить наличие необходимого количества цифр после запятой в карточках. Если изменение настроек в Translation Parameters не сработало, то необходимо удалить из базы все Jobs, перезапустить Patran, а затем создать все Jobs заново, используя описанные выше настройки точности.

- BDF файл должен быть формата UNSORTED (настройка по умолчанию в Patran). Формат SORTED не поддерживается и никак не обнаруживается программой. Его использование приведет к непредсказуемым последствиям.
- При создании bdf в Translation parameters не нужно ставить галочку напротив параметра Write continuation markers. Маркеры продления строк не поддерживаются в текущей версии программы.
- Карточки в bdf файле могут иметь форматы Small Field и Large Field. Формат Free Field не поддерживается в текущей версии программы.
- Имена карточек в bulk data section должны начинаться с первого символа в строке.

3.2.3 Работа с программой

- Запустите MATLAB, либо GNU Octave 4.4.
- Откройте в MATLAB / GNU Octave файл AERO_LOAD.m.
- Задайте необходимые настройки.
- Запустите программу нажатием клавиши F5 и дождитесь окончания ее выполнения. Информация о выполнении программы появляется в командном окне MATLAB / GNU Octave.
- Файлы результатами выполнения программы будут созданы в той же папке, где располагается bdf файл.

3.2.4 Описание настроек программы

Настройки программы задаются в соответствующем разделе файла AERO_LOAD.m.

Параметры базы Patran

В данном разделе настроек задается используемая в модели единица измерения длины (она служит для корректного расчета допусков в моделях, в которых единица измерения длины отлична от мм).

Параметры ввода-вывода

Описание параметров ввода-вывода приведено в таблице 1.

Таблица 1 — Параметры ввода-вывода

Название параметра	Возможные значения	Описание
Work_Directory	Строка	Рабочая папка (папка, где располагается bdf файл). В рабочей папке также будут созданы файлы с результатами выполнения программы.
Need_Reading_BDF_File	TRUE	Выполнить новое чтение bdf файла при запуске программы.
	FALSE	Использовать модель, содержащуюся в памяти программы с предыдущего запуска. Данная настройка предназначена для ускорения выполнения программы, если программа запускается несколько раз подряд.
Input_BDF_name	Строка	Имя bdf файла с участком сетки для нагружения. Можно указывать как с расширением, так и без него.
Output_File_Format	SES	В ходе работы программы будет создан SES файл, осуществляющий создание в базе Patran дискретного поля нагрузок.
	CSV	В ходе работы программы будет создан CSV файл с полем нагрузок.
	BOTH	В ходе работы программы будут созданы как SES файл, так и CSV файл.
	OFF	Отключение записи поля нагрузок в файл.
Write_Current_Config	TRUE	Программа создает конфигурационный файл с

		настройками текущего нагружения, который может быть использован в качестве источника настроек нагружения при последующих запусках программы (может быть полезно при повторном нагружении при изменении сетки).
	FALSE	Отключение создания конфигурационного файла с настройками нагружения.
Load_Visualization	TRUE	Визуализация нагружения в графическом окне (только для MATLAB).
	FALSE	Отключение визуализации нагружения в графическом окне.
Window_Language	RU	Язык графического окна – русский.
	EN	Язык графического окна – английский.

Параметры источника настроек нагружения

Параметры источника настроек нагружения приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Параметры источника настроек нагружения

Название параметра	Возможные значения	Описание
Settings_Source	PROGRAM_TEXT	Настройки нагружения задаются в тексте программы.
	CONFIG_FILE	Настройки нагружения считываются из конфигурационного файла. При этом все настройки ниже по тексту программы игнорируются.
Config_File_Directory	Строка	Папка с конфигурационным файлом.
Config_File_Name	Строка	Имя конфигурационного файла.

Параметры базовой плоскости

Базовая плоскость — это та плоскость, по нормали к которой должна действовать нагрузка P_n . Положительное направление нагрузки задается направлением нормали к базовой плоскости. Параметры базовой плоскости приведены в таблице 3.

Таблица 3 — Параметры базовой плоскости

Название параметра	Возможные значения	Описание
Basic_Plane_Definition	POINT_NORMAL	Плоскость задается по точке Z0 и нормали $Z0 \rightarrow Z1$
	THREE_POINTS	Плоскость задается по трем точкам D1, D2, D3; нормаль определяется последовательностью обхода $D1 \rightarrow D2 \rightarrow D3$
Z0	Координаты	Точка, через которую проходит плоскость, а также начало вектора нормали к плоскости. Параметр используется, если значение переменной Basic_Plane_Definition равно POINT_NORMAL.
Z1	Координаты	Точка конца вектора нормали к плоскости. Параметр используется, если значение переменной Basic_Plane_Definition равно POINT_NORMAL.
D1	Координаты	Первая точка на плоскости. Параметр используется, если значение переменной Basic_Plane_Definition равно THREE_POINTS.
D2	Координаты	Вторая точка на плоскости. Параметр используется, если значение переменной Basic_Plane_Definition равно THREE_POINTS.
D3	Координаты	Третья точка на плоскости. Параметр используется, если значение переменной Basic_Plane_Definition равно THREE_POINTS.

		Basic_Plane_Definition равно THREE_POINTS.
--	--	--

Параметры угловых точек поверхности хорд

Угловые точки поверхности хорд будут спроецированы на базовую плоскость. На проекции поверхности хорд на базовую плоскость будет создано поле распределенной нагрузки. Параметры угловых точек поверхности хорд приведены в таблице 4.

Таблица 4 — Параметры угловых точек поверхности хорд

Название параметра	Возможные значения	Описание
A1	Координаты	A1 → A2 — направление размаха по передней кромке.
A2	Координаты	
A3	Координаты	A3 → A4 — направление размаха по задней кромке.
A4	Координаты	

Параметры суммарной силы

Требуется задать суммарную силу R_n , действующую по нормали к базовой плоскости. Положительное направление нагрузки задается направлением нормали к базовой плоскости. Значение силы может быть отрицательным.

Параметры закона распределения погонной нагрузки по размаху

Параметры закона распределения погонной нагрузки по размаху приведены в таблице 5.

Таблица 5 — Параметры закона распределения погонной нагрузки по размаху

Название параметра	Возможные значения	Описание
Span_Load_Law	TRAPEZOID	Используется распределение по трапеции с заданным центром давления.
	CHORD_PROPORTIONAL	Используется распределение по трапеции, построенной пропорционально хордам.
	LOAD_DIAGRAM	Эпюра распределения погонной

		нагрузки по размаху загружается из файла.
Span_Trapezoid_Zd_Type	PARAMETER	Центр давления по размаху задается параметром Z_d . Параметр используется, если значение переменной Span_Load_Law равно TRAPEZOID.
	LOCATION	Центр давления по размаху задается координатами точки. Эта точка проецируется на базовую плоскость, после чего ее параметрическая координата по размаху принимается в качестве параметра Z_d . Параметр используется, если значение переменной Span_Load_Law равно TRAPEZOID.
Span_Trapezoid_Zd_Value	Число в диапазоне от 0 до 1	Значение параметра Z_d . Параметр используется, если значение переменной Span_Load_Law равно TRAPEZOID и значение переменной Span_Trapezoid_Zd_Type равно PARAMETER.
Span_Trapezoid_Zd_Location	Координаты	Значение координат точки. Параметр используется, если значение переменной Span_Load_Law равно TRAPEZOID и значение переменной Span_Trapezoid_Zd_Type равно LOCATION.
Span_Load_Diagram_File_Name	Строка	Имя файла с эпюрой распределения погонной нагрузки по размаху. Эпюра используется качественно. Параметр используется, если значение переменной Span_Load_Law равно LOAD_DIAGRAM.

Параметры закона распределения давления по хордам

Параметры закона распределения давления по хордам приведены в таблице 6.

Таблица 6 — Параметры закона распределения давления по хордам

Название параметра	Возможные значения	Описание
Chord_Pressure_Law	TRAPEZOID	Используется распределение по трапеции.
	MODEL_1	Используется одно из встроенных модельных распределений. Задаваемые параметры для каждого распределения приведены в разделе 5.
	MODEL_2	
	MODEL_3	
	MODEL_4	
	MODEL_5	
	MODEL_6	
	MODEL_7	
	MODEL_8	
	MODEL_9	
	MODEL_10	
	MODEL_11	
	MODEL_12	
	MODEL_13	
	MODEL_14	
	MODEL_15	
	USER_MODEL	Эпюры распределения давления задаются явно и загружаются из файла.
Chord_Trapezoid_Xd_Type	PARAMETER	Центр давления по каждой хорде постоянен и задается параметром X_d . Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно TRAPEZOID.
	LOCATION	Центр давления по каждой хорде постоянен и задается координатами точки. Эта точка проецируется на базовую плоскость, после чего ее параметрическая координата по хорде принимается в качестве параметра X_d для всех хорд. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно TRAPEZOID.
	DISTRIBUTION	Распределение параметра X_d по размаху загружается из файла.

		Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно TRAPEZOID.
Chord_Trapezoid_Xd_Value	Число в диапазоне от 0 до 1	Значение параметра X_d . Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно TRAPEZOID и значение переменной Chord_Trapezoid_Xd_Type равно PARAMETER.
Chord_Trapezoid_Xd_Location	Координаты	Значение координат точки. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно TRAPEZOID и значение переменной Chord_Trapezoid_Xd_Type равно LOCATION.
Chord_Trapezoid_Xd_Distr_File_Name	Строка	Имя файла с эпюрой распределения параметра X_d по размаху. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно TRAPEZOID и значение переменной Chord_Trapezoid_Xd_Type равно DISTRIBUTION.
Chord_Model_X_p2_p1_Type	CONSTANT	Параметр p_2/p_1 по каждой хорде постоянен. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, и выбранная модель содержит параметр p_2/p_1 .
	DISTRIBUTION	Распределение параметра p_2/p_1 по размаху загружается из файла. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, и выбранная модель содержит параметр p_2/p_1 .
Chord_Model_X_p2_p1_Value	Число в диапазоне от 0 до 1	Значение параметра p_2/p_1 . Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, выбранная модель содержит параметр p_2/p_1 и значение переменной Chord_Model_X_p2_p1_Type равно CONSTANT.
Chord_Model_X	Строка	Имя файла с эпюрой распределения

_p2_p1_Distr_File_Name		параметра p_2/p_1 по размаху. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, выбранная модель содержит параметр p_2/p_1 и значение переменной Chord_Model_X_p2_p1_Type равно DISTRIBUTION.
Chord_Model_X_p3_p1_Type	CONSTANT	Параметр p_3/p_1 по каждой хорде постоянен. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, и выбранная модель содержит параметр p_3/p_1 .
	DISTRIBUTION	Распределение параметра p_3/p_1 по размаху загружается из файла. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, и выбранная модель содержит параметр p_3/p_1 .
Chord_Model_X_p3_p1_Value	Число в диапазоне от 0 до 1	Значение параметра p_3/p_1 . Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, выбранная модель содержит параметр p_3/p_1 и значение переменной Chord_Model_X_p3_p1_Type равно CONSTANT.
Chord_Model_X_p3_p1_Distr_File_Name	Строка	Имя файла с эпюрой распределения параметра p_3/p_1 по размаху. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, выбранная модель содержит параметр p_3/p_1 и значение переменной Chord_Model_X_p3_p1_Type равно DISTRIBUTION.
Chord_Model_X_p4_p1_Type	CONSTANT	Параметр p_4/p_1 по каждой хорде постоянен. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, и выбранная модель содержит параметр p_4/p_1 .

	DISTRIBUTION	Распределение параметра p_4/p_1 по размаху загружается из файла. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, и выбранная модель содержит параметр p_4/p_1 .
Chord_Model_X_p4_p1_Value	Число в диапазоне от 0 до 1	Значение параметра p_4/p_1 . Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, выбранная модель содержит параметр p_4/p_1 и значение переменной Chord_Model_X_p4_p1_Type равно CONSTANT.
Chord_Model_X_p4_p1_Distr_File_Name	Строка	Имя файла с эпюрой распределения параметра p_4/p_1 по размаху. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, выбранная модель содержит параметр p_4/p_1 и значение переменной Chord_Model_X_p4_p1_Type равно DISTRIBUTION.
Chord_Model_X_f_Type	CONSTANT	Параметр f по каждой хорде постоянен. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, и выбранная модель содержит параметр f.
	DISTRIBUTION	Распределение параметра f по размаху загружается из файла. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, и выбранная модель содержит параметр f.
Chord_Model_X_f_Value	Число в диапазоне от 0 до 1	Значение параметра f. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, выбранная модель содержит параметр f и значение переменной Chord_Model_X_f_Type равно CONSTANT.
Chord_Model_X	Строка	Имя файла с эпюрой распределения

_f_Distr_File_Name		параметра f по размаху. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, выбранная модель содержит параметр f и значение переменной Chord_Model_X_f_Type равно DISTRIBUTION.
Chord_Model_X_f1_Type	CONSTANT	Параметр f_1 по каждой хорде постоянен. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, и выбранная модель содержит параметр f_1 .
	DISTRIBUTION	Распределение параметра f_1 по размаху загружается из файла. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, и выбранная модель содержит параметр f_1 .
Chord_Model_X_f1_Value	Число в диапазоне от 0 до 1	Значение параметра f_1 . Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, выбранная модель содержит параметр f_1 и значение переменной Chord_Model_X_f1_Type равно CONSTANT.
Chord_Model_X_f1_Distr_File_Name	Строка	Имя файла с эпюрой распределения параметра f_1 по размаху. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, выбранная модель содержит параметр f_1 и значение переменной Chord_Model_X_f1_Type равно DISTRIBUTION.
Chord_Model_X_f2_Type	CONSTANT	Параметр f_2 по каждой хорде постоянен. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, и выбранная модель содержит параметр f_2 .

	DISTRIBUTION	Распределение параметра f_2 по размаху загружается из файла. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, и выбранная модель содержит параметр f_2 .
Chord_Model_X_f2_Value	Число в диапазоне от 0 до 1	Значение параметра f_2 . Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, выбранная модель содержит параметр f_2 и значение переменной Chord_Model_X_f2_Type равно CONSTANT.
Chord_Model_X_f2_Distr_File_Name	Строка	Имя файла с эпюрой распределения параметра f_2 по размаху. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно MODEL_X, где X - число от 1 до 15, выбранная модель содержит параметр f_2 и значение переменной Chord_Model_X_f2_Type равно DISTRIBUTION.
Chord_User_Model_File_Name	Строка	Имя файла с эпюрами распределения давления по хордам. Эпюры используются качественно. Параметр используется, если значение переменной Chord_Pressure_Law равно USER_MODEL.

Параметры экстраполяции

Если проекция элемента на базовую плоскость лежит вне границ проекции поверхности хорд, либо вне интервала, на котором задана эпюра или параметр распределения, то нагрузка на такой элемент вычисляется с помощью экстраполяции распределения за заданные пределы.

Виды экстраполяции:

- CONSTANT - экстраполяция константой, равной значению на конце интервала;

- LINEAR - линейная экстраполяция, построенная по двум крайним точкам на конце интервала;
- ZERO_VALUE - экстраполяция нулевым значением.

Индексы в обозначениях параметров:

- 0 - экстраполяция в окрестности начала размаха или хорды;
- 1 - экстраполяция в окрестности конца размаха или хорды.

Параметры экстраполяции приведены в таблице 7.

Таблица 7 — Параметры экстраполяции

Название параметра	Возможные значения	Описание
Span_Load_Extrap_0	CONSTANT	Экстраполяция погонной нагрузки за пределы интервала [0,1] по размаху, а также экстраполяция эпюры погонной нагрузки за пределы ее крайних точек.
	LINEAR	
	ZERO_VALUE	
Span_Load_Extrap_1	CONSTANT	Экстраполяция давления за пределы интервала [0,1] по хорде, а также экстраполяция эпюр распределения давления по хорде за пределы их крайних точек.
	LINEAR	
	ZERO_VALUE	
Chord_Pressure_Extrap_0	CONSTANT	Экстраполяция набора эпюр распределения давления по хордам за пределы их крайних координат по размаху, а также за пределы интервала [0,1] по размаху.
	LINEAR	
	ZERO_VALUE	
Chord_Pressure_Extrap_1	CONSTANT	Экстраполяция параметра X_d в распределении по трапеции за пределы интервала [0,1] по размаху, либо за пределы крайних заданных точек.
	LINEAR	
	ZERO_VALUE	
User_Model_Extrap_0	CONSTANT	Экстраполяция параметра r_2/r_1 за пределы интервала [0,1] по размаху, либо за пределы крайних заданных точек.
	LINEAR	
User_Model_Extrap_1	CONSTANT	Экстраполяция параметра r_3/r_1 за пределы интервала [0,1] по размаху, либо за пределы крайних заданных точек.
	LINEAR	
Trapezoid_Xd_Extrap_0	CONSTANT	Экстраполяция параметра r_2/r_1 за пределы интервала [0,1] по размаху, либо за пределы крайних заданных точек.
	LINEAR	
Trapezoid_Xd_Extrap_1	CONSTANT	Экстраполяция параметра r_3/r_1 за пределы интервала [0,1] по размаху, либо за пределы крайних заданных точек.
	LINEAR	
Model_X_p2_p1_Extrap_0	CONSTANT	Экстраполяция параметра r_2/r_1 за пределы интервала [0,1] по размаху, либо за пределы крайних заданных точек.
	LINEAR	
Model_X_p2_p1_Extrap_1	CONSTANT	Экстраполяция параметра r_3/r_1 за пределы интервала [0,1] по размаху, либо за пределы крайних заданных точек.
	LINEAR	
Model_X_p3_p1_Extrap_0	CONSTANT	Экстраполяция параметра r_3/r_1 за пределы интервала [0,1] по размаху, либо за пределы крайних заданных точек.
	LINEAR	
Model_X_p3_p1_Extrap_1	CONSTANT	Экстраполяция параметра r_3/r_1 за пределы интервала [0,1] по размаху, либо за пределы крайних заданных точек.

	LINEAR	крайних заданных точек.
Model_X_p4_p1_Extrap_0	CONSTANT	Экстраполяция параметра p_4/p_1 за пределы интервала $[0,1]$ по размаху, либо за пределы крайних заданных точек.
	LINEAR	
Model_X_p4_p1_Extrap_1	CONSTANT	Экстраполяция параметра f за пределы интервала $[0,1]$ по размаху, либо за пределы крайних заданных точек.
	LINEAR	
Model_X_f_Extrap_0	CONSTANT	Экстраполяция параметра f_1 за пределы интервала $[0,1]$ по размаху, либо за пределы крайних заданных точек.
	LINEAR	
Model_X_f_Extrap_1	CONSTANT	Экстраполяция параметра f_2 за пределы интервала $[0,1]$ по размаху, либо за пределы крайних заданных точек.
	LINEAR	
Model_X_f1_Extrap_0	CONSTANT	Экстраполяция параметра f_1 за пределы интервала $[0,1]$ по размаху, либо за пределы крайних заданных точек.
	LINEAR	
Model_X_f1_Extrap_1	CONSTANT	Экстраполяция параметра f_2 за пределы интервала $[0,1]$ по размаху, либо за пределы крайних заданных точек.
	LINEAR	
Model_X_f2_Extrap_0	CONSTANT	Экстраполяция параметра f_2 за пределы интервала $[0,1]$ по размаху, либо за пределы крайних заданных точек.
	LINEAR	
Model_X_f2_Extrap_1	CONSTANT	Экстраполяция параметра f_2 за пределы интервала $[0,1]$ по размаху, либо за пределы крайних заданных точек.
	LINEAR	

Параметры суммирования нагрузок

Суммирование нагрузок используется для проверки фактической нагрузки, приходящей на элементы. Задаются точка суммирования и прямоугольная система координат для вывода компонент результирующей силы и результирующего момента. Параметры суммирования нагрузок приведены в таблице 8.

Таблица 8 — Параметры суммирования нагрузок

Название параметра	Возможные значения	Описание
Summation_Point	Координаты	Точка суммирования, необходимая для вычисления результирующего момента.
Coord_Origin	Координаты	Начало системы координат.
Point_On_Axis_3	Координаты	Точка на оси Z.
Point_On_Plane_13	Координаты	Точка в плоскости XZ.

Параметры коррекции нагрузок

В данном разделе задается поправочный коэффициент, на который будет умножена приходящая на элементы нагрузка. Коэффициент может быть отрицательным.

Параметры дискретного поля нагрузок

Параметры дискретного поля нагрузок приведены в таблице 9.

Таблица 9 — Параметры дискретного поля нагрузок

Название параметра	Возможные значения	Описание
Distributed_Load_Mode	CID_DISTR_LOAD	В Patran реализуется нагружение типа CID Distributed Load. Программа Aero Load создаст векторное поле распределенной нагрузки, ассоциированное с элементами. Векторное поле будет иметь одну ненулевую компоненту и соответствовать системе координат, одна из осей которой сонаправлена с нормалью к базовой плоскости. Такая система координат должна существовать в базе Patran и использоваться для нагружения. Таким образом, на элементы будет приложена только нагрузка P_n , направленная по нормали к базовой плоскости и распределенная по указанному закону.
	PRESSURE	В Patran реализуется нагружение типа Pressure. Программа Aero Load создаст скалярное поле давления, ассоциированное с элементами. При нагружении данное поле необходимо указывать в качестве Top Surface Pressure. На каждый элемент будет приложена нагрузка, направленная по его нормали. Проекция полученной нагрузки на нормаль к базовой плоскости будет иметь требуемый закон распределения и суммарную величину P_n . Кроме этого в модели также может возникнуть некоторая побочная нагрузка, тангенциальная к базовой плоскости. Эта нагрузка может повлиять на реакции в узлах навески и шарнирный момент, поэтому данный способ нагружения следует использовать с осторожностью.
Vector_Field_Component	1	Номер ненулевой компоненты векторного поля в случае нагружения через CID Distributed Load. Параметр используется, если значение переменной Distributed_Load_Mode равно
	2	
	3	

		CID_DISTR_LOAD.
Field_Name	Строка	Имя поля, которое будет создано в Patran при проигрывании сессионного файла. Параметр используется, если значение переменной Output_File_Format равно SES, либо BOTH.

3.2.5 Импорт нагрузок в Patran

Импорт через CSV файл

В разделе Fields в Patran выполните настройку согласно рисунку 3, затем нажмите Input Data.

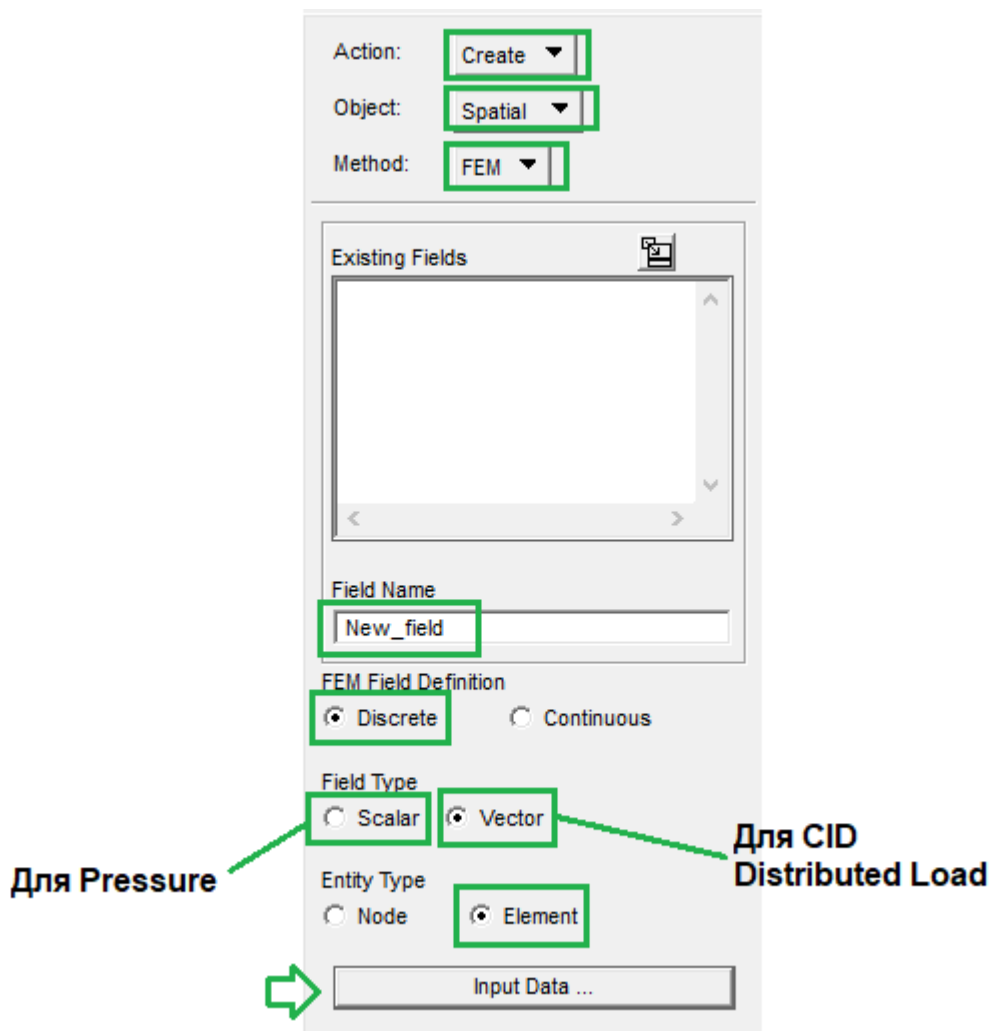


Рисунок 3 — Создание поля нагрузок в Patran

В открывшемся окне с помощью кнопки Insert row(s) вставьте необходимое число строк. Суммарное число строк в поле можно посмотреть в командном окне Matlab после выполнения нагружения. Далее нажмите кнопку Import/Export и загрузите CSV файл, после чего сохраните поле.

Импорт через SES файл

Запустите сессионный файл из меню: File → Session → Play. В результате выполнения сессионного файла в Patran будет создано новое поле нагрузок с именем, указанным ранее в параметре Field_Name.

3.3 Графическое окно

Графическое окно программы Aero Load (рисунок 4) служит для визуализации и проверки нагружения.

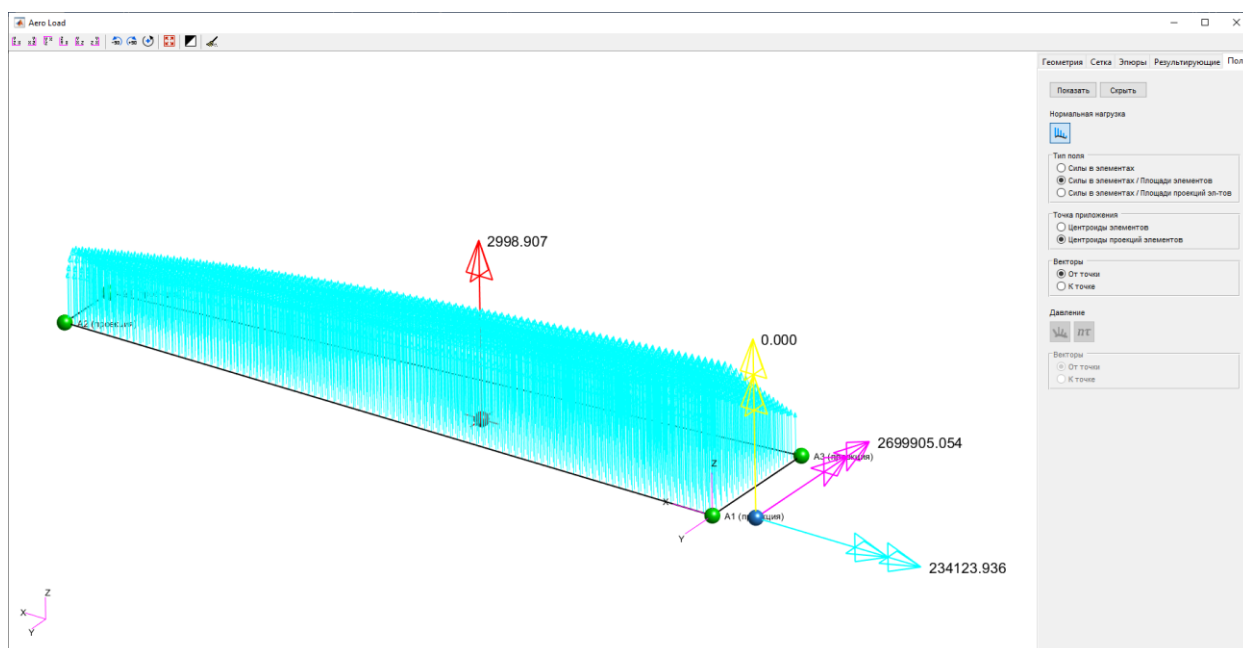


Рисунок 4 — Графическое окно программы Aero Load

Манипуляции в графическом окне проводятся с помощью мыши при нажатых левой, правой, либо средней кнопках. Левая кнопка отвечает за поворот, средняя — за масштабирование, правая — за передвижение содержимого окна.

В верхней части окна расположена панель инструментов, отвечающих за настройку вида и фона окна, выбор центра вращения, вывод объектов по умолчанию:

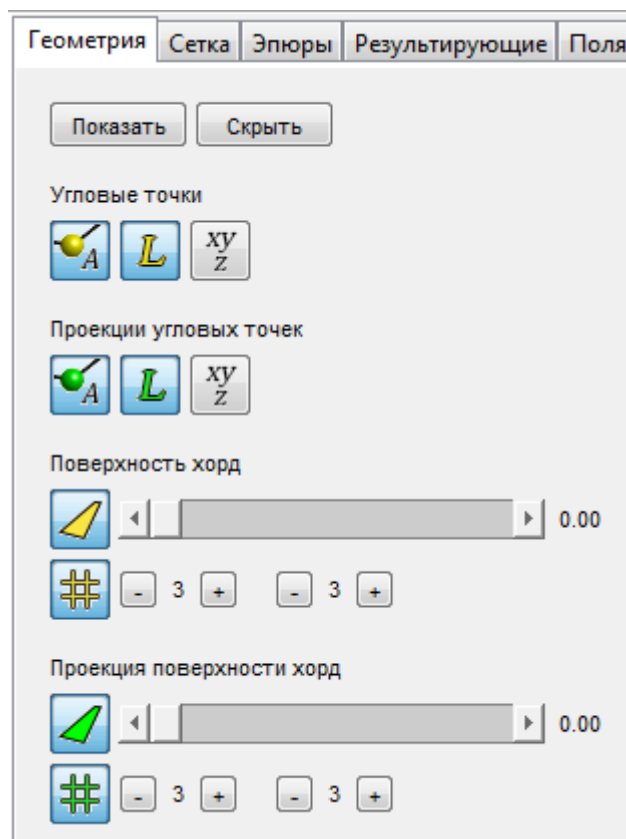
	Вид спереди
	Вид сзади
	Вид сверху
	Вид снизу
	Вид слева
	Вид справа
	Повернуть вид на 90 против часовой стрелки
	Повернуть вид на 90 по часовой стрелке
	Задать центр вращения
	Оптимальный масштаб
	Переключить цвет фона
	Объекты по умолчанию

В правой части окна расположена панель вкладок, на которой доступны вкладки «геометрия», «сетка», «эпюры», «результатирующие», «поля». Функции вкладок приведены в таблице 10.

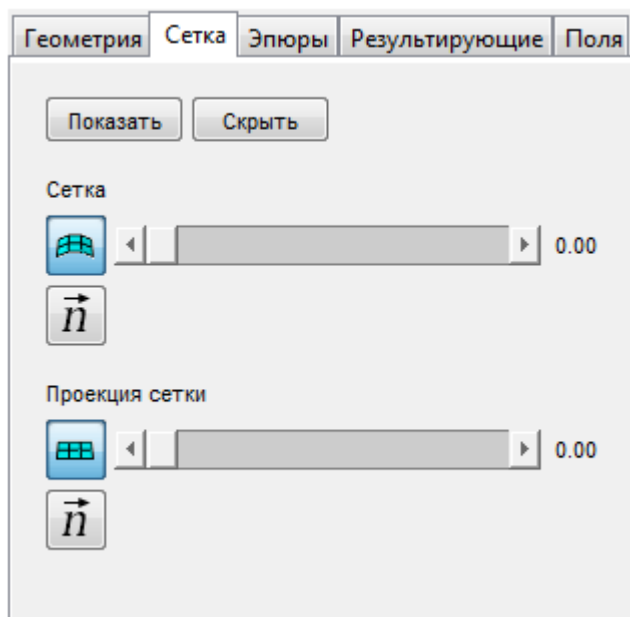
Таблица 10 — Основные функции вкладок

Вкладка	Основные функции
Геометрия	Отображение поверхности хорд, ее угловых точек, а также их проекций на базовую плоскость.
Сетка	Отображение исходной сетки и ее проекции на базовую плоскость; отображение нормалей элементов.
Эпюры	Отображение исходных эпюр погонной нагрузки и давления; отображение теоретического центра давления (если он задан явно); линии центров давления по хордам.
Результатирующие	Отображение результирующих силы и момента, фактического центра давления.
Поля	Отображение дискретных полей нагрузок, приходящих на элементы.

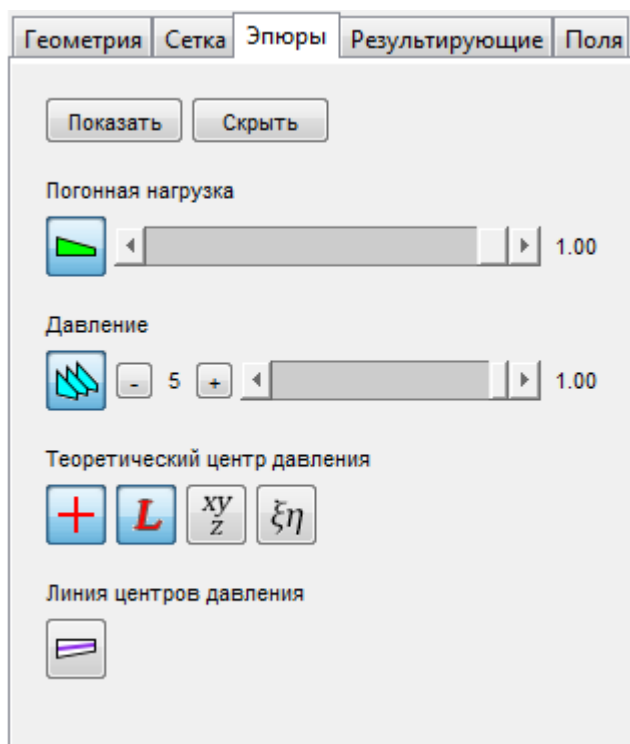
Вкладка «геометрия»:



Вкладка «сетка»:



Вкладка «эпюры»:



Вкладка «результатирующие»:

Геометрия | Сетка | Эпюры | **Результатирующие** | Поля

Показать | Скрыть

Точка суммирования

Система координат



Результирующая сила

Результирующий момент

Фактический центр давления

Вкладка «поля»:

Геометрия | Сетка | Эпюры | **Результатирующие** | **Поля**

Показать | Скрыть

Нормальная нагрузка



Тип поля

☐ Силы в элементах
☒ Силы в элементах / Площади элементов
☐ Силы в элементах / Площади проекций эл-тов

Точка приложения

☒ Центроиды элементов
☐ Центроиды проекций элементов

Векторы

☒ От точки
☐ К точке

Давление

Векторы

☒ От точки
☐ К точке

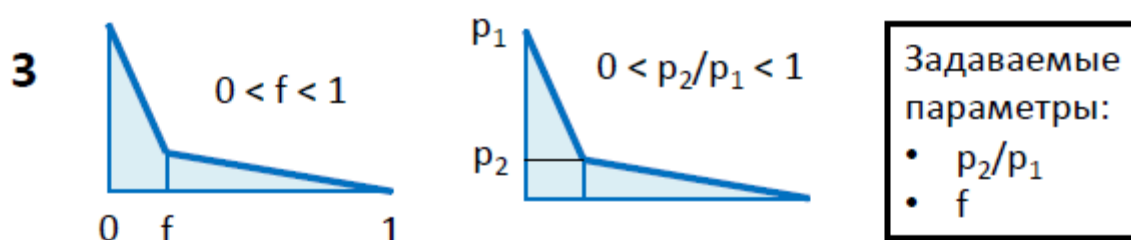
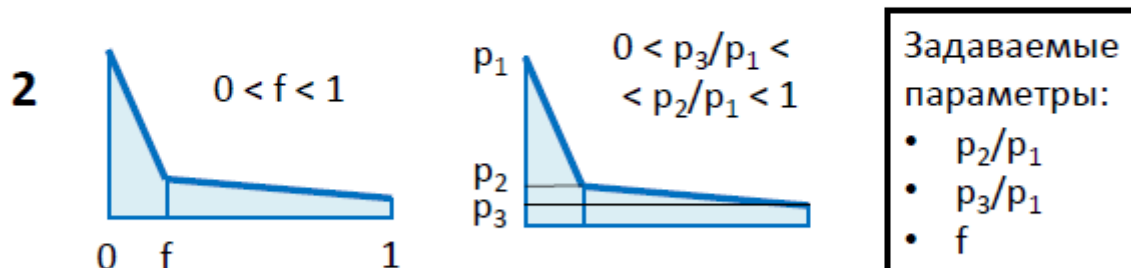
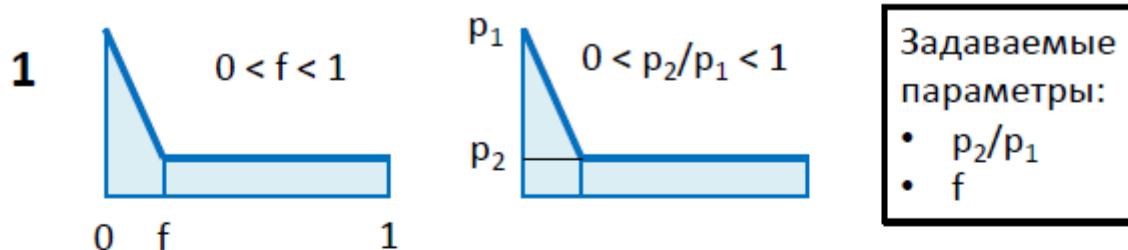
Кнопки на вкладках содержат всплывающие подсказки, появляющиеся при наведении на них курсора мыши.

Каждая вкладка содержит кнопки «показать» и «скрыть», с помощью которых можно очистить графическое окно от соответствующих объектов, а также восстановить объекты по умолчанию.

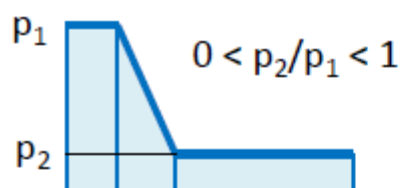
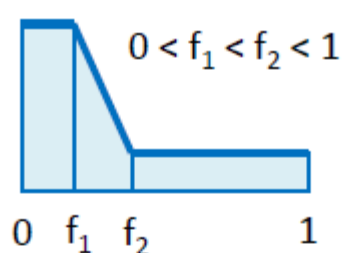
4 Известные проблемы и ограничения

- Sorted формат файла bdf не поддерживается и никак не обнаруживается программой; его использование приведет к ошибкам в работе программы.
- Continuation markers в bdf файле не поддерживаются. При создании bdf в Translation parameters не нужно ставить галочку Write continuation markers.

5 Параметры модельных распределений



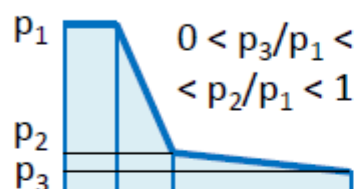
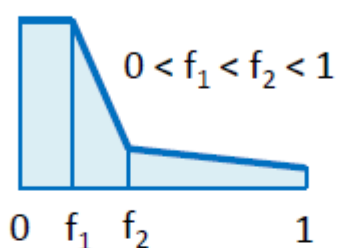
6



Задаваемые
параметры:

- p_2/p_1
- f_1
- f_2

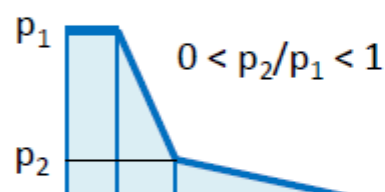
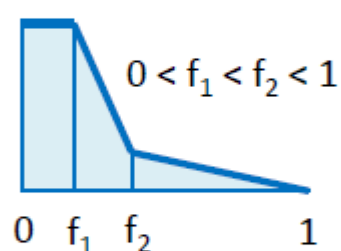
7



Задаваемые
параметры:

- p_2/p_1
- p_3/p_1
- f_1
- f_2

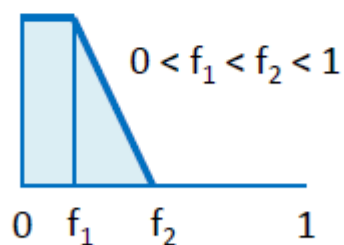
8



Задаваемые
параметры:

- p_2/p_1
- f_1
- f_2

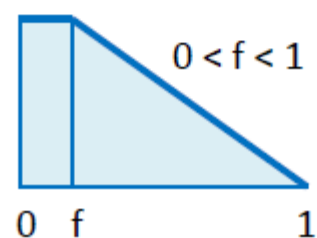
9



Задаваемые
параметры:

- f_1
- f_2

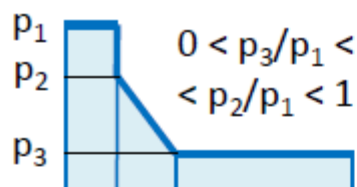
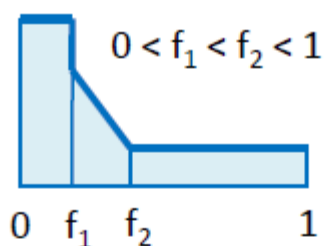
10



Задаваемые
параметры:

- f

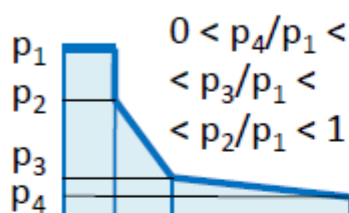
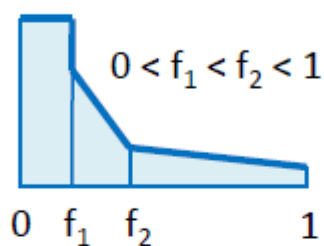
11



Задаваемые
параметры:

- p_2/p_1
- p_3/p_1
- f_1
- f_2

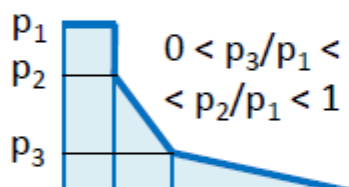
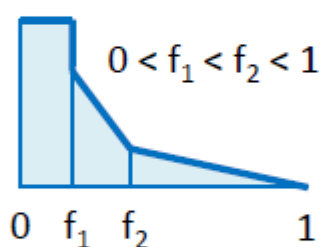
12



Задаваемые
параметры:

- p_2/p_1
- p_3/p_1
- p_4/p_1
- f_1
- f_2

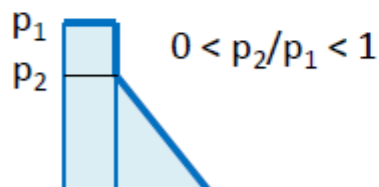
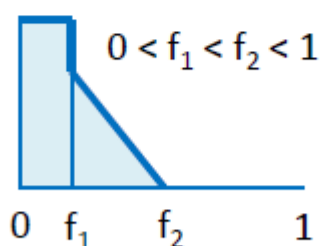
13



Задаваемые
параметры:

- p_2/p_1
- p_3/p_1
- f_1
- f_2

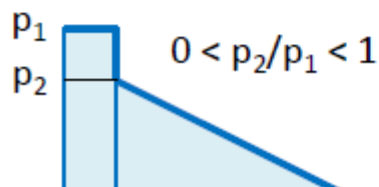
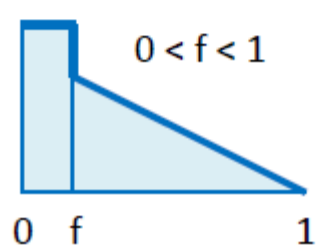
14



Задаваемые
параметры:

- p_2/p_1
- f_1
- f_2

15



Задаваемые
параметры:

- p_2/p_1
- f