

CADFEM®



ANSYS®

Центр Компетенции

Инженерный анализ – это больше,
чем программное обеспечение®

ANSYS®

Realize Your Product Promise®

2019 R1

ANSYS 2019 R1 — Обновления и изменения

Оглавление

Общие обновления	6
1. Изменения в ANSYS EKM	6
2. Изменения в аккаунтах ANSYS Discovery	7
3. Совместимость версий	7
4. Установка	8
5. Лицензирование	8
6. Документация	8
7. Верификационные примеры Mechanical APDL	8
7.1. Верификационные примеры Mechanical APDL	8
7.2. Верификационные примеры Workbench	9
Часть I: Прочностные продукты ANSYS	10
<i>Раздел 1: Обновления Mechanical</i>	<i>10</i>
1.1. Изменения модуля Mechanical	10
1.2. Общие улучшения	11
1.3. Графика	11
1.4. Геометрия	11
1.5. Материалы	12
1.6. Модуль External Model	12
1.7. Контакты и соединения	12
1.8. Сетка	12
1.9. Трещины	12
1.10. Композиционные материалы	12
1.11. Моделирование процессов аддитивного производства	12
1.12. Анализ	12
1.13. Демпфирование материалов в Engineering Data	13
1.14. Акустический анализ	13
1.15. Расчет виброакустических (NVH) характеристик	13
1.16. Топологическая оптимизация	14
1.17. Нагрузки и закрепления	14
1.18. Решение	14
1.19. Усталость	14
1.20. Решатель динамики жестких тел	14
1.21. Явная динамика	14
1.22. Результаты	15
1.23. Скрипты	15
<i>Раздел 2: Обновление Mechanical APDL</i>	<i>16</i>
2.1. Прочностные расчеты	16
2.2. Многодисциплинарные расчеты	18
2.3. Решатели	19
2.4. Файл результатов	19
2.5. Команды APDL	19
2.6. Элементы	22
2.7. Документация	22
2.8. Удаленные или заархивированные функции	23
<i>Раздел 3: Обновления ANSYS Autodyn</i>	<i>23</i>
3.1. Новые функции и улучшения	23
<i>Раздел 4: Обновления ANSYS Aqwa</i>	<i>23</i>
4.1. Новые возможности решателя Aqwa	23
4.2. Aqwa Graphical Supervisor (AGS)	23
4.3. Hydrodynamic Analysis Systems	23
<i>Раздел 5: Обновления ANSYS Composite PrepPost (ACP)</i>	<i>24</i>
5.1. Новый формат сериализации данных .ACPH5	24
5.2. Скалярные поля для переменных свойств материалов	24
5.3. Импорт твердотельных моделей для инструмента Cut-Off	24

5.4. Геометрическое правило выделения	24
5.5. Драпировка однонаправленных слоев	24
5.6. Улучшение графического интерфейса	24
5.7. Поддерживаемые платформы.....	24
5.8. Выявленные ограничения и несовместимости	24
5.9. Перенос проектов ACP из предыдущих версий	24
5.10. Перенос скриптов ACP из предыдущих версий.....	24
5.11. Инструмент Composite Failure Tool для перенесенных проектов ACP.....	24
5.12. Ошибка дублирования для рабочего процесса с композитами в Workbench	25
<i>Раздел 6: Обновления Material Designer</i>	<i>25</i>
6.1. Типы RVE	25
6.2. Свойства материалов.....	25
<i>Раздел 7: Аддитивные технологии.....</i>	<i>25</i>
7.1. ANSYS Additive (Print и Science)	26
7.2. Workbench Additive	27
Часть II: Гидрогазодинамические продукты ANSYS	29
<i>Раздел 1: Обновления ANSYS Fluent.....</i>	<i>29</i>
1.1. Поддерживаемые платформы.....	29
1.2. Новые возможности	29
1.3. Обновления, влияющие на поведение кода	35
1.4. Выявленные ошибки и ограничения	38
1.5. Исправленные ошибки и ограничения	42
<i>Раздел 2: Обновления ANSYS CFX.....</i>	<i>43</i>
2.1. Новые возможности и улучшения.....	43
2.2. Несовместимости.....	43
2.3. Выявленные ошибки и ограничения	43
<i>Раздел 3: Обновления ANSYS TurboGrid.....</i>	<i>44</i>
3.1. Несовместимости.....	44
<i>Раздел 4: Обновления ANSYS BladeModeler</i>	<i>44</i>
4.1. ANSYS BladeGen	44
4.2. ANSYS BladeEditor	44
<i>Раздел 5: Обновления ANSYS CFD-Post</i>	<i>44</i>
5.1. Новые возможности и улучшения.....	44
5.2. Несовместимости.....	45
<i>Раздел 6: Обновления ANSYS Polyflow</i>	<i>45</i>
6.1. Новые возможности	45
<i>Раздел 7: Обновления ANSYS Forte</i>	<i>45</i>
7.1. Новые возможности и улучшения.....	45
7.2. Исправленные ошибки и ограничения	46
<i>Раздел 8: Обновления ANSYS Chemkin-Pro</i>	<i>46</i>
8.1. Новые возможности и улучшения.....	46
8.2. Исправленные ошибки и ограничения	47
<i>Раздел 9: Обновления ANSYS FENSAP-ICE</i>	<i>47</i>
9.1. Новые возможности и улучшения.....	47
9.2. Выявленные ошибки и ограничения	48
9.3. Исправленные ошибки и ограничения	49
9.4. Бета-функции.....	50

Часть III: Продукты ANSYS в области электромагнетизма	51
<i>Раздел 1: Обновления ANSYS Iserak</i>	<i>51</i>
1. Новые возможности ANSYS Iserak.....	51
<i>Раздел 2: Обновления ANSYS Circuit</i>	<i>52</i>
2.1. Новые возможности и улучшения.....	52
2.2. Исправленные ошибки	52
2.3. Выявленные ошибки и ограничения	52
<i>Раздел 3: Обновления ANSYS EMIT.....</i>	<i>52</i>
<i>Раздел 4: Обновления ANSYS HFSS.....</i>	<i>53</i>
4.1. Новые возможности и улучшения.....	53
4.2. Исправленные ошибки.....	53
4.3. Выявленные ошибки и ограничения.....	53
<i>Раздел 5: Обновления ANSYS Maxwell.....</i>	<i>54</i>
5.1. Новые возможности и улучшения.....	54
5.2. Исправленные ошибки.....	54
5.3. Выявленные ошибки и ограничения.....	54
<i>Раздел 6: Обновления Q3D Extractor</i>	<i>55</i>
6.1. Новые возможности и улучшения.....	55
6.2. Исправленные ошибки.....	55
<i>Раздел 7: Обновления Slwave.....</i>	<i>55</i>
7.1. Новые возможности и улучшения.....	55
7.2. Исправленные ошибки.....	55
<i>Раздел 8: Обновления ANSYS Twin Builder.....</i>	<i>56</i>
8.1. Новые возможности и улучшения.....	56
8.2. Исправленные ошибки.....	56
Часть IV: Продукты ANSYS для работы с геометрией и построения сетки	57
<i>Раздел 1: Обновления CAD</i>	<i>57</i>
<i>Раздел 2: Обновления Meshing</i>	<i>57</i>
2.1. Общие замечания по использованию приложения	57
2.2. Изменения в поведении приложения по сравнению с предыдущими версиями.....	57
2.3. Метод послойного построения тетраэдров (Layered Tetrahedrons).....	58
2.4. Построение сетки в окрестности трещин произвольной формы (arbitrary crack meshing)	58
<i>Раздел 3: Обновления ICEM CFD</i>	<i>58</i>
Часть V: Обновления расчетной платформы	59
<i>Раздел 1: Обновления ANSYS Workbench</i>	<i>59</i>
1.1. ANSYS Workbench.....	59
1.2. Приложение Engineering Data.....	59
1.3. Улучшения ячейки Model	59
<i>Раздел 2: Обновления System Coupling.....</i>	<i>59</i>
<i>Раздел 3: Обновления АСТ.....</i>	<i>60</i>
<i>Раздел 4: Обновления Remote Solve Manager (RSM).....</i>	<i>60</i>
4.1. Исправленные ошибки	60
4.2. Выявленные ошибки и ограничения	60
<i>Раздел 5: Обновления ANSYS DesignXplorer</i>	<i>61</i>
<i>Раздел 6: Обновления ANSYS Viewer.....</i>	<i>62</i>
6.1. Выявленные ошибки и ограничения.....	62

Часть VI: Обновления ANSYS Discovery	63
<i>Раздел 1: Обновления ANSYS Discovery SpaceClaim</i>	63
1.1. Обзор новых возможностей	63
1.2. Фасеты	63
1.3. Группы.....	65
1.4. Ядро	66
1.5. Совместная топология.....	67
1.6. Дополнительно	67
1.7. Листовой металл.....	67
1.8. Импорт/Экспорт	67
1.9. Написание скриптов	68
<i>Раздел 2: Обновления ANSYS Discovery Live</i>	69
2.1. Обзор новых возможностей	69
2.2. Течение жидкости и газа	69
2.3. Прочность	75
2.4. Проведение расчета	75
2.5. Параметризация	76
2.6. Приложения	76
2.7. Топологическая оптимизация.....	76
<i>Раздел 3: Обновления ANSYS Discovery AIM</i>	80
3.1. Конструкции	80
3.2. Общие улучшения.....	81

Общие обновления

1. Изменения в ANSYS EKM

ANSYS EKM был удален из стандартного установочного пакета с версии ANSYS 19.1 и в настоящее время доступен в виде отдельного пакета обновления (EKM 19.0.1). В дальнейшем версии EKM будут иметь обозначение R19.0.x, где "x" будет увеличиваться с каждой новой версией EKM.

Часто задаваемые вопросы

Почему были сделаны эти изменения?

Прошлые версии EKM (до 19.0.1) были привязаны к определенной версии среды ANSYS Workbench и решателям. Для клиентов, часто переходящим на новые версии ПО ANSYS, это представляло некоторые проблемы при миграции сервера EKM на более новые версии ПО ANSYS.

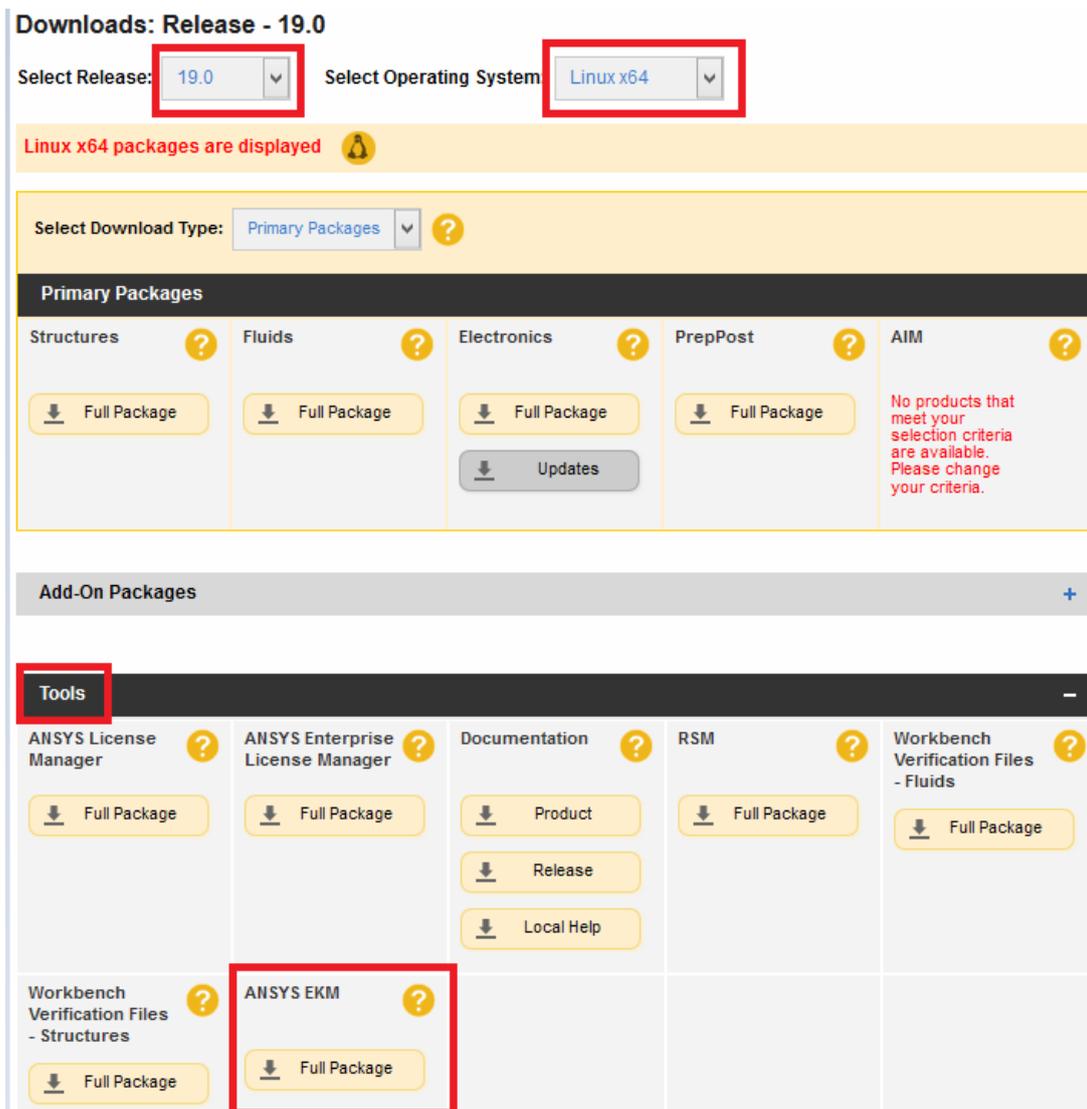
Семейство новых версий EKM сервера с принципом нумерации «R19.0.x» теперь не привязано к определенным версиям среды ANSYS Workbench или решателей. Например, установка версии ANSYS EKM service pack работает как с версией ANSYS R19.2, так и версией ANSYS 2019 R1. Такой формат дистрибутива установки обновления сервера EKM устраняет необходимость полного обновления сервера EKM при переходе на использование новых версий ПО ANSYS.

Где можно получить доступ к загрузке дистрибутива EKM?

Дистрибутив установки программного пакета R19.0.1 EKM Server доступен на пользовательском портале ANSYS.

Для ОС MS Windows

The screenshot shows the ANSYS download portal interface for Windows x64. At the top, it says "Downloads: Release - 19.0". Below this, there are two dropdown menus: "Select Release:" with "19.0" selected, and "Select Operating System:" with "Windows x64" selected. A yellow banner below these menus states "Windows x64 packages are displayed". Underneath, there is a section for "Primary Packages" with a dropdown menu set to "Primary Packages". This section contains a grid of packages: Structures, Fluids, Electronics, PrepPost, and AIM. Each package has a "Full Package" button, except for Electronics which has an "Updates" button. Below this is an "Add-On Packages" section with a plus sign. The "Tools" section is expanded, showing a grid of tools: ANSYS License Manager, ANSYS Enterprise License Manager, Documentation, RSM, and Workbench Verification Files - Fluids. Each tool has a "Full Package" button, except for Documentation which has "Product", "Release", and "Local Help" buttons. The "ANSYS EKM" package is highlighted with a red box, and it has a "Full Package" button.



2. Изменения в аккаунтах ANSYS Discovery

Если у вас есть аккаунт Discovery, чтобы запускать приложения Discovery по подписке, то он будет автоматически преобразован в аккаунт ANSYS (более общий). Это незначительное изменение вы сможете увидеть при попытке входа в свой аккаунт и управлении подписками на портале. Обратите внимание, что с вашей стороны не требуется никаких действий и никаких изменений в данных аккаунта. Вы можете использовать аккаунт и подписки как обычно. Данное изменение было выполнено с целью разрешить использование данных аккаунтов для дополнительных продуктов и услуг ANSYS, доступ к которым осуществляется только через подтвержденные аккаунты.

3. Совместимость версий

Обратная совместимость

- ANSYS 2019 R1 может открыть файлы предыдущих версий: 18.1, 18.2, 19.0, 19.1 и 19.2.
- Некоторые модули могут открывать файлы и более ранних версий (до 18.1).
- В тех случаях, когда невозможно открыть файл версии 17.x, сначала откройте его в ANSYS версии 18.x, сохраните, потом откройте в 19.x и т.д. и после этого откройте в версии 2019 R1.

Прямая совместимость

- Предыдущие версии ANSYS не могут открывать файлы, созданные в версии 2019 R1.

4. Установка

- Опции установки сервера ANSYS EKM и Teamcenter исключены из программы установки ANSYS.
- В меню **Открыть с помощью** операционной системы, доступном по нажатию правой кнопкой мыши по ассоциированному с ПО ANSYS файлу, теперь перечислены версии приложения ANSYS, связанные с данным файлом.
- Пакет продуктов ANSYS Discovery был добавлен в программу установки ANSYS. Это дополнение включает в себя ANSYS Discovery AIM, ANSYS Discovery Live и ANSYS Discovery SpaceClaim.
- Если вы выбрали установку ANSYS Discovery AIM, то библиотеки OpenCL устанавливаются автоматически в тихом режиме, если это необходимо.

5. Лицензирование

- ANSYS License Manager использует версию Tomcat 9.0.12.
- ANSYS License Manager использует версию Java 1.8.0_181.
- ANSYS Licensing Interconnect использует версию OpenSSL 1.1.0i.
- ANSYS License Manager теперь поддерживает семейство продуктов ANSYS Motion.

6. Документация

- Документация по продуктам теперь доступна онлайн по адресу <https://ansyshelp.ansys.com/> и напрямую связана с продуктами ANSYS.
- Если у вас нет доступа к интернету или вы хотите использовать локальную копию документации, вы можете загрузить устанавливаемую версию документации ANSYS, доступную для скачивания на клиентском портале <https://support.ansys.com/>.

7. Верификационные примеры Mechanical APDL

7.1. Верификационные примеры Mechanical APDL

7.1.1. Новые верификационные примеры

- **VM197 Rotating Elastic System.** Упругая система вращается на фиксированном расстоянии вокруг некоторой оси. Система состоит из точечной массы, установленной в условном центре, где сходятся шесть пружин: две в радиальном направлении, две в окружном направлении и две в осевом направлении. Масса расположена между каждой парой пружин. Когда система вращается вокруг оси, масса смещается в радиальном направлении, а окружные и осевые пружины обуславливают вторичные радиальные реакции. Рассматриваются два случая. В первом случае предполагается линейное поведение системы и вторичные вклады в радиальную силу игнорируются. Во втором случае вторичные вклады учитываются в нелинейном анализе. Для обоих случаев выполняются статический и модальный анализ в несколько шагов, чтобы определить положение равновесия и предел устойчивости, а также построить диаграмму Кэмпбелла.
- **VM301 Critical Speed of a Rotating Disk.** Моделируется тонкий диск, закрепленный в области центрального отверстия. Диск вращается вокруг оси, перпендикулярной самому диску. Проводится серия модальных анализов с применением метода линейного возмущения при различных значениях скорости вращения для построения диаграммы Кэмпбелла и определения критического значения скорости вращения.
- **VM302 Rotating Circular Ring.** Исследуется тонкое круглое кольцо. В примере определяется влияние эффектов упрочнения и разупрочнения (вращение, эффект Кориолиса) на плоскостные моды, в которых перемещения точек конструкции происходят в плоскости кольца. Для определения собственных частот и форм проводится модальный анализ с помощью метода линейного возмущения. Для создания предварительно напряженного состояния в кольце используются контактные элементы на краях кольца.
- **VM303 1-D Steady-State Thermal Conduction in a Reinforced Block.** Не проводящий тепло кубический блок армирован теплопроводящим стержнем с поперечным сечением небольшой площади. Армирующий стержень

заканчивается на противоположных гранях, которые имеют заданную отличную друг от друга температуры. Теплопроводность и параметры тепловыделения в армирующем стержне известны. Целью примера является определение максимальной температуры в стержне.

7.1.2. Удаленные верификационные примеры

- VM197 IGES Write/Read for Thick-Walled Cylinder в связи с его заменой на пример VM197 Rotating Elastic System.

7.2. Верификационные примеры Workbench

7.2.1 Новые верификационные примеры

- **VMMECH104 Topology Optimization Benchmark Problem for Cantilever with End Load.** Рассматривается консольная балка в условиях плоской деформации. Один из ее концов закреплен, а центр другого конца балки статически нагружен силой. В ходе топологической оптимизации необходимо получить конструкцию с минимальной податливостью при условии сохранения 50 процентов объема материала.

Часть I: Прочностные продукты ANSYS

Раздел 1: Обновления Mechanical

Обратная совместимость: новая версия ANSYS 2019 R1 была проверена на чтение и продолжение работы с базами данных следующих версий: 18.1, 18.2, 19.0, 19.1 и 19.2. Некоторые продукты позволяют читать базы данных более ранних версий. Для тех продуктов, которые не позволяют читать версии 17.x и 18.0 в версии 2019 R1, сначала сохраните в поддерживаемой версии, а затем продолжите работу в 2019 R1.

Важно

Модуль Mechanical больше не позволяет работать с базами версии 11.0 (*.dsdb и *.wbdb) и ранее, содержащие объекты, которые конвертируются в системы Mesh или Mechanical. Чтобы импортировать эти файлы, сначала импортируйте их в версию 12.0 или 19.2, сохраните и откройте в версии 2019 R1.

1.1. Изменения модуля Mechanical

Версия 2019 R1 включает несколько новых функций и улучшений, которые изменяют работу программы по сравнению с предыдущими версиями.

- **Особенности перехода на 2019 R1.** Открытие базы данных предыдущих версий стало дольше, чем обычно. Эта возможная задержка происходит один раз вследствие конвертации сетки в новый формат. После проведения конвертации и сохранения проекта задержек не будет. Переход на новый внутренний формат осуществлен для улучшения производительности.
- **Проекты версии 11.0 больше не поддерживаются.** Модуль Mechanical больше не позволяет работать с базами версии 11.0 (*.dsdb и *.wbdb) и ранее, содержащие объекты, которые конвертируются в системы Mesh или Mechanical. Чтобы импортировать эти файлы, сначала импортируйте их в версию 12.0 или 19.2, сохраните и откройте в версии 2019 R1.
- **Частоты в Полном демпфированном (Full Damped) решателе.** Когда модуль Mechanical APDL получает комплексные собственные числа, он больше не сортирует их как комплексно-сопряженные числа для решателя **Full Damped**, используемого в модальном анализе. Тем не менее, модуль Mechanical трактует частоты в этом анализе как комплексно-сопряженные числа, в результате чего вы можете получить отрицательные частоты для некоторых форм.
- Модуль **ANSYS Composite PrepPost (ACP)** обновил формат данных. Если у вас есть решенный проект Mechanical, который сохранен в предыдущей версии и включает систему ACP, вам следует обновить систему ACP и перевыполнить решение. Это включит новый формат ACP для работы инструментов Composite Failure Tool и Sampling Point Tool.
- **Граничное условие конвекции.** В настройках конвекции появилась новая категория: **Fluid Flow Controls**. Эта категория содержит ранее существовавшее свойство **Fluid Flow**, принимающее значения Yes/No. Свойство **Fluid Flow Edge (s)** переименовано в **Fluid Flow Scoping** и также включено в новую категорию. Кроме того, категория содержит новое свойство: **Scoping Method**, которое позволяет указать геометрию или именованную выборку (**Named Selection**). Эти свойства используются для указания геометрии или узла для тела типа Thermal Fluid, используемого при расчете конвекции.
- **Файлы ICEM CFD в модуле External Model.** Теперь модуль позволяет использовать внутренние данные файлов ICEM CFD для группировки элементов в тела и создания геометрических граней.
- **Инструмент Surface Coating.** При использовании опции **Stress Evaluation Only (вычисление напряжений)** свойство **Stiffness Behavior** больше не требует указания толщины.
- **Настройки анализа – Управление демпфированием.** Свойство **Constant Damping Ratio** переименовано в **Damping Ratio**, тогда как свойство **Structural Damping Coefficient** переименовано в **Constant Structural Damping Coefficient**.
- **Демпфирование в свойствах материала.** В модуле Engineering Data при задании свойств материала свойство **Damping Ratio** больше не используется в следующих видах анализа: Full Harmonic Response, Full Damped Modal и Reduced Damped Modal (при установленном свойстве **Store Complex Solution** в значение **Yes**). Вместо этого для этих анализов используется свойство **Constant Structural Damping Coefficient**.
- **Ограничение напряжений при топологической оптимизации.** Ограничение напряжений (**Stress Constraints**) теперь поддерживаются с лицензией Mechanical Pro.

- **Метод генерации сетки Layered Tetrahedrons.** В текущей версии полностью доступен метод Layered Tetrahedrons, который ранее был доступен в качестве бета-функции. Этот метод может быть использован для создания сетки тетраэдров, расположенных слоями с заданным размером слоя.
 - Метод Layered Tetrahedrons можно использовать при моделировании процессов печати в аддитивном производстве, особенно для тел с мелкими деталями, отверстиями или тонкими стенками.
 - Этот метод генерирует неструктурированную тетраэдрическую слоистую сетку с заданной высотой слоя.

1.2. Общие улучшения

- **Шаблоны моделирования.** Теперь вы можете создавать шаблоны моделирования в модуле Mechanical. Эта возможность позволяет быстро использовать одни и те же настройки решения для разных геометрий. Вы можете открыть приложение, не присоединяя геометрию, и создать Именованные Выборки на базе каких-либо критериев, которые использовать в качестве назначений для различных объектов дерева проекта. Один раз настроив анализ и граничные условия, вы можете сохранить проект и использовать его для любой геометрии. Проект становится шаблоном моделирования.
- **Solution Information Worksheet.** Теперь, когда вы отображаете содержимое выходного файла (**Solver Output**) при выбранной ветке **Solution Information** в процессе выполнения решения, и пролистываете содержимое файла, программа запоминает позицию в файле. Если вы перейдете к другому объекту дерева и вернетесь, то предыдущая позиция в файле будет активна. В предыдущих версиях происходил возврат к началу файла.
- **Командные объекты APDL.** Командные объекты теперь имеют новое свойство: **Issue Solve Command**. Это свойство доступно только у командных объектов в системах, использующих APDL. Это свойство позволяет указать, нужно ли выполнять решение на этом шаге (или шагах).
- **Объект Project.** Корневой объект **Project** в дереве проекта теперь отображается со звездочкой (*) в имени, которая показывает, что проект не сохранен после последних изменений.
- **Файловое меню.** В главном меню в разделе **File** доступна новая опция **Save Database**. Она позволяет сохранять текущую сессию Mechanical без сохранения проекта целиком. Тем не менее, вы должны сохранять проект, когда выходите из приложения.
- **Имена систем в схеме проекта.** Теперь вы можете создавать имена из нескольких строк для систем в схеме проекта (**Project Schematic**). Используйте комбинацию **(Ctrl) + (Enter)**, чтобы начать новую строку.

1.3. Графика

- **Анимация по ключевым кадрам.** Модуль Mechanical позволяет создать анимацию по ключевым кадрам (**Keyframe**), чтобы последовательно сшить между собой различные положения модели в графическом окне. Каждый ключевой кадр – это начальная и конечная точка, которые программа связывает вместе промежуточными кадрами для создания анимации. Программа интерполирует переходные кадры, чтобы создать плавную анимацию. К примеру, можно создать анимацию вращения модели.
- **Анимация.** Анимация имеет новые возможности экспорта, а именно:
 - При экспорте программа применяет настройки количества кадров и времени анимации. В предыдущих версиях экспорт анимации происходил с настройками по умолчанию.
 - Экспорт поддерживает формат *.GIF.
 - Вы можете выполнять анимацию по ключевым кадрам, а также синхронизировать обычную анимацию результатов с ключевыми кадрами.
 - Вы можете экспортировать анимацию в ОС Linux.

1.4. Геометрия

- **Настройка Mechanical в ANSYS Discovery Live и SpaceClaim.** Модули ANSYS Discovery Live и SpaceClaim теперь имеют опцию автоматического открытия модуля Mechanical и передачи в него текущего проекта. Эта опция автоматически открывает Workbench, помещает в схему проекта систему Mechanical Model и запускает модуль Mechanical. Ячейка геометрии (**Geometry**) в новой системе связана с активным проектом в Discovery Live или SpaceClaim.
- **Трансформация деталей.** Модуль Mechanical теперь предусматривает трансформации: изменение позиции или ориентации деталей в модели. Это необходимо для большего контроля над позиционированием деталей, а также для моделирования детали в различных ориентациях.

- **Присоединение/замена геометрии в Mechanical.** Теперь вы можете открыть систему анализа, не подключая геометрию. В модуле Mechanical доступна новая опция **Attach Geometry** для ветки геометрии. После присоединения геометрии или в проекте, уже включающем геометрию, опция **Replace Geometry** заменяет опцию **Attach Geometry**, тем самым заменяя существующую геометрию.

1.5. Материалы

Библиотека материалов для аддитивного производства включает следующие материалы:

- 17-4PH Stainless Steel
- AlSi10Mg

1.6. Модуль External Model

- **Поперечные сечения.** Для импортируемых сеток балочных элементов можно импортировать такие свойства поперечного сечения, как **Transverse Shear Stiffness XY** и **Transverse Shear Stiffness XZ**, если они представлены в исходном файле.
- **Поддерживаемые типы элементов.** Модуль External Model теперь позволяет импортировать **FLUID116**.

1.7. Контакты и соединения

- **Соединение Bushing.** Это соединение (**Bushing Joint**) теперь имеет новое свойство для определения свойств элемента: **Formulation**. В предыдущих версиях всегда использовалась формулировка MPC (Multi-Point Constraint). Теперь, используя новое свойство, вы можете выбрать старую MPC-формулировку или новую формулировку – **Bushing**. Эти настройки формулировки позволяют задать желаемый тип элемента для соединения Bushing Joint. Формулировка Bushing использует элемент **COMBI250**, тогда как формулировка MPC по-прежнему использует элемент **MPC184**. В текущей версии формулировка **Bushing** поддерживается только для модального и гармонического анализа.
- **Папка с группой соединений (Connection Group).** Объект **Connection Group** имеет новое свойство: **Face/Face Angle Tolerance**. Когда выполняется алгоритм автоматического поиска контактов с настройкой **Face/Face**, это свойство позволяет задать минимальный угол между двумя нормальными поверхностями. Это минимальный угол, меньше которого программа игнорирует грани при поиске контактов. По умолчанию это значение 75°, минимальная величина 0°, а максимальная 90° (грани перпендикулярны).

1.8. Сетка

Смотрите раздел 2 Meshing, Часть IV.

1.9. Трещины

- **Генерация сетки на произвольной трещине.** В предыдущих версиях модуля Mechanical можно было создать произвольную трещину (**Arbitrary Crack**) только на одной грани. Теперь такая трещина может охватывать несколько граней. Кроме того, если вы используете метод генерации сетки на базе тетраэдров, то контуры сетки не видны на поверхности трещины.

1.10. Композиционные материалы

В версии 2019 R1 нет новых функций.

1.11. Моделирование процессов аддитивного производства

Смотрите раздел 7.2. Workbench Additive, Часть I.

1.12. Анализ

- **Обобщенная осесимметрия.** Новая функция обобщенного осесимметричного состояния (**General Axisymmetric**) доступна в папке **Symmetry** при выполнении трехмерного статического анализа. Эта функция позволяет создавать осесимметричную сетку на плоской поверхностной геометрии, используя объект **General Axisymmetric**. Функция использует технологию решения, основанную на элементах **SOLID272** и **SOLID273**. Следующие возможности доступны в этой постановке:
 - Программа выбирает метод поиска контактов узел-поверхность (node-to-surface), когда тела с настройкой **General Axisymmetric** участвуют в контакте с другими телами.
 - Поддерживаются как осесимметричные, так и не осесимметричные нагрузки. Давление прикладывается с использованием поверхностных элементов (**SURF159**).

- **Гармонический анализ** (с несколькими скоростями вращения). Теперь, когда вы выполняете параметрические исследование в Maxwell, вы можете импортировать информацию о скоростях вращения в гармонический анализ. В рамках этой новой возможности:
 - Предусмотрена новая категория **Step Controls** в настройках анализа (**Analysis Settings**), которая позволяет:
 - Задать несколько скоростей вращения, указав для каждой скорости вращения свой диапазон частот и шаг по частоте.
 - Задать силы и моменты для заданных скоростей вращения, используя новые свойства **RPM Varying** и **RPM Selection**.
 - Теперь вы можете импортировать силы/моменты, а также поверхностные силы из модуля Maxwell для одной или нескольких скоростей вращения.
- **Анализ подконструкций.**
 - Функция подконструкций теперь поддерживает Гармонический анализ (только методом суперпозиции).
 - Модуль Mechanical использует новый метод управления файлами при анализе подконструкций, когда используется решатель Mechanical APDL. Чтобы улучшить производительность, уменьшить время решения и использование памяти на этапах Use Pass и Expansion Pass, программа теперь ссылается на предварительно сгенерированные файлы вместо создания их копий.
- **Демпфирования в материалах.** В модуле Engineering Data имеется возможность задать группу настроек **Material Dependent Damping**, которая позволяет задать два коэффициента: **Damping Ratio** и **Constant Structural Damping Coefficient**. Свойство **Constant Structural Damping Coefficient** – новое свойство материала, которое поддерживается в расчетах полным методом (Harmonic Response, Transient, Damped Modal), а также в расчете Reduced Damped Modal (когда опция **Store Complex Solution** установлена в значение **Yes**).
- **Настройки анализа – Нелинейная адаптация сетки.** В настройках нелинейной адаптации сетки появилось два новых свойства: **Generate Restart Points** и **Retain Files After Full Solve**. Эти свойства позволяют контролировать, будут ли создаваться точки рестарта и будут ли сохраняться файлы после решения.

1.13. Демпфирование материалов в Engineering Data

В версии 2019 R1 модуль Mechanical поддерживает новое свойство: **Constant Structural Damping Coefficient**. Это новое свойство содержится в новой группе Material Dependent Damping. Эта группа также содержит свойство **Damping Ratio**, которое ранее называлось **Constant Damping Coefficient** и все еще поддерживается в модуле Mechanical. Когда вы задаете какое-либо из этих двух свойств в Engineering Data, то одна из команд дописывается в исходный файл, который отправится на расчет. Это команда **MP,DMPR** при использовании **Damping Ratio** и команда **MP,DMPS** при использовании **Constant Structural Damping Coefficient**.

Использование старых проектов

Если вы задавали демпфирование материала в предыдущих версиях, используя **Constant Damping Coefficient**, то новое свойство **Damping Ratio** примет эту величину. Тогда как свойство **Constant Structural Damping Coefficient** автоматически примет значение в два раза больше, чем **Damping Ratio**. В силу отношений между свойствами, результаты в расчетах, их использующих, не будут изменены.

1.14. Акустический анализ

- **Гармонический акустический.** Вы можете выполнить одностороннюю передачу данных из виброакустического гармонического анализа в акустический гармонический анализ.

1.15. Расчет виброакустических (NVH) характеристик

В платформу Workbench интегрирована связь между модулями Mechanical и Maxwell, позволяющая выполнять анализ виброакустических характеристик электрических машин от начала до конца. Вы можете использовать модуль Maxwell для вычисления электромагнитных сил для требуемого набора скоростей вращения и отправить силы для всех скоростей вращения в модуль Mechanical, используя связи в схеме проекта Workbench.

Гармонический анализ теперь:

- Позволяет управлять скоростями вращения в категории **Step Controls** в настройках анализа. Для каждой скорости вращения можно задать свой частотный диапазон и шаг по частоте.
- Поддерживает импорт сил/моментов, а также поверхностных сил из модуля Maxwell для одной или нескольких скоростей вращения, когда в модуле Maxwell выполняется параметрическое исследование.

- Позволяет выводить результаты диаграммы эквивалентной излученной мощности (**ERP**) и уровня излученной мощности (**ERPL**).

1.16. Топологическая оптимизация

- **Сглаживание топологической оптимизации.** Топологическая оптимизация имеет новую функцию в результатах: **Smoothing**. Эта функция доступна для результата **Topology Density** и позволяет создавать сглаженную геометрию в формате STL.
- **Reload Volume Analysis.** Топологическая оптимизация имеет новую категорию в настройках анализа: **Reload Volume Analysis**. Эта категория и ее свойства **Reload Volume Fraction** и **Current Reload Point** позволяют загрузить предыдущее решение в качестве начальной точки в следующем решении.
- **Оптимизация стационарного теплового расчета.** Топологическая оптимизация теперь поддерживает стационарный тепловой расчет. При выполнении оптимизации с тепловым расчетом доступна новая цель **Thermal Compliance** и соответствующие ограничения **Temperature Constraint**. В процессе оптимизации ограничения позволяют указать верхние границы температур для выбранных узлов.
- **Ограничения напряжений для всей модели.** Назначение ограничения напряжений больше не ограничено элементами из области оптимизации **Optimization Region**. Теперь вы можете назначить эти ограничения в любой области модели.
- **Оптимизация оболочечных тел.** Топологическая оптимизация теперь поддерживает оболочечные тела в статическом, модальном и стационарном тепловом анализе.

1.17. Нагрузки и закрепления

- **Конвекция с потоком.** Граничное условие конвекции теперь поддерживает назначение на вершину или узел при работе с телами типа **Thermal Fluid**. Эта функция позволяет использовать узел или вершину для получения температуры жидкости.

1.18. Решение

- **Комбинация решений. Функциональность комбинации решений претерпела следующие изменения:**
 - можно задавать несколько комбинаций;
 - можно комбинировать результаты различных анализов: гармонического, статического и анализа переходных процессов;
 - возможна как линейная комбинация, так и по корню из суммы квадратов (SRSS);
 - можно импортировать и экспортировать сводные таблицы комбинации как файлы в формате *.CSV.
- **Настройки объекта Solution.** При выводе таблиц с коэффициентами участия вывод отношения эффективной массы к общей доступен теперь и в 2D анализе. Ранее поддерживался только 3D.
- **Изменения в объекте Solution.** Теперь вы можете параметризовать время решения задачи.

1.19. Усталость

- **Результаты.** Теперь вы можете экспортировать матрицу метода дождевого потока и матрицу повреждений в текстовый файл.

1.20. Решатель динамики жестких тел

- **Новый метод интегрирование по времени.** Доступна новая функция интегрирования по времени **Stabilized Generalized-Alpha**, которая уменьшает число итераций, необходимых для сходимости решения.
- **Expansion по требованию.** Раскрытие подконструкций теперь происходит «на лету» при постпроцессинга, чтобы предотвратить большие объемы чтения/записи файлов.
- **Новые команды.** Доступны новые команды для вывода сил, действующих на тело, а также контактных усилий.
- Сводная таблица настроек анализа (**Worksheet**) теперь доступна и в анализе динамики жестких тел.

1.21. Явная динамика

Система Explicit Dynamics предоставляет доступ к решателю Autodyn: Лагранжеву, Эйлерову и Лагранж-Эйлерову.

- **Новая опция настроек контакта.** Доступна новая функция в настройках контакта, позволяющая улучшить его определение (симметричный/антисимметричный/с трением).
- **Новые результаты и трекары.** Доступны новые энергетические результаты (внутренняя, кинетическая, пластическая работа, контактная, общая), а также два новых трекара энергии (**Hourglass, Contact**).
- Сводная таблица (**Worksheet**) с настройками анализа доступна теперь и в явной динамике.

Следующие улучшения решателя LS-DYNA выполнены в версии 2019 R1:

- Передача тепловых нагрузок из модуля Mechanical. Теперь доступны связи между стационарным (а также нестационарным) тепловым расчетом и системой Workbench LS-DYNA. Температурные деформации могут быть учтены в расчетах LS-DYNA.
- Передача перемещений из Workbench LS-DYNA. Перемещения из системы Workbench LS-DYNA могут быть переданы в такие системы, как Static Structural.
- Армирование. Взаимодействие тел типа армирование доступно теперь и в системах Workbench LS-DYNA (ранее только в системе Explicit Dynamics).

1.22. Результаты

- **Диаграммы ERP и ERPL.** Следующие новые настройки результатов доступны при выполнении гармонического анализа, которые включают несколько скоростей вращения:
 - **ERP Waterfall Diagram**
 - **ERP Level Waterfall Diagram**

Эти результаты позволяют легко визуализировать вибрационные характеристики конструкции в диапазоне частот и скоростей вращения.

1.23. Скрипты

- **Новый API для взаимодействия с окном настроек, включая параметризацию**
 - Для объектов дерева проекта (**DataModelObject**) добавлен новый API для взаимодействия со свойствами окна настроек и для создания, запрашивания или удаления параметризации свойства.
- **Улучшенный API для графики**
 - Для управления графикой и экспорта графики новый API заменяет старый **ModelViewManager**. Кроме того, имеется новый API для создания секущих плоскостей.
- **Возврат значений из Jscript в Python**
 - Чтобы получить возвращаемые значения из JScript в исполняемый код на Python, вы можете использовать **ExecuteCommand** и новую функцию **returnFromScript()**.

Раздел 2: Обновление Mechanical APDL

2.1. Прочностные расчеты

2.1.1. Контактные взаимодействия

Улучшение производительности контактов в DMP режиме. В моделях с контактными парами, которые состоят из большого количества элементов (по сравнению с количеством элементов во всей модели), производительность решения в режиме распределенной памяти (Distributed ANSYS) может снижаться. В новой версии вы можете повысить производительность, разбив крупные контактные пары на несколько контактных пар (команды **CNCHECK**, **SPLIT** или **CNCHECK, DMP**), чтобы разделенные контактные пары можно было распределить по разным вычислительным узлам. Разделение контактных пар значительно улучшает баланс загрузки ядер. Время генерации матрицы жесткости хорошо масштабируется при увеличении числа ядер. Максимальный эффект достигается при разделении контактных пар типа **Bonded** и **Small Sliding**.

Сечения для результатов, основанные на контактных элементах. Теперь вы можете запрашивать в качестве результата или отслеживать непосредственно в процессе расчета значения сил, моментов, теплового потока, массового потока и объема жидкости в порах, которые вычисляются в заданных пользователем сечениях для результатов. Вывод результатов доступен для двумерных и трехмерных поверхностных контактных элементов (**CONTA172** и **CONTA174** соответственно). Новая команда **RSMESH** автоматически создает сечение для результатов внутри 2-D или 3-D сетки. Значения результатов записываются в текстовый файл **Jobname.SECF** с указанной вами частотой (**OUTPR**). Вы также можете отслеживать значение результата непосредственно во время решения (**NLHIST**). Типичный случай применения данного инструмента: наблюдение за значениями изгибающих моментов и осевой силы в сечении болта в процессе решения задачи. В этом случае вы можете избежать сохранения в файл результатов напряжений для всех элементов болта, значительно уменьшив размер файла результатов.

2.1.2. Элементы и нелинейные технологии

2.1.2.1. Армирование.

Термическое армирование. Анализ термического армирования теперь поддерживается с помощью армирующих элементов **REINF264** и **REINF265**. В качестве базовых элементов для них используются тепловые элементы **SOLID278** и **SOLID279**. Данная возможность будет особенно полезна при моделировании сложных систем с большим количеством элементов, для которых тепловая нагрузка имеет решающее значение (например, в полупроводниках), а также при расчетах шин, задач промышленного строительства и биомеханики.

Проверка групп армирующих элементов. Несмотря на то, что независимый от сетки метод определения армирования очень полезен для создания армирующих элементов внутри сложной геометрии, просмотр и визуальный контроль большого количества армирующих элементов (отдельных армирований или их типов), созданных в сложной модели, как правило, затруднен. Теперь в Mechanical APDL доступен инструмент для выделения и отображения групп армирующих элементов на основе идентификатора.

Начальное состояние армирующих элементов. Доступен простой и эффективный метод приложения начального напряженного состояния для большинства армирующих элементов (**REINFnnn**). Используя независимый от сетки метод создания армирования, вы можете приложить начальное состояние к элементам **MESH200**, что позволит Mechanical APDL автоматически передать начальное состояние всем вновь созданным армирующим элементам (**REINFnnn**).

2.1.2.2. Нелинейная адаптивность сетки

Поддержка поверхностных ограничений. Поверхностные ограничения на основе многоточечных ограничений MPC (для контактных элементов **CONTA172** или **CONTA174** с **KEYOPT (2) = 2**) теперь можно использовать совместно с адаптивной сеткой. В анализ можно включить ограничения на абсолютно жесткие поверхности, ограничения на основе распределенных сил, а также смешанные ограничения. Эта функция предусмотрена и в процедуре **Rezoning**.

Поддержка контактных методов на основе множителей Лагранжа для трехмерного контакта. Трехмерные контактные пары (**CONTA174**), реализованные с помощью методов на основе множителей Лагранжа (**KEYOPT (2) = 3 и 4**), теперь можно использовать в анализе совместно с адаптивной сеткой. Эта функция предусмотрена и в процедуре **Rezoning**.

Поддержка внешних уравнений связи. Внешние уравнения связи (**CE**) и уравнения ограничений (**CP**) с некоторыми ограничениями теперь поддерживаются в анализе совместно с адаптивной сеткой. Узлы, участвующие в уравнениях ограничений или связи, не изменяются при перестроении сетки на протяжении всего анализа. Уравнения ограничений и связи не модифицируются и не включают в себя какие-либо новые узлы, созданные в процессе модификации сетки.

Ограничение на количество перестроений сетки. Сняты все ограничения на количество перестроений сетки; теперь возможно любое их число в процессе анализа.

Контроль за файлами рестарта. Как и в случае файлов рестарта (.Xnnn), теперь можно контролировать частоту записи файлов базы данных при перестроении сетки (.RDnn) для каждого шага. Единовременно можно сохранить до 99 файлов базы данных.

Агрессивное перестроение сетки. Теперь вы можете использовать агрессивное перестроение сетки для создания сетки с улучшенными метриками качества. Новая функция доступна как в двумерном, так и в трехмерном анализе с адаптивной сеткой, и с большей вероятностью создаст сетку лучшего качества, но при этом может увеличиться время перестроения сетки и могут измениться некоторые определенные ранее глобальные параметры перестроения сетки.

2.1.2.3. Полуявный метод

Полуявный метод – это новая схема решения, в которой нелинейный анализ переходит от традиционного неявного к явному методу решения в точке несхождения неявного решения. В дальнейшем можно вернуться к решению неявным методом. Полуявный метод может быть полезен в задачах, где неявным методом решения не удается достичь сходимости из-за очень высокой нелинейности. Использование явного метода для получения решения высоконелинейной задачи на небольшом отрезке времени существенно повышает надежность неявного решения.

Полуявный метод включается с помощью команды **SEMIIMPLICIT** сразу в начале решения или активируется в процессе перезапуска несходящегося решения.

2.1.2.4. Элементы и линейное возмущение

Теперь метод линейного возмущения можно использовать совместно со следующими конечными элементами: **SURF159**, **SOLID272** и **SOLID273**.

2.1.3. Материалы и моделирование трещин

Модель материала Microplane. В дополнение к существующей нерегулярной модели материала Microplane с повреждением теперь доступна регулярная форма модели для случаев разупрочнения, когда существуют проблемы сходимости и зависимость от сетки. В регулярной модели используется неявная схема регуляризации градиента, которая добавляет одну дополнительную степень свободы на узел, чтобы существенно снизить чувствительность решения к сетке и погрешностям численных методов.

Пористые материалы. Известно, что материалы жидкой фазы и каркаса в пористой среде имеют существенно различные свойства. Когда пористая среда подвергается нагреву, жидкость и каркас расширяются по-разному (материалы имеют разные значения коэффициента теплового расширения). В новой версии можно ввести отдельный коэффициент теплового расширения и удельную теплоемкость для жидкой фазы при анализе пористых сред. Усовершенствованная модель пористых сред будет особенно полезна при изучении изменений порового давления в почве, содержащей источник тепла (например, радиоактивные отходы), поскольку вода в порах почвы расширяется сильнее, чем сами пустоты, и поэтому изменение температуры вызывает увеличение порового давления. Данная модель будет также полезна для анализа отверждения и полимеризации композитов.

Многомерная интерполяция переменных поля. В новой версии был усовершенствован алгоритм многомерной линейной интерполяции, используемый при задании в модели двух или более переменных поля. Теперь нормализация переменных поля включена по умолчанию. Также была добавлена новая опция, которая позволяет включить или отключить экстраполяцию параметров материала. В связи с этим улучшением были удалены алгоритмы радиального базиса и ближайшего соседа.

Функция для моделей материалов в геомеханике. В задачах геомеханики разрушение в материале часто связывают с разупрочнением, которое может вызвать трудности сходимости итерационного алгоритма решения Ньютона-Рафсона. Чтобы преодолеть проблемы сходимости, введена новая функция при задании материала (**TBOPT=MSOL**), которая позволяет использовать касательную матрицу жесткости материала вместо касательной с постоянным наклоном (изначальной) в задачах геомеханики. Новая функция доступна для всех моделей материалов, применяемых в задачах геомеханики (**Cam-clay, Mohr-Coulomb, Jointed Rock, Drucker-Prager, Menetrey-Willam**).

Моделирование роста трещин методом SMART. Значительные улучшения в технологии SMART позволяют повысить надежность и производительность при решении задач на рост трещин:

- Граничные условия в виде нулевого или ненулевого перемещения, приложенные к поверхности (границы тела), теперь переносятся со старой сетки на новую в процессе решения.
- Нагрузка в виде силы, приложенной к конкретному узлу сетки, остается одинаковой на протяжении всего решения.
- Температурная нагрузка в процессе решения переносится со старой сетки в новую, при расчетах параметров механики разрушения учитываются температурные нагрузки.

- Давление, приложенное к поверхностям модели (в том числе к берегам трещины), переносятся со старой сетки в новую в процессе решения.
- Постоянная или заданная таблично поверхностная нагрузка от давления теперь может быть приложена к поверхностям трещин, которые возникают в результате роста трещины (см. команду **CGROW**, **CSFL**, **PRES**).
- Нагрузка в виде давления по поверхности теперь может быть задана таблично. Когда сетка перестраивается, то нагрузка интерполируется в соответствии с данными таблицы со старой сетки на новую. Таблично заданное давление также можно приложить к новым берегам трещин. Данную возможность можно использовать для создания неравномерного давления.
- Теперь при использовании **SMART** поддерживаются параллельные режимы решения **SMP** (Shared Memory Parallel) и **DMP** (Distributed Memory Parallel), а также более одного шага в анализе.
- Запись результатов в файл результатов (команда **OUTRES**) теперь можно контролировать более тщательно с целью уменьшения занимаемого на диске пространства (файлы, генерируемые при моделировании роста трещины **SMART**, как правило, имеют большой размер).
- Новая функция (**CGROW**, **STOP**, **FBOU**) позволяет остановить расчет, если трещина при росте достигает свободной поверхности.

2.1.4. Линейная динамика

Циклическая симметрия. Совместно с циклической симметрией теперь поддерживается:

- задание начального напряженно-деформированного состояния конструкции (команда **INISTATE**) для неслоистых элементов;
- проведение модального анализа с учетом демпфирования (**Method = DAMP** или **Method = QRDAMP** в команде **MODOPT**).

Анализ во вращающейся системе отсчета. Возможности анализа во вращающейся системе отсчета (**CORIOLIS**, **ON**) были расширены для более точного учета эффектов инерции в моделях с балочными (**BEAM**) и объемными (**SOLID**) элементами.

Демпфирование. В анализе переходных процессов (**FULL**) теперь можно учитывать конструкционное демпфирование на основе таблицы средней частоты возбуждения (**DMPSTR**, **DMPFreqTab**).

2.2. Многодисциплинарные расчеты

2.2.1. Акустика

Трехмерные акустические элементы с промежуточными узлами (**FLUID220** и **FLUID221**) теперь могут моделировать связанную (с **FSI** интерфейсом) и несвязанную (без **FSI** интерфейса) акустику с учетом термовязкостных эффектов, например, для анализа миниатюрных акустических устройств. Вязкостные и термические эффекты учитываются путем решения полной системы линейных уравнений Навье-Стокса (**FLNS**). Модель **FLNS** дает более точные численные результаты по сравнению с моделью импеданса пограничного слоя (**BLI**) и моделью пониженной частоты (**LRF**).

2.2.2. Тепловой расчет

В новой версии в тепловом анализе поддерживаются армированные элементы.

2.2.3. Многодисциплинарный расчет

Анализ пьезоэлектриков. При выполнении пьезоэлектрического анализа с элементами **PLANE223**, **SOLID226** и **SOLID227**:

- Можно учитывать анизотропные конструкционные и электрические потери в динамическом анализе пьезоэлектрических устройств (например, объемные и поверхностные акустические волновые резонаторы). Анизотропные конструкционные потери учитываются с помощью новых таблиц анизотропной вязкости (**TB**, **AVIS**) и тангенсов углов упругих потерь (**TB**, **ELST**). Анизотропные электрические потери учитываются с помощью новой таблицы тангенсов углов диэлектрических потерь (**TB**, **DLST**).
- Улучшения для вывода элементных результатов:
 - Доступны новые типы результатов в пьезоэлектрических элементах: вектора Пойнтинга (**P**) и общее значение электрического тока (**JS**).

- Значение скорости тепловыделения в элементе (результат **JHEAT**) теперь в дополнение к теплу, генерируемому электрическими потерями, включает в себя тепло, выделяемое в результате конструкционных потерь. Вы можете приложить данную комбинированную скорость тепловыделения в соответствующий тепловой анализ (см. команду **LDREAD, HGEN**), чтобы спрогнозировать повышение температуры из-за конструкционных и электрических потерь.

2.3. Решатели

2.3.1. Улучшения распределенного режима DMP (Distributed-Memory Parallel)

- Теперь распределенный режим параллельных вычислений **DMP (Distributed ANSYS)** применяется по умолчанию для всех видов расчетов.
- Контактные пары с большим количеством контактных элементов теперь могут быть разделены для распределения расчетов по ядрам в распределенном режиме **DMP**, что приводит к улучшению баланса нагрузки между ядрами и увеличению производительности.
- Распределенный режим **DMP** поддерживается на фазе генерирования преднапряженного суперэлемента, а также при запуске рестарта фазы генерирования суперэлемента.

2.3.2. Усовершенствованная схема сортировки для решателя на собственные значения

В новой версии была улучшена сортировка комплексных частот при поиске собственных частот и форм колебаний с учетом демпфирования (**MODOPT, DAMP**). Усовершенствованная схема сортировки обеспечивает уникальность и упорядоченность собственных значений.

2.3.3. Иные улучшения решателей

Улучшена производительность для линейных статических анализов и анализов переходных процессов, которые имеют более одного шага.

2.4. Файл результатов

2.4.1. Улучшенный контроль записи результатов в файл

Команда **OUTRES** была реструктурирована, было добавлено восемь новых меток результатов, чтобы обеспечить лучший контроль над записью отдельных типов результатов в файл результатов. По умолчанию команда **OUTRES** продолжает, как и ранее, записывать абсолютно все результаты (включая те, которые определены новыми метками). Однако если вы отключите запись всех данных (**OUTRES, ALL, NONE**), а затем выборочно включите запись отдельных типов результатов, то результаты с новыми метками не будут записываться, пока вы не запросите их запись (с помощью нескольких команд **OUTRES**). Существующая метка **VENG** (энергия элементов) теперь также следует этой логике.

2.4.2. Сжатие файла результатов

Теперь вы можете использовать разреженную схему для сжатия файла результатов (**/FCOMP,RST,SPARSE**). В то время как уровень сжатия файла может достигать от 10 до 50 процентов, данный метод сжатия не оказывает существенного влияния на время решения задачи или время считывания файла результатов.

Если файл результатов необходим для взаимодействия со сторонними инструментами, то для распаковки файла результатов доступны новые параметры команды ***XPL**.

2.5. Команды APDL

2.5.1. Новые команды

- **EGID** – Указывает глобальный идентификатор для набора элементов типа **MESH200**. Указанный глобальный идентификатор присваивается армирующим элементам (**REINFxxx**) при их создании (**EREINF**).
- **EMSEL** – Выделяет набор армирующих элементов через предопределенный глобальный идентификатор (команда **EGID**).

- **RSMESH** – Создает сетку сечения для результатов.
- **SEMIIMPLICIT** – Определяет параметры для проведения решения полуявным методом.

2.5.2. Измененные команды

- **AMMAT** – Помимо указания температуры плавления материала в анализе аддитивного производства, команда теперь может указать температуру релаксации, при которой обнуляются пластические деформации (отжиг).
- **AMSTEP** – Указывает последовательность сборки в анализе аддитивного производства. Новая команда выполняет этап термообработки для снятия напряжений в детали.
- **ASIFILE** – Записывает или считывает данные односторонней акустико-конструкционной связи. Теперь команда может записать файл **Jobname.ASI** во время постпроцессинга прочностной модели.
- **BF** – Прикладывает на узлы объемную нагрузку. Объемная нагрузка теперь доступна для акустического анализа с учетом вязкостно-термических эффектов: сдвигающая сила и объемный источник тепловыделения.
- **BFE** – Прикладывает на элементы объемную нагрузку. Теперь данной командой можно приложить выделение тепла в армирующих элементах.
- **CGROW** – Определяет параметры роста трещин. Теперь этой командой можно задать нагрузку на берега трещины при анализе роста трещины.
- **CNCHECK** – Предоставляет и корректирует исходное состояние для контактных пар. Новые возможности позволяют разделять контактные пары, состоящие из большого числа элементов, для достижения лучшей масштабируемости при параллельном режиме решения **DMP**.
- **DMPSTR** – Задаёт постоянное конструкционное демпфирование. Новый аргумент команды **DMPSFreqTab** позволяет вводить среднюю частоту возбуждения в табличном виде для расчета конструкционного демпфирования при анализе переходных процессов методом **FULL** или методом суперпозиции мод.
- **EMODIF** – Изменяет ранее определенный элемент. Команда теперь поддерживает атрибут **EGID**, который идентифицирует группу армирующих элементов. Новый атрибут действителен только при использовании независимого от сетки метода задания армирования, при котором для генерации армирующих элементов используются элементы **MESH200**.
- **EREINF** – Генерирует армирующие элементы (**REINFnnn**) на основе выделенных базовых элементов. Теперь команда может генерировать армирующие элементы с тепловыми свойствами, если базовыми элементами являются тепловые элементы **SOLID278** или **SOLID279**.
- **ESEL** – Выделяет подмножество элементов. Две новые метки (**Item = OVER; Comp = BASE**) позволяют выбрать контактные пары после проведения операции их разделения.
- **F** – Определяет силовые нагрузки на узлы. Теперь данной командой можно задать объемную плотность силы в вязкостно-термическом акустическом анализе.
- **/FCOMP** – Определяет параметры сжатия файлов. Доступно сжатие файла результатов.
- ***GET** – Извлекает значение и сохраняет его в виде скалярного параметра или части массива. Команда теперь может извлекать информацию о группах армирующих элементов (**Entity = ELEM**).
- **INISTATE** – Определяет начальное состояние конструкции и ее параметры. Теперь команда поддерживает независимый от сетки метод задания армирования, что позволяет задавать начальное состояние элементам **MESH200**. Mechanical APDL автоматически переносит начальное состояние на все вновь генерируемые армирующие элементы (**REINFnnn**).
- **MODCONT** – Определяет дополнительные параметры модального анализа. Новый аргумент **FastLV** активирует быструю генерацию вектора нагрузки, когда активирован ключ **MLSkey**.
- **MODDIR** – Активирует удаленное использование файлов (только для чтения). Теперь эту команду можно использовать в суперэлементах и **CMS**, чтобы активировать чтение файлов суперэлемента.
- **NLHIST** – Определяет результаты, которые отслеживаются во время решения. Теперь команда позволяет отслеживать результаты в созданных пользователем сечениях для результатов, которые основаны на контактных элементах.

- **NLMESH** – Контролирует создание новой сетки в задачах с адаптивной сеткой. Новая команда позволяет использовать агрессивную переразбивку для достижения улучшенных показателей качества элементов. Данная команда увеличивает время создания новой сетки, а также может изменить некоторые глобальные параметры для создания новых сеток. Команда доступна как для плоских, так и для трехмерных моделей.
- **OUTPR** – Управляет выводом результатов в текстовом виде. Новая метка **RSFO** указывает, что результаты, полученные в сечениях для результатов, будут записаны в файл **Jobname.SECF**.
- **OUTRES** – Управляет записью различных типов результатов в базу данных и файл результатов. Команда была реструктурирована, чтобы увеличить возможности пользовательского контроля над записью тех или иных видов результатов.
- **PLNSOL** – Отображает результаты решения в виде контурной эпюры. Теперь данная команда позволяет отображать усредненные результаты для задач случайной акустики.
- **PRNSOL** – Выводит узловые результаты в текстовом виде. Теперь команда может выводить усредненные результаты для задач случайной акустики.
- **RESCONTROL** – Управляет записью файлов рестарта. Теперь команда может контролировать, как часто будут сохраняться файлы базы данных для перестроения сетки (**.RDnn**). Одновременно можно сохранить до 99 таких файлов.
- **SECCONTROL** – Дополняет или переопределяет свойства сечения по умолчанию. Теперь команда поддерживает прочностной и тепловой анализы с армирующими элементами.
- **SF** – Прикладывает на узлы поверхностные нагрузки. Доступны новые типы нагрузок для вязкостно-термического акустического анализа: давление, удельный тепловой поток, вязкостный импеданс и термический импеданс.
- **TB** – Изменяет табличные данные для свойств материала или специальных элементов. Новая команда (**TBOPT = MSOL**) позволяет использовать касательную матрицу жесткости материала вместо касательной с постоянным наклоном для задач геомеханики. Метка задания тепловых свойств (**TB, THERM**) имеет новую команду (**TBOPT = FLSPHT**) для анализа пористых сред. Для анализа пьезоэлектриков доступны три новые свойства модели материала: анизотропная вязкость (**TB, AVIS**), тангенсы углов упругих потерь (**TB, ELST**) и тангенсы углов диэлектрических потерь (**TB, DLST**).
- **TBIN** – Устанавливает параметры, используемые при интерполяции таблиц свойств материалов. Нормализация переменных поля теперь включена по умолчанию (**TBIN,NORM,,ON**), доступна новая команда экстраполяции (**TBIN, EXTR**).
- ***VGET** – Извлекает значения и сохраняет их в массиве. Теперь команда может извлечь минимальную или максимальную температуры в тепловом анализе с армирующими элементами.
- ***XPL** – Осуществляет доступ к содержимому файлов Mechanical APDL. Функция копирования теперь имеет опции для сжатия или распаковки копируемого файла.

2.6. Элементы

2.6.1. Измененные элементы

- **SURF159** – Поверхностный осесимметричный элемент обобщенного вида теперь поддерживает решение методом линейного возмущения.
- **CONTA172, CONTA174** – Эти контактные элементы типа «поверхность-поверхность» используются при выводе результатов по двумерным или трехмерным поверхностям при использовании сечений для результатов. Сечения для результатов можно использовать для вывода значения результата, а также для контроля за значением силы, момента и других величин в сечении в процессе расчета.
- **CONTA172, CONTA174, CONTA177** – Эти контактные элементы типа «поверхность-поверхность» и «линия-поверхность» имеют две новые константы **BSRL** и **KSYM**, используемые для идентификации и управления значениями идентификаторов набора констант, которые привязаны к контактным парам после операции разделения контактов (**CNCHECK, SPLIT** или **CNCHECK, DMP**).
- **MESH200** - Имеет два улучшения:
 - Элемент теперь поддерживает термическое армирование. При использовании независимого от сетки метода определения армирования (элементы **MESH200** используются для создания армирующих элементов) вы можете задать тепловыделение на элементах **MESH200**. Свойства тепловыделения передаются армирующим элементам автоматически при их создании.
 - Теперь этот элемент можно использовать совместно с независимым от сетки методом определения армирования, чтобы автоматически прикладывать начальное состояние ко всем вновь генерируемым армирующим элементам (**REINFnnn**).
- **CPT212, CPT213, CPT215, CPT216** и **CPT217** – Эти многодисциплинарные элементы теперь поддерживают регулярную форму модели материала Microplane (**KEYOPT (18) = 1**).
- **COMBI214** – Теперь этот элемент может генерировать периодические составляющие при использовании в нелинейном анализе переходных процессов (метод **FULL**) во вращающейся системе отсчета.
- **FLUID220, FLUID221** – Эти трехмерные акустические элементы с промежуточными узлами теперь могут моделировать вязкостно-термическую акустику для анализа миниатюрных акустических устройств. Используйте **KEYOPT (2) = 5** или **6**, чтобы определить связанный (с **FSI**) или несвязанный (без **FSI**) элемент с учетом вязкостно-термических эффектов.
- **REINF263, REINF264, REINF265** – Эти армирующие элементы теперь можно использовать с независимым от сетки методом определения армирования для задания начального состояния элементам **MESH200**. Mechanical APDL автоматически передает начальное состояние всем армирующим элементам. Кроме того, **REINF264** и **REINF265** теперь поддерживают тепловой анализ с учетом армирования. К данным элементам можно прикладывать выделение тепла (**HGEN**), а узлам данных элементов была добавлена новая степень свободы – температура (**TEMP**).
- **SOLID272, SOLID273** – Данные объемные осесимметричные элементы обобщенного вида теперь поддерживают решение методом линейного возмущения.

2.7. Документация

2.7.1. Раздел Technology Demonstration Guide

В раздел добавлен пример Inverse-Solving Analysis of a Rotor Fan Blade with Disk

2.7.2. Обновления документации для программистов

Процедуры и функции, задокументированные в разделе справки **Programmer's Reference**, были обновлены в соответствии с текущим исходным кодом. Чтобы увидеть конкретные изменения в файлах, рекомендуется открыть старые и текущие файлы (используя текстовый редактор, отображающий номера строк) и сравнить их.

2.7.3. Архивные возможности

Устаревшие функции, команды, элементы и теоретическая информация продолжают перемещаться в раздел справки **Feature Archive**. Хотя ANSYS, Inc. намеревается поддерживать унаследованные возможности в ближайшем будущем,

некоторые из них могут быть недокументированными в будущих версиях. Заранее подумайте о переходе на рекомендуемые аналоги.

2.8. Удаленные или заархивированные функции

Элемент SOLID65. Элемент **SOLID65** был перемещен в архив. Хотя этот устаревший элемент все еще доступен для использования, рекомендуется использовать элемент **SOLID185**, указав в его настройках **KEYOPT (3) = 0** и **KEYOPT (2) = 3**, либо **KEYOPT (3) = 0** и **KEYOPT (2) = 0**.

Раздел 3: Обновления ANSYS Autodyn

Модуль ANSYS Autodyn включает в себя следующие явные решатели: FE (Lagrange), Euler, FCT, ALE, и SPH, а также различные способы для их связывания. Все они интегрированы в компоненту систем Autodyn, а решатели FE (Lagrange) и Euler (включая Euler-Lagrange) также интегрированы в систему Explicit Dynamics.

3.1. Новые функции и улучшения

- Решатель Autodyn поддерживает пошаговые настройки статического демпфирования из системы Explicit Dynamics.

Раздел 4: Обновления ANSYS Aqwa

4.1. Новые возможности решателя Aqwa

Установлен по умолчанию **Конволюционный/сверточный подход** в гидродинамическом анализе во временной области (**Aqwa-Drift/Naut**). Подход излученной силы на основе RAO в Aqwa-Drift или использование добавленной массы и затухания на регулярной частоте волны в Aqwa-Naut для регулярных волн могут быть определены по варианту NCVN.

Интервал шага по времени импульсной функции установлен равным 0,1 с. Это повышает точность расчета силы излучения с помощью метода свертки (ранее 0,25 с).

Гидродинамическая связь внутреннего резервуара. Влияние связи жидкостей и их движений в частично заполненных внутренних резервуарах на гидростатические и гидродинамические свойства прикрепленных морских конструкций может быть смоделировано в частотной области и временной области.

Несколько резервуаров в системе с несколькими конструкциями могут быть смоделированы с использованием гидродинамических систем в Workbench.

4.2. Aqwa Graphical Supervisor (AGS)

В версии 2019 R1 нет новых функций.

4.3. Hydrodynamic Analysis Systems

Импорт данных файла решателя Aqwa. Возможно импортировать информацию из файла решателя Aqwa в Workbench.

Объекты, доступные для импортирования:

- Геометрия: поверхностные тела (если вы используете симметрию, программа автоматически отражает сторону, которую смоделировали), заглушки/трубки, точечные массы, плавучесть точки плавучести, диски, крышки.
- Соединения: контактные данные, кабели, кранцы, шарниры.
- Окружающая среда: ветер, течение и волны.
- Разное: точечные силы постоянной величины и направления, деактивированные степени свободы.

Объект «Внутренний резервуар». Теперь возможно добавить один или несколько объектов **Внутренний резервуар** к вашей модели, чтобы проанализировать влияние жидкостей и их движений в частично заполненных внутренних резервуарах на конструкцию.

Перенос нагрузок в статический прочностной расчет. Давления на поверхность и линейные нагрузки, рассчитанные в **Hydrodynamic Diffraction**, теперь можно переносить на элементы панели и балки для статического прочностного расчета.

Анализ прочности с использованием АСТ-расширения Hydrodynamic Pressure Mapping. Устраняет необходимость создавать, редактировать и запускать файлы, внешние по отношению к Workbench. Множественные фазовые углы волн могут быть проанализированы в одном прочностном расчете, чтобы получить четкую картину результатов под действием гидродинамической нагрузки в течение всего волнового цикла.

Раздел 5: Обновления ANSYS Composite PrepPost (ACP)

5.1. Новый формат сериализации данных .ACRN5

Был добавлен новый формат хранения данных. Вместо текстового формата сериализация осуществляется в бинарном формате .ACRN5. Это изменение не влияет на работу с композитами в Workbench. Модели прошлых версий могут быть легко обновлены под новый формат.

5.2. Скалярные поля для переменных свойств материалов

Было добавлено новое скалярное поле Material Plot для отображения переменных свойств материала в рабочем процессе расчетов композитов. Переменные свойства материала, такие как ортотропная упругость, плотность, допускаемые напряжения и деформации, могут быть отображены послойно. Было значительно улучшено влияние переменных свойств (угол сдвига, температура и переменные, определяемые пользователем) на механические характеристики материала.

5.3. Импорт твердотельных моделей для инструмента Cut-Off

Функция добавления слоев для твердотельных сеток теперь поддерживает инструмент по обрезке геометрии (Cut-Off) так же, как и стандартная твердотельная модель, создаваемая протяжкой. Данный инструмент позволяет использовать импортированные твердотельные сетки для управления геометрией и сеткой ваших твердотельных моделей, получаемых в ACP.

5.4. Геометрическое правило выделения

Новое геометрическое правило выделения (Geometrical Selection Rule) позволяет настраивать параметризацию в определении слоев на основе наборов элементов (Element Set). В просмотре результатов теперь можно легко определить расположение слоя по периметру набора элементов во внутреннем или внешнем направлении. Функциональность прежнего правила выделения по CAD-геометрии (CAD Selection Rule) была включена в новое правило. Геометрическое правило выделения может быть основано как на CAD-геометрии, так и на наборах элементов.

5.5. Драпировка однонаправленных слоев

Расширена возможность драпировки для однонаправленных слоев (Unidirectional-UD). Алгоритм драпировки теперь различает плетеную (Woven) и однонаправленную (UD) модели материала. Величину перемещения в поперечном направлении драпирующей сетки можно контролировать с помощью коэффициента.

5.6. Улучшение графического интерфейса

Действия «Скрыть» и «Показать» все были добавлены к некоторым группам (Наборы элементов, Наборы кривых и др.) для управления визуализацией всех элементов в группе. Теперь доступна кнопка переворота основного направления слоя (Flip), что повышает удобство использования.

5.7. Поддерживаемые платформы

Платформы/ОС, которые поддерживаются в текущей версии, размещены на веб-сайте ANSYS.

5.8. Выявленные ограничения и несовместимости

Ниже представлены известные несовместимости с предыдущими версиями ANSYS Composite PrepPost:

5.9. Перенос проектов ACP из предыдущих версий

Все версии начиная с 17.2 до 2019 R1 совместимы. Проекты из более старых версий должны быть обновлены до версии ANSYS 17.2 – ANSYS 19.2 до их открытия в версии 2019 R1.

5.10. Перенос скриптов ACP из предыдущих версий

Атрибут модели `create_cad_selection_rule ()` был заменен на `create_geometrical_selection_rule geometryrical_rule_type = 'geometry'`). Скрипты, которые использовали правило выделения по CAD-геометрии в предыдущих версиях, должны быть адаптированы для версии 2019 R1.

5.11. Инструмент Composite Failure Tool для перенесенных проектов ACP

Инструмент Composite Failure Tool (критерий прочности композитов) в Mechanical можно использовать в перенесенных проектах только после обновления блока ACP-Pre Setup.

5.12. Ошибка дублирования для рабочего процесса с композитами в Workbench

В Workbench не поддерживается контекстное меню (щелчок правой кнопкой мыши) Дублировать для блока ACP-Pre, если данный блок связан с последующим блоком Mechanical.

Раздел 6: Обновления Material Designer

- **Дополнительные решетчатые структуры.** Material Designer теперь поддерживает дополнительные типы решетчатых структур, такие как кубическая с центральными опорами, кубическая с боковыми диагональными опорами и двойная пирамида. Кроме этого, пользовательские решетки позволяют создавать решетчатые структуры, которые имеют прямоугольный кубоид в качестве элементарной ячейки. Другими словами, вы можете определить и смоделировать решетчатую структуру с разной длиной элементарной ячейки в каждом направлении.
- **Неравномерно распределенные короткие волокна.** Теперь вы можете указать направление ориентации тензора для представительного элемента объема (RVE) композитов, армированных короткими волокнами. Это позволяет моделировать материалы композитов, армированных короткими волокнами, в которых волокна ориентированы неодинаково во всех направлениях. В частности, вы можете смоделировать материалы, в которых волокна выровнены по оси X или в которых волокна ориентированы в плоскости XY.
- **Улучшения пользовательского интерфейса.** Версия 2019 R1 предусматривает следующие улучшения пользовательского интерфейса:
 - Журналы обновления RVE и выходные файлы решателя теперь доступны на Панели результатов (**Result Panels**). Кроме того, изображение каждой вариации RVE доступно для оценки изменений материала.
 - Теперь на ленте инструментов есть кнопка, выполняющая доступ к Руководству пользователя Material Designer из приложения.

6.1. Типы RVE

Поддерживаются следующие типы представительных элементов объема:

- Решетчатые структуры
- Композиты, армированные регулярными однонаправленными волокнами
- Композиты, армированные разнонаправленными волокнами
- Композиты, армированные короткими волокном
- Плетеные композиты
- Пользовательские RVE

6.2. Свойства материалов

В новой версии предусмотрена возможность расчета следующих механических свойств материалов:

- **Линейная упругость**
 - Упругие ортотропные свойства
 - Упругие анизотропные свойства
 - Плотность
- **Ортотропные коэффициенты теплового расширения**
 - Теплопроводность
 - Теплоемкость

Раздел 7: Аддитивные технологии

Модуль Workbench Additive предназначен для инженеров, работающих в среде ANSYS Workbench/Mechanical. ANSYS Additive включает в себя систему Additive Print, которой могут воспользоваться специалисты, непосредственно

работающие за 3D-принтерами, и систему Additive Science, позволяющую определить оптимальные параметры процесса и предназначенную для экспертов в области материаловедения.

7.1. ANSYS Additive (Print и Science)

Новая версия системы ANSYS Additive включает различные добавления и улучшения в Additive Print и в уникальный новый продукт Additive Science.

7.1.1 Общие улучшения

- **Возможность загружать пользовательские поддержки.** Теперь вы можете загрузить геометрию собственных поддержек, в том числе оболочечных, и связать их с деталью. Файл поддержки должен быть в формате *.stl и иметь необходимую ориентацию. Вместе с деталью можно сохранить несколько наборов поддержек, однако в текущем расчете можно использовать только один *.stl-файл поддержки. При запуске расчета вы можете выбрать тип поддержек: импортированные или сгенерированные автоматически, как в предыдущих версиях.
- **Неограниченный размер файла детали.** Снято ограничение на максимальный размер файла детали (и поддержек). До настоящего момента не допускалось загружать stl-файл размером более 100 Мб.
- **Выгрузка stl-файла детали из файла построения.** Теперь вы можете выгрузить stl-файл детали, включенный в файл построения, через библиотеку файлов построения (**Build Files Library**).
- **Новый материал: Al357.** Верифицированная модель термически обрабатываемого ковочного алюминиевого сплава **Al357** добавлена в библиотеку материалов ANSYS и доступна для всех типов расчетов.
- **Титановый сплав Ti64 верифицирован для тепловых расчетов.** Материал **Ti64** прошел верификацию и доступен для всех тепловых расчетов.

7.1.2. Additive Print

- **Частота воксельной дискретизации.** Новая техника вокселизации позволяет контролировать качество представления геометрии при помощи нового входного параметра – частоты воксельной дискретизации. Большшему значению данного параметра соответствует более точная воксельная аппроксимация, что позволяет аккуратно смоделировать кромки и кривые линии в геометрии за счет увеличения времени расчета.
- **Воксельный входной файл для решателя.** После завершения процесса вокселизации можно выгрузить новый *.vtk-файл, содержащий воксельное представление геометрии для решателя. Наглядное цветографическое представление специальной величины – плотности вокселей – позволяет оценить качество дискретизации кромок и кривых линий в геометрии.
- **Коэффициент разрешения сетки.** Для расчетов с учетом реальных температурных деформаций (и с учетом реальной тепловой истории в Additive Science) доступна новая функция, позволяющая ускорить расчет, постепенно увеличивая размер элементов по мере удаления от ванны расплава. Коэффициент разрешения сетки обратно пропорционален времени расчета и его точности.
- **Расстояние между стенками и толщина стенок.** При выборе автоматической генерации оптимизированных поддержек доступны новые параметры, позволяющие контролировать процесс их построения. Оптимизированные тонкостенные поддержки ограничены такими параметрами, как толщина стенки (новый) и максимальное расстояние между стенками, а оптимизированные толстостенные поддержки ограничены минимальной и максимальной толщиной стенки и расстоянием между стенками (новый).

7.1.3. Additive Science

Система **Additive Science** предоставляет исследовательские возможности для определения оптимальных параметров процесса металлического аддитивного производства. Она позволяет анализировать явления, происходящие на уровне ванны расплава, и моделировать типовые эксперименты и испытания в промышленности. Типы расчетов включают в себя:

- **Параметрическое исследование с одиночным валиком наплава.** Для заданного материала, длины валика, температуры платформы построения и толщины слоя вы можете проверить до 300 различных комбинаций параметров мощности лазера и скорости сканирования при анализе размеров ванны расплава. Результирующие размеры ванны расплава включают в себя ее длину, ширину и глубину для каждого шага по времени, а также средние по времени размеры для каждой комбинации параметров.
- **Параметрическое исследование пористости.** Для заданного материала, размера куба, температуры платформы построения, начального угла сканирования, а также угла поворота слоя вы можете задать до 300 различных

комбинаций мощности лазера, скорости сканирования, толщины слоя, шага сканирования и ширины полосы сканирования для анализа пористости куба. Результаты включают в себя объемные доли порошка и сплошного материала для каждой комбинации параметров.

- **Анализ тепловой истории (бета-функция).** В данном расчете задаются материал, геометрия детали и все параметры процесса, а на выходе система выдает размеры ванны расплава и тепловую историю для заданного поперечного сечения детали, моделируя работу коаксиального датчика.

7.1.4. Изменения в работе системы

- **Техника вокселизации.** Процедура вокселизации обеспечивает разбиение геометрии детали на воксели (элементы) для последующего решения механической задачи. В новой версии 2019 R1 этот способ основан на использовании «субвокселей» для каждого вокселя с целью лучшего представления геометрии, в частности, кромок и кривых линий. Входной параметр, задаваемый пользователем, – **частота воксельной дискретизации** – позволяет управлять числом используемых «субвокселей» и контролировать время расчета и точность представления геометрии. Метод вокселизации, используемый в прошлых версиях, мог пере- или недооценивать объем деталей. Новый метод повышает точность результатов, особенно при высоких значениях частоты дискретизации, что необходимо для корректного моделирования «ажурных» элементов детали и поддержек.
- **Моделирование с учетом реальных температурных деформаций.** Значительные улучшения в версии 2019 R1 произошли в методе решения задачи теплопроводности, равно как и в алгоритме расчета температурных деформаций. Данные улучшения улучшили соответствие результатов моделирования экспериментальным и теоретическим данным. На основе более точного представления физики процесса мы видим существенные изменения в суммарной величине температурных деформаций, что сказывается на итоговых значениях остаточных напряжений и искажении формы. Настоятельно рекомендуем заново откалибровать модели при помощи коэффициента масштабирования деформаций и «низотропных коэффициентов деформаций для расчетов в постановке с реальными температурными деформациями. Это обеспечит согласование с экспериментальными данными. Отметим, что изменения в тепловом решателе не коснулись режимов работы по принципам предполагаемых деформаций и шаблона сканирования. Поэтому если вы использовали только два последних типа расчета, то необходимости в повторной калибровке нет.
- Вдобавок к улучшенному представлению физики процесса, повышена производительность теплового решателя. С использованием значения по умолчанию (= 5) для нового коэффициента разрешения сетки расчет выполняется за то же время на сетке, которая в два раза гуще, чем в предыдущих версиях.

7.2. Workbench Additive

Компоненты программного комплекса ANSYS Workbench/Mechanical в области моделирования аддитивных технологий представлены как Workbench Additive.

Улучшения 2019 R1

- Новый генератор слоистых тетраэдральных сеток позволяет создавать сетку из тетраэдров в соответствии с заданным размером слоя. Сетка обеспечивает качественное представление геометрии и полезна в случаях, когда деталь имеет достаточно мелкие конструктивные особенности, например, отверстия, или если деталь или поддержки представляют собой тонкостенную конструкцию.
- Вы можете моделировать термообработку, следующую за процессом построения, используя новый расчетный шаг **Термообработка** в секвенсоре аддитивного процесса. Например, можно учесть процесс отжига, указав **Температуру релаксации** в настройках расчета, или эффект ползучести, задав соответствующие параметры в свойствах материала (в Engineering Data).
- В библиотеку материалов для аддитивных технологий добавлены два новых материала:
 - **нержавеющая сталь 17-4PH;**
 - **алюминиевый сплав AlSi10Mg.**
- Теперь можно осуществлять параметрическое изменение положения и ориентации детали непосредственно в Mechanical. Эта возможность полезна для моделирования процесса печати с различной ориентацией детали и выбора лучшего варианта.
- Введена поддержка рестартов в расчеты 3D-печати.
- Вы можете моделировать порошок, находящийся около деталей, используя именованную выборку **POWDER_ELEMENTS**.

- Вы можете моделировать компоненты, присутствующие на платформе, но не участвующие в печати, например, зажимы, измерительные устройства и др., при помощи именованной выборки **NONBUILD_ELEMENTS**. Такие объекты могут влиять на рассеяние тепла и/или на искажение формы детали.
- Командные APDL-вставки получили новое свойство: **Дать команду «решение» (Issue Solve Command)**. При добавлении командной вставки в расчетные системы Static Structural или Transient Thermal во время моделирования 3D-печати данная опция позволяет указать, когда именно запускать расчет шага нагружения (или шагов). Это позволяет лучше контролировать порядок исполнения команд по отношению к последовательности шагов нагружения.
- *Бета-функция:* Вы можете предсказывать повреждение рекоутера из-за деформаций детали в процессе печати, используя новый инструмент **Blade Interference Tool**. (Эта функция находится в статусе «бета» в версии 2019 R1 из-за ограниченного набора тестов, которые прошел данный модуль на реальных изделиях к настоящему времени).

Часть II: Гидрогазодинамические продукты ANSYS

Раздел 1: Обновления ANSYS Fluent

Обратная совместимость. В большинстве случаев ANSYS Fluent 2019 R1 может читать case-файлы и файлы данных всех предыдущих версий Fluent. Однако в связи с изменениями продукта и исправлением ошибок результаты, полученные при запуске старых проектов в новых версиях, могут несколько отличаться от полученных ранее результатов. Кроме того, периодические изменения в макросах UDF приводят к невозможности компиляции некоторых пользовательских функций без их изменения.

1.1. Поддерживаемые платформы

ANSYS Cloud Compute – новая служба, расширяющая возможности ANSYS Fluent. Cloud Compute позволяет запускать задачи на 12, 32 или 112 ядрах собственного облачного сервиса высокопроизводительных вычислений ANSYS. Доступ к службе осуществляется с помощью специального АСТ-приложения. Для использования службы необходима подписка и набор специальных лицензий ANSYS Elastic Units.

ANSYS Fluent поддерживает платформу IBM OpenPOWER в бета-режиме. Выбор других поддерживаемых платформ и расширений будет зависеть от отзывов и потребностей пользователей.

1.2. Новые возможности

1.2.1. Режим создания сетки

Типовые процессы построения сетки (Meshing Workflows)

- Изменения и дополнения, касающиеся типовых процессов построения сетки (Workflows).
 - Категория Meshing Workflow в диалоговом окне настроек Preferences теперь содержит настройку для сохранения промежуточных этапов построения сетки в памяти вместо записи на диск.
 - Некоторые этапы содержат списки зон или меток, из которых нужно делать выбор. Для редактирования такого этапа нужно нажать на кнопку Revert and Edit (или выбрать соответствующий пункт в контекстном меню). Это вернет этап к начальному состоянию и сбросит выбор. Затем можно сделать необходимые изменения и нажать Update или отменить изменения, нажав Cancel.
 - На панелях этапов теперь доступна контекстная справка. Рядом с большинством полей появляется иконка вызова справки, выбор которой выводит полезную информацию и рекомендации. Эта функциональная возможность недоступна в ОС Linux.

Типовой процесс построения сетки для «грязной» геометрии (Fault Tolerant Meshing Workflow) (бета-функция)

- Новый типовой процесс (бета-функция) для построения сетки по CAD-геометрии, которая может содержать ошибки. Этот процесс включает: импорт CAD-геометрии и обработку сборки, построение поверхностной сетки, выбор типа течения (внешнее или внутреннее), построение ограничивающих поверхностей, задание параметров локального измельчения, указание перегородок нулевой толщины, выделение областей с распределенным сопротивлением, создание областей внешнего течения, поиск и выделение ребер, поиск «протечек» между областями (т.е. отверстий и зазоров), задание настроек пристеночной сетки, задание дополнительных настроек измельчения, выбор типа областей, построение объемной сетки.

Важно

- Имейте в виду, что это бета-функция, которая не была в достаточной мере протестирована и отлажена. Разработчики ANSYS Inc. не несут обязательств по устранению дефектов, выявленных в процессе работы с этой версией. Тем не менее, любая обратная связь будет полезна для дальнейшего повышения качества продукта.

Типовой процесс построения сетки для «чистой» геометрии (Watertight Geometry Workflow)

- Этап Add Local Sizing (добавление локальных размеров) теперь включает опции для задания размеров тела и локальных настроек автоматического измельчения по кривизне (curvature) и близости (proximity).
- Для импортированной геометрии, представляющей собой сборку из нескольких тел и не имеющей настройки общей топологии (shared topology), теперь доступен новый этап Share Topology, позволяющий найти и закрыть зазоры между телами, а также объединить и/или построить пересечение проблемных поверхностей.

- Доступен новый этап Setup Rotational Periodic Boundaries (задание границ вращательной периодичности или циклической симметрии), позволяющий обеспечить совпадение сетки на выбранных поверхностях циклической симметрии.
- Если при запуске было указано более одного ядра, то можно выбрать опцию параллельного построения сетки Enable Parallel Meshing на этапе Create Volume Mesh (построение объемной сетки). Эта опция доступна для методов poly-hexcore и tetrahedral (при ненулевом значении параметра Number of Layers).

Пользовательский интерфейс

- На панели инструментов в графическом окне появилось несколько новых кнопок: кнопка быстрого доступа к окну отображения сетки, кнопки включения/выключения видимости линейки, осей системы координат, названий, а также кнопка управления прозрачностью.
- В диалоговых окнах Create Label и Create Objects можно включить опцию Create a label for each face zone для создания метки (label) для каждой зоны в поверхностной сетке.
- В контекстном меню доступна новая опция Draw All Cells in Range для отображения всех ячеек в заданном диапазоне (доступно как для зон, ассоциированных с объектами, так и для неассоциированных зон).
- Fluent больше не выводит сообщение об ошибке при создании параллелепипеда или цилиндра при включенной опции Inverse Orthogonal Quality.
- При смене типа области в дереве вместо пункта Change Type... контекстного меню, вызывающего диалоговое окно Change Region Type, теперь используется выпадающий список Change Type, позволяющий сразу выбрать нужный тип.

Консоль (текстовый интерфейс)

- В консоли теперь доступно автоматическое дополнение текстовых команд, показывающее все возможные варианты при вводе команды. Эта настройка включается в меню File -> Preferences.
- Команда **rename-object** меню **objects** позволяет переименовывать геометрические или сеточные объекты.
- Команда **summary** меню **objects** позволяет получить сводку по указанному геометрическому или сеточному объекту либо по всем геометрическим или сеточным объектам.
- Вместо команды **display/set/colors/color-scheme** теперь используется команда **display/set/colors/ graphics-color-theme**, позволяющая задать тему графического окна.

Построение сетки

- Проверка сетки стала более гибкой, увеличилось количество опций и настроек.

Распараллеливание

- Если при запуске было указано более одного ядра, то можно выбрать опцию параллельного построения Auto Partition (Parallel Meshing) в диалоговом окне Auto Mesh. Эта опция доступна для методов Poly-Hexcore и Tet (с пристеночными призмами).

Примечание

- Если выбрана опция Auto Partition (Parallel Meshing), то после завершения построения объемной сетки некоторые элементы управления в интерфейсе будут недоступны, как и некоторые элементы текстового интерфейса.
- Для распараллеливания метода Poly-Hexcore существует ряд ограничений.
- При распределенном распараллеливании можно задавать число потоков на каждом узле.

1.2.2. Режим решения

Интерфейс пользователя

- **Начальная страница (Start Page)** – Новая начальная страница обеспечивает быстрый доступ к последним использованным файлам, а также ссылки на видео, документацию и интересные материалы, касающиеся CFD-моделирования. Ее отображение настраивается в меню **File -> Preferences**.
- **Выражения (Expressions)** – ANSYS Fluent теперь позволяет использовать выражения (по аналогии с ANSYS CFX Expression Language), с помощью которых можно задавать непостоянные и/или неравномерные граничные

условия и источники, зависящие от времени, номера итерации, координат и переменных без использования пользовательских функций или профилей.

- **Строка состояния** – Во время расчета в нижней части окна отображается строка состояния с индикатором хода решения и кнопками, позволяющими прервать решение. Диалоговое окно Calculating the solution... больше не отображается.
- **Перетаскивание мышью** – ANSYS Fluent теперь поддерживает перетаскивание мышью для следующих операций:
 - Перетаскивание файлов cas и dat в графическое окно для их загрузки.
 - Перетаскивание графических объектов, таких как контурные и векторные отображения и т.п., в графическое окно для их отображения.
 - Перетаскивание граничных условий, определений отчетов, выражений и графических объектов в пределах панели отображения модели (Outline View) или в панель отображения модели другой сессии ANSYS Fluent для копирования/обновления настроек.
- **Копирование в буфер** – В контекстном меню объектов (вызывается по щелчку правой кнопки мыши на объекте в панели отображения модели) появилась команда Copy to Clipboard..., позволяющая скопировать настройки граничных условий, определений отчетов и выражений в буфер, а затем вставить в таблицу или документ.
- **Импорт/экспорт определений объектов** – В контекстном меню объектов появились команды Import From File... и Export To File..., позволяющие сохранять и загружать настройки граничных условий, определений отчетов, выражений и графических объектов.
- **Редактируемые определения поверхностей** – Все поверхности, определенные в процессе моделирования (т.е. объекты Surface – точки, линии, плоскости, изоповерхности и т.п.) теперь можно редактировать. Кроме того, поверхности отображаются в ветке Results в панели представления модели. Контекстное меню позволяет группировать поверхности и изменять их настройки.
- **Автоматическое дополнение текстовых команд** – В консоли доступно автоматическое дополнение текстовых команд, показывающее все возможные варианты при вводе команды. Эта настройка включается в меню **File -> Preferences**.
- **Локализация** – В ANSYS Fluent теперь есть локализованный японский интерфейс. Используйте переменную среды lang=ja для его включения.

Улучшения нестационарного решателя

- **Адаптивный шаг по времени на основе числа Куранта** – Теперь ANSYS Fluent может изменять шаг по времени в ходе решения на основе физики течения. Это обеспечивает выполнение требования к числу Куранта-Фридрихса-Леви (CFL). Адаптацию шага по времени на основе CFL можно использовать со схемами дискретизации по времени как первого, так и второго порядка.
- **Ускоренная схема NITA для LES моделирования** – При использовании метода моделирования крупных вихрей (Large-Eddy Simulation, LES) со схемой безытерационного продвижения по времени (Non-Iterative Time Advancement, NITA) можно включить опцию ускоренного продвижения по времени (Accelerated Time Marching) для применения модифицированной схемы NITA и ряда настроек, ускоряющих решение. Эта опция доступна для течений без химических реакций и с постоянной плотностью.
- **Оптимизация для течений с переменной плотностью** – Для нестационарных течений с переменной плотностью при использовании pressure-based решателя можно указать порядок решения уравнений, оптимальный для задач с объемным расширением. Эта опция позволяет ускорить сходимость для течений, в которых плотность сильно зависит от температуры, химического состава и т.п. (например, для задач горения). Включается текстовой командой **solve/set/equation-ordering optimized-for-volumetric-expansion**
- **Пропуск обновления RANS при гибридном моделировании турбулентности** – Для гибридного RANS-LES моделирования (модель SBES с использованием RANS-модели k-omega) можно задать интервал обновления полей k и omega с помощью параметра **Update Interval** в окне Viscous Models. Задание интервала больше 1 уменьшит частоту обновления RANS части модели, уменьшив, таким образом, время решения.
- **Мониторинг и экспорт на основе времени** – Интервал для мониторинга интегральных параметров, анимации и автоматического сохранения результатов теперь задавать на основе физического времени течения.

Сопряженный теплообмен

- **Улучшения стабильности** – Метод отображения по умолчанию для интерфейсов типа `mapped` между зонами `fluid` и `solid` поменялся с явного (`explicit`) на неявный (`implicit`). Неявный метод обеспечивает лучшую сходимость по сравнению с явным. Для `cas`-файлов, созданных в версии 19.2 или ранее, этот метод можно включить с помощью текстовой команды `/define/models/cht/implicit-coupling? yes`

Лучистый теплообмен

Был произведен ряд улучшений для расширения применимости модели Монте-Карло к задачам освещения и оптических систем, где его эффективность для направленных пучков позволяет быстро получить точное решение.

- Для модели Монте-Карло теперь можно задать ненулевую долю диффузного отражения для сопряженных внутренних полупрозрачных стенок.
- Вместе с моделью Монте-Карло можно использовать модель солнечного излучения, подключаемую опцией **Solar Irradiation**.
- Вместе с моделью Монте-Карло можно использовать неконформные интерфейсы типа `mapped` при условии полного перекрытия.

Коррозия и электрохимические процессы

- **Электрохимические свойства, зависящие от температуры.** Для электрохимических реакций коэффициенты уравнений Butler-Volmer или Tafel можно задавать как полиномиальные или кусочно-полиномиальные функции температуры или использовать для них пользовательские функции.

Эрозия

- **Эрозия в течениях с плотной дисперсной фазой.** Для течений с плотной дисперсной фазой можно учесть эффекты экранирования стенки дисперсной фазой и абразивного износа. Это осуществляется путем включения в расчет эйлеровой дисперсной фазы наряду с лагранжевой. Fluent при этом будет рассчитывать скорость эрозии как сумму скорости абразивной эрозии от эйлеровой фазы и скорости ударной эрозии от лагранжевой фазы, модифицированной с учетом эффекта экранирования.

Течения с частицами и каплями

- **Постпроцессинг сил от частиц.** В новой версии для постпроцессинга доступны новые переменные в категории `Discrete Phase Variables`:
 - DPM Wall X Force
 - DPM Wall Y Force
 - DPM Wall Z Force
 - DPM Wall X Normal Pressure
- **Средний диаметр по de Brouckere.** Новая переменная **DPM D43** содержит средний диаметр по de Brouckere.
- **Уменьшение размера файла выборки частиц.** При использовании файла выборки частиц `DPM Sampling File` (созданного при моделировании с гибридным подходом `VOF-to-DPM` или при нестационарном отслеживании частиц) в качестве файла описания впрыска можно использовать инструмент прореживания выборки для уменьшения числа впрыскиваемых частиц с сохранением остальных свойств впрыска. Это позволяет существенно ускорить расчет. Этот инструмент также преобразует файл с нестационарной историей выборки в стационарный файл описания впрыска.

Пленки жидкости на стенках

- **Срыв капель и отрыв пленки на ребре.** Для лагранжевого описания пленки жидкости на стенке поддерживаются все модели срыва капель и отрыва пленки на ребре.

Горение

- **Более точное распространение пламени.** Новая модель утолщенного пламени **Thickened Flame Model** вместо старой модели лучше отражает влияние турбулентности на толщину фронта пламени, что дает более точные результаты для задач распространения пламени.
- **Создание CHEMKIN FGM Flamelets в Fluent.** Теперь можно создавать таблицы FGM на основе флеймлетов CHEMKIN в физическом пространстве непосредственно в Fluent. Новая функция повышает точность расчета с использованием таблиц FGM за счет использования рассчитанного профиля скорости диссипации скаляра вместо предположения о виде этого профиля.

Акустика

- **Wave Equation Solver.** Новый гибридный подход для расчета ближнего и среднего акустического поля, где отражения и/или влияние неоднородностей течения не позволяют использовать подход Ffowcs-Williams-Hawkins. В новом методе для описания распространения звука решается дифференциальное волновое уравнение.

Индукционный нагрев

- **Связь Fluent/Maxwell.** Для задач индукционного нагрева можно использовать модуль System Coupling для организации совместного расчета, в котором электромагнитные потери передаются из Maxwell Eddy Current solver в нестационарный или стационарный расчет Fluent, а поле температуры передается обратно из Fluent в Maxwell для учета зависимости электромагнитных свойств от температуры.
- **Табличные данные по насыщению.** Для механизмов массообмена через кавитацию и испарение-конденсацию доступны два новых метода для задания давления насыщенных паров или температуры насыщения в виде таблиц: **tabular-pt-sat** и **tabular-ptl-sat**, соответственно.
- **Перенос компонентов на перекрывающихся сетках.** Для однофазных течений без химических реакций модель переноса компонентов Species Transport теперь можно использовать совместно с перекрывающимися сетками (**overset meshes**).

Турбулентность

- **Обобщенная модель k- ω (Generalized k- ω , GEKO).** Обобщенная модель k- ω теперь доступна как полноценная опция. В новой формулировке k- ω модели для настройки можно использовать четыре свободных параметра, изменение которых не ухудшает калибровку модели для простых течений (например, для пограничного слоя на плоской пластинке).

Решатель / Методы

- **Управление топологией перекрывающихся сеток.** В ряде случаев необходимо более детальное управление процессом отсечения частей компонентов перекрывающихся сеток (**overset meshed**). Новые элементы управления поддерживают более широкий набор топологий:
 - Можно указать, что некоторые границы не пересекают некоторые зоны ячеек. Это позволяет добавить блок сетки, который расширяет границы существующей области.
 - Если у компонента сетки нет границ, которые пересекают другие зоны ячеек, то можно принудительно назначить «зародыши отсечения» (**cut seeds**) всем компонентам, вырезав таким образом «пилотные отверстия», которые затем будут расширены на этапе минимизации пересечений.
- **Зоны ячеек и граничные условия**
 - Для границ типа pressure-inlet (входная граница с заданным давлением) теперь можно указать опцию Prevent Reverse Flow (предотвращение обратных токов). С этой опцией ANSYS Fluent будет создавать искусственные стенки, препятствующие вытеканию потока из области через часть границы.
 - Для моделирования взаимодействия «ротор-статор» можно задавать возмущение на входе (Frozen Gust / Inlet Disturbance).
 - Новое диалоговое окно Replicate Profile позволяет размножить профиль периодическим копированием.
 - Профиль можно связать с системой координат, так что он поворачивается/сдвигается вместе с ней.
 - При задании периодических граничных условий Fluent может автоматически определять, конформная или неконформная сетка используется для указанной пары границ, и создавать граничную область типа periodic или периодический интерфейс.

- **Модуль Adjoint Solver**

- Улучшения инструмента Design Tool:
 - Упрощено задание цилиндрических областей деформации сетки – теперь они задаются аналогично прямоугольным областям.
 - Условия оптимизации (design conditions) теперь можно отобразить в графическом окне с произвольными настройками видимости дополнительных элементов (системы координат, оси, плоскости, нормали) и/или с подсветкой узлов, к которым прикладываются эти условия. Это позволяет легко проверить, что условия оптимизации заданы правильно.
 - Для условий типа **scaling** (масштабирование) и **rotation** (поворот) можно указать опорную точку как центр выбранной поверхности.
 - После расчета предлагаемых изменений геометрии их можно отобразить в графическом окне до фактического изменения сетки.
 - Элементы управления на вкладке **Design Changes** перекомпонованы для удобства использования.
 - Управление экспортом коэффициентов чувствительности перенесено в диалоговое окно **Manage Sensitivity Data**, так что импорт и экспорт коэффициентов чувствительности выполняется в одном окне.
 - При отображении области деформации сетки в граничном окне показываются соответствующие ей контрольные точки (красным цветом), так что можно визуально оценить их количество.
- В новой версии Adjoint Solver поддерживает метод наименьших квадратов Least Squares Cell Based для аппроксимации градиентов.
- В версии 2019 R1 продлена поддержка пространственной (spatial) и модальной (modal) схем стабилизации, хотя они и доступны только через текстовый интерфейс. В следующих версиях их поддержка будет прекращена. Продление поддержки необходимо для того, чтобы предоставить пользователям, которые все еще их используют, дополнительное время для перехода на другие доступные схемы.

Модели пониженной размерности (ROM)

- При задании моделей пониженной размерности (Reduced Order Models, ROM) можно использовать пользовательские функции поля (custom field functions) в качестве переменных.

Регистры ячеек и адаптация сетки

- Можно использовать регистры ячеек **Field Variables** для расчета градиентов и вторых производных (curvatures) различных величин. При этом величины можно нормировать на максимальное или среднее значение.
- Адаптация сетки на основе выражений позволяет адаптировать (т.е. измельчать или загрублять) сетку на основе критерия, заданного с помощью выражения, включающего логические операции над регистрами ячеек. Кроме того, можно отобразить адаптируемую часть сетки с помощью визуализации соответствующего регистра.

Импорт и экспорт данных

- Теперь можно распараллеливать экспорт данных в формат .encas для последующей параллельной обработки в ANSYS EnSight Enterprise.
- Толщину линий на сохраняемых рисунках можно изменять в настройках – опция **Line width** в меню **File -> Preferences**.

Удаленная визуализация

- В клиенте удаленной визуализации Fluent Remote Visualization Client теперь можно создавать линии тока (**pathlines**).

Параллельные вычисления

- Под Windows Microsoft MPI (msmpi) теперь поддерживается не только при использовании диспетчера задач, но и при расчете на локальной машине с общей памятью.

Общие изменения

- При запуске Fluent через командную строку можно задать параметры среды для сессии с помощью опции - `setenv=<var>=<value>`.

Бета-функции

- В новой версии добавлен ряд интересных возможностей в виде бета-функций.

1.3. Обновления, влияющие на поведение кода

1.3.1. Режим создания сетки

Типовые процессы построения сетки (Workflows)

- Метки (labels) автоматически добавляются ко всем телам из CAD-модели, включая тела влияния (**bodies of influence, BOI**). Явное создание именованных выборок (**named selections**) для тел в SCDM или DM не требуется.

1.3.2. Режим решения

Пользовательский интерфейс

- Новый интерфейс Fluent использует обновленную таблицу стилей (**stylesheet**). Поэтому следует удалить старую таблицу стилей и файл компоновки окон (layout), особенно если они отличаются от стандартных, для предотвращения нежелательных изменений в интерфейсе. Таблица стилей находится по пути (в ОС Windows) `%HOMEDRIVE%\%HOMEPATH%\cxdisplay.qss` или (в ОС Linux) `%HOMEPATH%/cxdisplay.qss`. Там же находится файл компоновки окон `.cxlayers.ini`.
- Опция командной строки `-cc` для запуска Fluent с классической цветовой схемой стала недоступна. Цветовую схему можно изменить в настройках.

Алгоритмы решателя

- Могут измениться решения, полученные с использованием схемы интерполяции третьего порядка MUSCL совместно с **density-based** решателем, так как изменилась ее реализация (для уменьшения численной диффузии независимо от использования схемы интерполяции градиентов).
- Улучшено поведение решателя с настройками по умолчанию в ряде случаев:
 - Решатель теперь обеспечивает положительные значения параметров турбулентности. Это может повлиять на конечное решение при использовании перекрывающихся сеток и стандартной схемы интерполяции градиентов **least squares**. Также это может повлиять на устойчивость процесса решения и скорость сходимости (без изменения картины сошедшегося решения) при использовании моделей турбулентности на основе **omega** или схем интерполяции второго порядка для параметров турбулентности. В целом, это изменение может незначительно снизить производительность.
 - Для стационарных однофазных задач с использованием **pressure-based** решателя по умолчанию используется метод **Coupled** с опцией **Pseudo-Transient** (сопряженный псевдонестационарный метод). Это не касается задач с плавлением/затвердеванием, и задач, использующих модули моделирования аккумуляторных батарей и топливных ячеек. Новые настройки решателя могут улучшить устойчивость и скорость сходимости решения. Настройки решателя в старых `cas`-файлах останутся без изменений. Кроме того, для задач с переносом компонентов и/или химическими реакциями стандартное значение коэффициента релаксации для плотности изменено с 1.0 на 0.25.
 - При использовании сопряженного псевдонестационарного метода алгоритм автоматического выбора шага по псевдовремени работает более агрессивно, выбирая большие значения шага. Это в ряде случаев ускоряет сходимость решения. Ожидается, что это приведет к уменьшению общего времени решения, хотя изменение времени выполнения фиксированного числа итераций сложно оценить, так как на него влияет ряд других изменений в алгоритмах решателя. В редких случаях более агрессивный выбор шага по псевдовремени может отрицательно сказаться на сходимости решения системы линейных уравнений и на общей устойчивости процесса решения.

Если эти изменения отрицательно влияют на сходимость решения, вы можете отменить их с помощью текстовой команды: `solve/set/previous-defaults/undo-2019r1-default-changes?` Последующие подсказки позволят выбрать конкретные отменяемые изменения.

- Изменились алгоритмы по умолчанию для неконформных интерфейсов fluid/solid и solid/solid. При дискретизации сопряженных стенок ячейки, прилежащие к таким интерфейсам, теперь рассматриваются как непроницаемые. Также для них используется улучшенная схема вычисления градиентов. Для задач, в которых раньше не использовались эти настройки, сходимость должна улучшиться. Вы можете использовать текстовую команду **define/mesh-interfaces/non-conformal-interface-numeric/change-numeric?**
 - чтобы применить эти настройки к cas-файлу, созданному в предыдущей версии Fluent: в этом случае ответьте **yes** на подсказки;
 - чтобы отменить эти настройки в новом cas-файле, созданном в новой версии Fluent: в этом случае ответьте **no** на подсказки.
- При использовании density-based решателя улучшен расчет потоков массы – новый подход более стабильный и менее затратный. В результате может увеличиться скорость сходимости. В качестве побочного эффекта возможен скачок невязок при рестарте турбулентного решения с dat-файла, сохраненного в предыдущей версии.
- Задачи, решение для которых раньше расходилось, теперь могут сойтись за счет изменений в AMG решателе для системы линейных уравнений: если зафиксировано расхождение решения, то происходит откат на предыдущую итерацию и активируется метод стабилизации GMRES с выводом в консоль соответствующего сообщения. Это происходит в следующих случаях:
 - если в диалоговом окне **Advanced Solution Controls** не был указан никакой метод стабилизации для уравнения;
 - Начиная с версии 19.0 в такой ситуации сначала активируется метод стабилизации BGSTAB (при условии, что схема «ранней защиты» (early protection) не была отключена в опциях текстовой команды **solve/set/previous-defaults/undo-r19.0-default-changes?**); если же итерация решения расходится с методом BCGSTAB, то активируется метод GMRES.
 - если в диалоговом окне **Advanced Solution Controls** был указан метод стабилизации BCGSTAB или CG;
 - если для динамической сетки используется конечно-элементная дискретизация и включен метод стабилизации BCGSTAB или CG для уравнений диффузии или линейной упругости, используемых для сглаживания сетки.
- Была улучшена схема Rhie-Chow для pressure-based решателя, что должно ускорить расчет.
- Различные действия, связанные с постпроцессингом (например, обновление мониторов), теперь выполняются быстрее. Это должно уменьшить общее время решения. Увеличение скорости пропорционально числу задействованных ядер.

Работа с сетками

- Для задач с динамическими сетками, использующих сглаживание сетки на основе решения уравнений диффузии с конечно-элементной дискретизацией или модель линейно-упругого тела, теперь доступен метод стабилизации CG. Он используется по умолчанию для новых задач. В результате решение должно быть более устойчивым и быстрым. Для того, чтобы использовать это нововведение в старых cas-файлах или, наоборот, отменить в новом cas-файле, можно использовать текстовую команду **define/dynamicmesh/controls/smoothing-parameters/amg-stabilization**
- Опции, ранее подключаемые текстовой командой **define/dynamic-mesh/controls/gridmotion-retain-normal-bc?** теперь включены по умолчанию. Это означает, что для стенок с включенной опцией **Moving Wall** нормальный компонент скорости стенки не игнорируется, если для этой стенки создана динамическая зона с включенной опцией **Exclude Mesh Motion in Boundary Conditions**. Поэтому необходимо убедиться, что в таких задачах скорость на стенке правильно задана в диалоговом окне для граничных условий, т.е. у нее отсутствует нормальная к стенке составляющая. Это изменение должно обеспечить получение правильных результатов в случае, когда динамическая зона использует пользовательскую функцию **DEFINE_GRID_MOTION** для задания движения отдельных узлов на границе, в которой, например, одновременно используется движение стенки как твердого тела (что должно влиять на граничные условия) и перемещение узлов вдоль стенки для сглаживания сетки (что не должно влиять на граничные условия).

Турбулентность

- Изменился алгоритм инициализации возмущений для поля скорости. Возможное влияние на расчеты с использованием LES моделей зависит от того, какой промежуток времени моделируется. При достаточной статистике, накопленной для усреднения, результаты не должны зависеть от начальных возмущений. Для инициализации возмущений для поля скорости используется новая текстовая команда: **solve/initialize/init-turbvel-flucuations**

Течения с химическими реакциями

- Введение новой, более точной модели утолщенного пламени, учитывающей влияние турбулентности на скорость распространения пламени, может привести к изменению результатов по сравнению с предыдущими версиями.
- Для нестационарных задач с ограниченной неявной схемой интерполяции по времени второго порядка (**Bounded Second Order Implicit**) некоторые дополнительные переменные, относящиеся к моделям горения, теперь рассматриваются как ограниченные. В результате возможно улучшение сходимости по сравнению с предыдущими версиями. Затронутые модели горения:
 - Premixed Combustion с опцией G Equation
 - Partially Premixed Combustion с опциями G Equation или Flamelet Generated Manifold
 - Compostion PDF Transport с опцией Eulerian для переноса PDF.

Лагранжева модель дисперсной фазы

- Параллельный решатель работает быстрее, если выбрать метод **Hybrid** для распараллеливания построения траекторий частиц. Выбор опции **Use DPM Domain** при этом дает дополнительное ускорение.
- Усовершенствован метод вычисления гистограмм распределений. Теперь, например, для однородного распределения на краях диапазона не появляются столбцы половинной высоты.
- Изменился доступ к структуре **Particle** в пользовательских функциях. Все данные для переменных, имеющих тип **Particle** или указателя **Particle***, теперь доступны через макросы **PP_...** . Аналогично, большинство данных для структуры **Tracked_Particle** теперь доступно через макросы **TP_...** .

Доступ через ранее использовавшиеся макросы **P_...** , а также прямой доступ к полям структуры с синтаксисом вида **tp->...** будет поддерживаться в течение переходного периода. Использование старых макросов не поддерживается, потому что в будущих версиях структура **Particle** будет изменена. После этих изменений старые макросы перестанут работать. В дальнейшем будут поддерживаться только новые макросы **PP_...** и **TP_...** . Их использование не будет зависеть от деталей реализации структуры **Particle**.

Для изменения исходного кода UDF необходимо:

1. Найти все места использования макросов **P_...** :
 - Если аргумент **p** имеет тип **Particle**, то добавить перед макросом **"P"**, т.е. изменить **P_...** на **PP_...**
 - Если аргумент **p** или **tp** имеет тип **Tracked_Particle**, то добавить перед макросом **"T"**, т.е. изменить **P_...** на **TP_...** и убедиться, что такой макрос действительно существует (проверить по ANSYS Fluent Customization Manual или непосредственно по заголовочным файлам). Если такого макроса нет, то временно оставить вариант с макросом **P_...** .
2. Найти все места с прямым доступом к полям структуры типа **Particle** и заменить их на соответствующие макросы **PP_...** .

Аналогично, прямой доступ к полям структуры типа **Tracked_Particle** заменить на соответствующие макросы **TP_...** .

После внесения изменений в исходный код можно проверить, что в нем не осталось макросов **P_...** , вставив в него строку:

```
#define HAVE_OLD_P_MACROS 00
```

перед строкой

```
#include "udf.h"
```

Многофазные модели

- Для эйлеровой дисперсной фазы модель, используемая по умолчанию для определения плотности поверхности интерфейса, изменена с симметричной (**ia-symmetric**) на дисперсную (**ia-particle**), так как этот вариант является наиболее подходящим для большинства приложений.

Параллельные вычисления

- Взвешенная декомпозиция с учетом физических моделей (**model-weighted partitioning**), используемая по умолчанию в методе декомпозиции **Metis**, теперь лучше работает в ситуациях с сильно отличающимися весовыми коэффициентами (например, при использовании лагранжевой модели дисперсной фазы).
- Для распределенных параллельных расчетов с использованием AMG решателя будет осуществляться виртуальная группировка расчетных узлов для повышения производительности. Это может улучшить сходимость и производительность вычислений в ситуации, когда процессы неравномерно распределены между узлами (например, на многопользовательском кластере или в облачной среде). Для возврата к старому поведению можно использовать команду Scheme (**rpsetvar 'parallel/virtual-machine/rank-per-machine 0**)
- Файловая система Parallel Virtual File System (PVFS2) больше не поддерживается. Вместо этого предлагается использовать файловую систему **Lustre**.

Модуль Adjoint Solver

- Для удобства настройки и изменения, имена по умолчанию для целевых функций (**observables**) и условий (**design conditions**) теперь включают индексы.

Графика

- Графический драйвер DirectX 9 больше не поддерживается. Используйте вместо него DirectX 11.

1.4. Выявленные ошибки и ограничения

1.4.1. Общий раздел

Параллельные вычисления

- Обновление библиотек Intel MPI в версии 2019 R1 нарушает совместимость со старыми версиями Windows.
Решение: Для переключения между старой и новой версиями при запуске на кластере нужно убедиться, что соответствующие службы сконфигурированы администратором:
 - Для переключения со старой версии на новую (например, с 19.2 на 2019 R1) на всех узлах нужно запустить от имени администратора следующую команду:
"C:\Program Files (x86)\IntelSWTools\compilers_and_libraries_2018.3.210\windows\mpi\intel64\bin\hydra_service.exe" –install
 - Для переключения с новой версии на старую (например, с 2019 R1 на 19.2) на всех узлах нужно запустить от имени администратора следующую команду:
"C:\Program Files (x86)\IntelSWTools\compilers_and_libraries_2017.4.210\windows\mpi\intel64\bin\hydra_service.exe" -installПосле установки обеих версий Intel MPI на всех узлах нужно удалить переменную среды **I_MPI_ROOT**. (180338)
- Если OpenSSH установлен в C:\Windows\system32, то для работы в смешанной Windows-Linux среде нужно явно указывать путь к реальному расположению используемого ssh – при запуске через командную строку надо использовать ключ -rsh (например, **-rsh=c:\cygwin64\bin\ssh.exe**), при запуске через Fluent Launcher на вкладке Remote из списка Remote Spawn Control надо выбрать пункт *Other* и затем ввести путь в текстовое поле (например, **c:\cygwin64\bin\ssh.exe**). (184255)

1.4.2. Режим построения сетки

Типовой процесс построения сетки по «чистой» геометрии (Watertight Geometry Workflow)

- При использовании этапа **Set Up Rotational Periodicity** для задания границ циклической симметрии при отображении системы координат для условий периодичности используется свой масштаб, а не масштаб модели. В результате в графическом окне видна только система координат.

Решение: Видимость модели можно восстановить, нажав клавишу **F2**, а затем либо иконку **Fit to Window** на панели инструментов, либо кнопку **Draw Mesh** в нижней части панели настроек этапа. (185551)

- При добавлении в этап **Add Local Sizing** новой настройки локального размера элементов уже после создания поверхностной сетки геометрические объекты не видны в графическом окне и не подсвечиваются при выборе в списке.

Решение: Для того, чтобы правильно отобразить геометрические объекты, нужно нажать на кнопку **Revert and Edit** в нижней части панели любой настройки локального размера из этапа **Add Local Sizing**, заданной до построения поверхностной сетки. Альтернативный вариант – заново импортировать геометрию и обновить этап **Add Local Sizing**. (185776)

- Построение поверхностной сетки с заданной настройкой локального размера элементов для тела в сборке может не удасться, если для сборки не была включена настройка общей топологии (shared topology) в SCDM или DM.

Решение: На этапе **Import Geometry** нужно включить дополнительные настройки **Advanced Options** и для настройки **Separate Zone By** выбрать **region and angle**. (DE185876)

- Совместное использование настроек локального размера элементов для геометрических тел и для тел влияния (BOI) может привести к ошибке.

Решение: В CAD-пакете необходимо создать копию тела, для которого следует указать локальный размер, и использовать ее как тело влияния для задания нужного размера. (DE185884)

Построение сетки через объектный подход

- Если открыть панель **Auto Mesh** через контекстное меню, вызываемое кликом правой кнопки мыши в ветке Cell Zones в дереве, то значение максимального объема элемента **Max Size** в ней задается неправильно.

Решение: Прежде чем открывать панель Auto Mesh, надо выполнить следующие команды:

```
/mesh/tet/controls/use-max-cell-size? yes
```

```
/mesh/tet/controls/max-cell-volume
```

Первая команда указывает на то, что максимальный объем элемента будет задаваться явно, а не вычисляться автоматически. На приглашение второй команды надо ввести требуемое значение. Его можно вычислить, например, с помощью следующего выражения $\left(\frac{\sqrt{2}\Delta^3}{12}\right)$, где Δ – максимальный линейный размер элемента, значение которого можно получить с помощью команды **get-sf-global-max-size**):

```
(/ (* (sqrt 2) (expt (get-sf-global-max-size) 3)) 12) (DE177698)
```

1.4.3. Режим решения

Пользовательские функции (User-Defined Functions, UDF)

- По умолчанию последовательная версия Fluent является разновидностью параллельной версии, запускаемой с использованием только одного ядра ЦПУ (аналогично использованию параметра командной строки -t1), поэтому она фактически состоит из управляющего (host) процесса и одного расчетного (node) процесса. Поэтому использование UDF, не подготовленных к распараллеливанию, может привести к фатальной ошибке. Можно попробовать решить проблему, добавив #if PARALLEL в начале UDF и #endif в конце UDF. Если это не помогает, то нужно будет дополнительно преобразовать UDF для распараллеливания в соответствии с рекомендациями из документации Fluent. (181032)

Горение

- Если прочитать в Fluent cas-файл с включенной моделью FGM с уже заданным материалом смеси flamelet-mixture, а затем импортировать файл флеймлетов и сгенерировать таблицу PDF, то в результате могут получиться некорректные значения интенсивностей тепловыделения и скаляров FGM.

Решение: Импортировать механизм CHEMKIN до генерации флеймлетов и таблиц PDF. (185565)

Алгоритмы решателя

- При чтении cas-файлов для стационарных однофазных задач с использованием pressure-based решателя, созданных в версии 19.2 и ранее, значение коэффициента явной релаксации (explicit relaxation factor) для плотности (**Density**) на панели **Solution Control** остается равным 1, вместо того, чтобы поменяться на 0.25 (чтобы соответствовать новым значениям по умолчанию для таких задач, принятым в версии 2019 R1), в следующих случаях:

- Если в физических моделях был включен перенос компонентов (species transport) и/или химические реакции, использовался псевдо-нестационарный (pseudo-transient) метод решения и на панели **Solution Control** была нажата кнопка **Default** (сброс на настройки по умолчанию)
- Если в таком файле после загрузки одновременно включить:
 - модель переноса компонентов и/или химических реакций;
 - псевдо-нестационарный (pseudo-transient) метод решения.

Решение: Вручную указать значение 0.25 для коэффициента явной релаксации для плотности на панели **Solution Control**. (182453)

- Следующая текстовая команда сбрасывает настройки ограничений (limits) на значения по умолчанию, но не сбрасывает настройки решения (**solution controls**) и параметры AMG решателя (**AMG controls**):

solve/set/set-controls-to-default

Set solution controls to default? (no) yes

Set AMG Controls to default? (no) yes

Set limits to default values? (no) yes

Решение: Нажать кнопку **Default** на панели **Solution Control** и на вкладке **Multigrid** в диалоговом окне **Advanced Solution Controls**. Обратите внимание на информацию, приведенную выше. Вам может потребоваться вручную изменить значение коэффициента явной релаксации для плотности на 0.25. (183926)

Импорт и экспорт данных

- После чтения файла сетки (msh) или файла описания задачи (cas) к нему нельзя добавить файл описания задачи, сохраненный в формате HDF (Hierarchical Data Format), т.е. файл .cas.h5.

Решение: Если один cas-файл использует HDF, а второй – нет, то нужно загрузить первым тот файл, который использует HDF, а потом добавить к нему другой файл. (183851)

Клиент удаленной визуализации (Remote Visualization Client)

- (Только для Windows 7) Приложение **Remote Visualization Client** может остановиться или завершить работу с ошибкой, если в момент отсоединения от удаленной сессии N по нажатию кнопки Disconnect в дереве была выбрана ветка, отличная от **RemoteSession-N**.
- **Решение:** Перед отсоединением необходимо выбрать в дереве ветку соответствующей сессии **RemoteSession-N**. (185021)
- Приложение Remote Visualization Client может остановиться, если вводить команды во время загрузки cas-файла на удаленные сервер.
- **Решение:** Следует дождаться окончания загрузки cas-файла на сервер, прежде чем вводить команды. (185667)
- Графики XY Plot, построенные вдоль линии тока (pathline), могут неправильно отображаться в клиенте удаленной визуализации. (184472)
- Если на удаленный сервер загрузить новый cas-файл, для которого нет файла данных для построения линий тока, клиент будет по-прежнему отображать линии тока из предыдущей задачи. Как только для нового cas-файла появятся данные для построения линий тока, линии тока в клиенте будут отображены корректно. (184472)

Графический интерфейс

- При создании изоповерхности (**iso-surface**) или изоразреза (**iso-clip**) на основе существующего объекта surface изоповерхности или изоразрезы будут зависеть от этого объекта (он будет для них «родительским»). Это может привести к тому, что после изменения «родительского» объекта «дочерние» изоповерхности и изоразрезы могут не отображаться.
- **Решение:** Отобразить сначала «родительский» объект, а затем отобразить «дочерние» изоповерхности или изоразрезы (а также любые «дочерние» объекты, т.е. контурные представления (contour), графики (XY plot) и т.п.). (185396)
- Отображение точечных объектов типа surface через контекстное меню, вызываемое нажатием в дереве задачи правой кнопкой мыши, не выполняется из-за проблем со сторонними библиотеками.

- **Решение:** Для отображения точечных объектов типа surface можно использовать диалоговое окно Mesh Display. (181843)

Графика

- (Только для графических драйверов OpenGL2 и DirectX11) При отображении сцены (scene), содержащей контурное представление (contour) с прозрачностью (transparency), цветовая шкала может отображаться в виде черного прямоугольника или не отображаться вовсе.

Решение: Можно переключиться на графический драйвер OpenGL с помощью текстовой команды **define/set/rendering-options/driver/opengl**. Обратите внимание, что проблема связана только с отображением на экране – рисунки, сохраняемые в файл, отображаются корректно. (185919)

Выражения (Expressions)

- Хотя при использовании выражений, заданных через параметры решения, гибридный (hybrid) метод инициализации доступен для выбора через ленту и дерево задачи, необходимо использовать стандартный метод инициализации. (181899)

Системы координат (Reference Frames)

- Система координат всегда отображается через диалоговое окно **Reference Frame** в своем начальном состоянии (положение и ориентация). При нестационарном расчете система координат будет отображаться в своем текущем состоянии. Если по окончании расчета отобразить систему координат через диалоговое окно **Reference Frame**, то она вернется в начальное состояние. (184248)
- Если после нескольких шагов по времени в нестационарном расчете провести инициализацию решения, то система координат с заданным движением не вернется в начальное состояние.
- **Решение:** Открыть диалоговое окно **Reference Frame** и нажать кнопку **OK** – это вернет систему координат в начальное состояние. (185560)
- Нажатие кнопки **OK** в диалоговом окне **Reference Frame** всегда возвращает систему координат в начальное состояние. Если в этом нет необходимости, то закрывать диалоговое окно Reference Frame следует с помощью кнопки **Cancel**. (184248)
- Отслеживание динамических зон в подвижной сетке не работает. (184248)

Постпроцессинг

- При создании графика XY plot на основе объекта типа rake surface (линия точек) с помощью пункта **New...** контекстного меню ветки XY plot в дереве задачи или меню ленты результаты могут не отображаться.
- **Решение:** Нажать кнопку **Curves...** в диалоговом окне **XY Plot**, в блоке настроек **Marker Style** выбрать в выпадающем списке **Symbol** нужный маркер, нажать кнопку **Apply** и повторно отобразить график. (180547)
- При отображении значений по ячейкам (т.е. с отключенной опцией Node Values) на графике XY plot для объекта типа вместо точек отображается сплошная линия.
- **Решение:** Нажать кнопку **Curves...** в диалоговом окне **XY Plot**, в блоке настроек **Line Style** в выпадающем списке **Pattern** выбрать пустую строку, нажать кнопку **Apply** и повторно отобразить график. (180547)

1.4.4. Приложения Fluent

Fluent Icing

- **Раскладка окон по умолчанию.** Опция **Default** в меню раскладки (**layout**) в правой части ленты дает оптимальную раскладку окон. Ее выбор не изменит раскладку окон, если был загружен хотя бы один cas-файл. Эту опцию надо использовать в начале работы с приложением Fluent Icing до загрузки cas-файла Fluent. (186576)
- **Windows.** Функциональность команды **Import...** под Windows ограничена, копирование файлов может не завершиться. Для импорта расчета в рабочую папку необходимо вручную скопировать файлы.CAS и .DAT через **Проводник**, а затем использовать команду **Open...**, чтобы загрузить их в приложение Fluent Icing. (186578)
- **Сетки с условием периодичности.** Трехмерные сетки с условиями периодичности (вращательной или переносной) поддерживаются только в последовательном режиме, т.е. при использовании только одного ядра ЦПУ. Двумерные сетки с условиями периодичности (в виде одного слоя ячеек между двумя плоскостями симметрии) поддерживаются полностью. (186579)

- **Задание направления скорости по нормали к границе.** Граничные условия **pressure-inlet** и **velocity-inlet** (вход с заданным давлением и вход с заданной скоростью) с заданием направления скорости по нормали к границе (опция **Direction Specification Method: Normal to Boundary**) не поддерживаются на шаге **Ice** решателя (на этом шаге возникает ошибка с ключевым словом **TMBC**). Если в настройках граничного условия задать компоненты скорости (**Direction Vector**), то шаг **Ice** решателя выполнится корректно. (186581)

1.5. Исправленные ошибки и ограничения

1.5.1. Режим построения сетки

Объекты Surface

- Fluent больше не завершается аварийно, если создать несколько объектов **surfaces** (**point** или **line**, т.е. точки или линии) и сразу после этого попытаться удалить самый последний созданный объект; поэтому теперь не актуальны предлагавшиеся ранее обходные решения, такие как сохранить **cas**-файл или выполнить другую операцию (например, отображение сетки) перед удалением. (177618)

1.5.2. Режим решателя

Графический интерфейс

- Опция **Lighting** (освещение) на вкладке **View** ленты может быть отключена после того, как будет отключена опция **Headlight** (постоянный направленный источник света). (173998)

Графика

- Fluent больше не завершается аварийно, если создать несколько объектов **surfaces** (**point** или **line**, т.е. точки или линии) и сразу после этого попытаться удалить самый последний созданный объект; поэтому теперь не актуальны предлагавшиеся ранее обходные решения, такие как сохранить **cas**-файл или выполнить какую-то другую операцию (например, отображение сетки) перед удалением. (177618)

Регистры ячеек

- Отображение регистров ячеек теперь не только добавляет отображение новых ячеек в графическом окне, но также очищает и восстанавливает отображение, как и задумано. (177088)
- Для ячеек, выбранных с помощью регистра, теперь будет отображаться сетка, если для соответствующего регистра была выбрана опция **Draw Mesh**. Теперь не нужно отображать сначала сетку, а потом регистры. (177088)

1.5.3. Приложения Fluent

Клиент удаленной визуализации (Remote Visualization Client)

- Для задач с перекрывающимися сетками (**overset meshes**) в клиенте удаленной визуализации можно отображать графические объекты, созданные на основе поверхностей (таких как граничные зоны типа **internal** или **symmetry**) без риска возникновения фатальной ошибки на клиенте и/или сервере. (177493)

Раздел 2: Обновления ANSYS CFX

2.1. Новые возможности и улучшения

- Проекты CFX теперь могут работать в режиме совместного моделирования за счет технологии Functional Mock-up Interface (FMU).
- В задачах с пленочным охлаждением лопаток (blade film cooling) для областей вдува (Injection regions) доступна новая опция **Cylindrical Hole** (цилиндрическое отверстие). Эта опция позволяет задать направление, в котором просверлено отверстие, что в итоге влияет на форму отверстия и угол вдува охлаждающего потока.
- Для файлов результатов появилась новая опция сохранения результатов **Solver Monitor**. Она позволяет сохранить результаты только для тех данных, за которыми необходимо следить в процессе решения, включая невязки и данные мониторинга. Например, эту опцию можно использовать только для построения рабочей диаграммы (operating map) турбомшины без необходимости сохранения всех данных для всех расчетных точек.
- Стали доступны три новые функции API для экспорта данных:
 - **cfxExportNodeUnits;**
 - **cfxExportVariableQuantityDimensions;**
 - **cfxExportVariableUnitsString.**
- Их описание приведено в CFX Reference Guide.

Улучшения для задач с рабочими точками (operating points)

- На вкладке **Operating Points** (ранее – **Operating Point Run Continuation**) можно задать максимальное число рабочих точек, которые будут решаться одновременно. Также на этой вкладке имеются новые опции продолжения расчета в разделе **Run Continuation Actions > Operating Point Changes**.
- Можно экспортировать данные рабочих точек из таблицы параметров (operating point parameter table), которая находится на странице истории выполнения расчета с рабочими точками (**Operating Point Run History**) в CFX-Solver Manager и в менеджере просмотра рабочих точек (**Operating Points Viewer**) в CFD-Post.
- Теперь любое изменение сетки, за исключением задач с подвижными и адаптируемыми сетками, считается изменением в постановке задачи и приводит к перерасчету уже посчитанных рабочих точек.

2.2. Несовместимости

Этот раздел описывает операционные и процедурные изменения (т.е. действия, которые в этой версии необходимо выполнить иначе, чтобы получить такой же результат, как в версии 19.2), а также изменения в поддержке (функциональность, которая больше не поддерживается) в версии 2019 R1 CFX:

- Для некоторых старых версий OpenGL прекращена поддержка. Если необходимо запустить CFX/CFD-Post/TurboGrid на компьютере с ОС Linux, на котором не установлен совместимый драйвер для OpenGL, укажите в командной строке параметр **-gr mesa**.
- На компьютере с ОС Windows с CFX не работают библиотеки IBM MPI Distributed Parallel с настройками по умолчанию.
- Для решения этой проблемы можно:
 - использовать для распараллеливания расчетов библиотеки Intel MPI Distributed Parallel;
 - установить переменную среды **CFX_SOLVE_USE_REMOTE_HELPER=0**
- По умолчанию в ОС Windows не указан путь к скрипту интерполятора (CFX-Interpolator) **cfx5interp**.
- Для решения этой проблемы можно:
 - добавить к переменной среды PATH путь **%AWP_ROOT193%\CFX\tools\Fluids\cff\lib\winx64**
 - запускать CFX-Interpolator через CFX-Solver Manager (**Tools > Interpolate Results**).

2.3. Выявленные ошибки и ограничения

Проблема (характерна для ОС Linux при моделировании в ANSYS Workbench): Если при решении задачи с использованием шаблона thermal analysis в Mechanical, в котором используется импортируемая нагрузка (Imported load)

из CFX, нажать на кнопку solve на панели инструментов results, в то время как импортированная нагрузка в дереве модели, то происходит фатальная ошибка.

Решение: Перед запуском решения кнопкой solve на панели инструментов создайте в дереве модели ветку **Solution**. (183798)

Проблема (характерна для ОС Windows): CFX-Interpolator (приложение **cfx5interp**) не работает как самостоятельное приложение (т.е. если запускать его отдельно, а не через ANSYS CFX-Solver Manager).

Решение: Добавить к переменной среды PATH путь **%AWP_ROOT193%\CFX\tools\Fluids\cff\lib\winx64** или запускать интерполятор через Solver Manager (**Tools > Interpolate Results**). (185754)

Раздел 3: Обновления ANSYS TurboGrid

3.1. Несовместимости

Прекращена поддержка для некоторых старых версий OpenGL. Если вы используете CFX/CFD-Post/TurboGrid на компьютере с операционной системой Linux, на которой не установлены совместимые драйверы OpenGL, вы можете запустить CFX/CFD-Post/TurboGrid с включенным программным рендерингом путем добавления параметра командной строки: **-gr mesa**

Раздел 4: Обновления ANSYS BladeModeler

4.1. ANSYS BladeGen

4.1.1. Новые возможности и улучшения

Геометрия лопаток, изготавливаемых фрезерованием (flank milled blades), создается на основе опорных линий, которые строятся по двум опорным точкам: на втулке (**hub**) и на периферии (**shroud**). В предыдущих версиях эти точки располагались на одной нормированной меридиональной координате. В новой версии эти точки располагаются на одном нормированном расстоянии, отсчитываемой вдоль продленной средней линии профиля лопатки (т.е. включающей указанную пользователем стачиваемую впоследствии часть заготовки лопатки, **blade extension**). В общем случае это дает лучшую форму для лопаток центробежных компрессоров.

4.2. ANSYS BladeEditor

4.2.1. Новые возможности и улучшения

- Настройки для втулки/периферии (**hub/shroud**) изменились следующим образом:
 - Для галтели со стороны втулки появилась новая опция **Variable Blend** (переменный радиус)
 - Название прежней опции для галтелей изменено с **Yes** на **Constant Radius**.
- Новая опция построения поверхности **From Reference Blade** (на основе опорной лопатки), выбираемая по умолчанию при создании промежуточных (сплиттерных) лопаток. При ее выборе тип построения поверхности промежуточной лопатки будет такой же, как и основной.
- Геометрия лопаток, изготавливаемых фрезерованием (flank milled blades), создается на основе опорных линий, которые строятся по двум опорным точкам: на втулке (**hub**) и на периферии (**shroud**). В предыдущих версиях эти точки располагались на одной нормированной меридиональной координате. В новой версии эти точки располагаются на одном нормированном расстоянии, отсчитываемой вдоль продленной средней линии профиля лопатки (т.е. включающей указанную пользователем стачиваемую впоследствии часть заготовки лопатки, **blade extension**). В общем случае это дает лучшую форму для лопаток центробежных компрессоров. Существующие лопатки будут автоматически преобразованы при сохранении.

Раздел 5: Обновления ANSYS CFD-Post

5.1. Новые возможности и улучшения

Вы можете экспортировать данные для рабочей точки из таблицы параметров рабочих точек, которая появилась в окне просмотра рабочих точек CFD-Post **Operating Points Viewer** и на странице истории расчетов рабочих точек решателя CFX.

5.2. Несовместимости

Прекращена поддержка для некоторых старых версий OpenGL. Если вы используете CFX/CFD-Post/TurboGrid на компьютере с операционной системой Linux, на которой не установлены совместимые драйверы OpenGL, вы можете запустить CFX/CFD-Post/TurboGrid с включенным программным рендерингом, путем добавления параметра командной строки: `-gr mesa`. Даже если вы запускаете CFD-Post в пакетном режиме, вам может потребоваться включить программный рендеринг.

Раздел 6: Обновления ANSYS Polyflow

6.1. Новые возможности

- Можно задавать скорость вращения литейной формы.
- Контакт fluid-fluid доступен даже при наличии одной свободной поверхности, в том числе и для самоконтакта свободной поверхности. Например, при моделировании литья стекла для всей исходной заготовки может быть задан один поддомен и определена одна единственная свободная поверхность. При моделировании экструзии вспененного материала для всей экструдруемой оболочки может быть определена одна свободная поверхность. Для учета самоконтакта свободной поверхности нужно в настройках указать одну и ту же свободную поверхность и в качестве исходной (source), и в качестве целевой (target).
- В документации более подробно описывается процесс расчета траекторий движения материальных точек. Этот постпроцессор доступен только для нестационарных случаев, в которых рассматривается материальный объем (закрытый домен без входов и выходов).
- Также в документации даны более подробные определения тензора скоростей деформации и тензора завихренности.

Раздел 7: Обновления ANSYS Forte

7.1. Новые возможности и улучшения

Интерфейс моделирования (Simulate)

- Теперь можно установить монитор для контроля параметров потока на интерфейсе между областями течения, нарисовав габаритный параллелепипед.
- Новые расширения к интерфейсу командной строки (CLI) позволяют задать топливо и состав смеси газов, а также запустить Composition Calculator.
- Улучшена устойчивость работы утилиты проверки работы клапанов Valve Seating Utility. Добавлена опция проверки прилегания. Утилита Validate Project Settings, которая запускается при сохранении и перед запуском расчета, теперь по умолчанию будет запускать проверку клапанов. Эта проверка может быть отключена вручную через меню Run Settings.
- Теперь при построении сетки доступна новая опция, позволяющая поставить поверхности для замыкания сеточного объема для нескольких некомпланарных отверстий.

Постановка на расчет, мониторинг и опции запуска (Monitor)

- Новый тип датчика port-flow probe позволяет наблюдать изменение массового потока через интерфейс между областями течения.
- Когда Forte запускается через Workbench, в Output Control появляется новая опция, позволяющая назначать выходные параметры для параметрического исследования в Workbench.
- Когда Forte запускается через Workbench и связан с SpaceClaim, данные о геометрии передаются из SpaceClaim в формате TGF (turbo-grid). Передача в таком формате позволяет сохранить и передать в Forte данные об именованных выборках, назначенных геометрических параметрах и единицах измерения.
- Стало возможно журналировать команды Forte средствами Workbench. Теперь можно записать и воспроизвести расчет средствами Forte в ANSYS Workbench, в том числе из командной строки.

Инженерные модели и вычисления

- Значительное увеличение скорости расчета наблюдается в случае параллельного расчета с использованием кластеризации (Dynamic Cell Clustering), особенно для больших механизмов (более 200 веществ) и малых сеток (менее 500 тыс. ячеек).
- Добавлено новое соотношение для вычисления турбулентной скорости пламени при совместном использовании LES моделей турбулентности и механизма отслеживания фронта пламени на основе G-уравнения.
- Добавлены настройки, позволяющие учесть влияние шероховатости поверхности на теплообмен со стенкой. Настройки шероховатости, доступные при задании областей впрыска топлива, перенесены на панель задания граничных условий. Теперь можно задавать различную шероховатость разным поверхностям.
- Задание переменных по пространству значений параметров теперь доступно для задания параметров частиц.

Обработка результатов

- Увеличена скорость чтения файлов решения при загрузке в EnSight.

7.2. Исправленные ошибки и ограничения

Интерфейс моделирования (Simulate)

- Добавлена возможность явного задания хода поршня для случая автоматического построения сетки взамен автоматически определенного для случаев, когда поверхность поршня разбита на несколько. (171833)
- Увеличена скорость записи файлов при выполнении параметрического исследования с большим количеством точек на профилях. (180158)

Постановка на расчет, мониторинг и опции запуска (Monitor)

- Исправлена ситуация, в которой возникала ошибка при записи файла размером более 4 Гб. (169853)

Инженерные модели и вычисления

- Увеличена точность вычисления массы топлива при впрыске и испарении. (177733)
- Исправлен алгоритм вычисления завихренности в двигателе при использовании системы координат, отличной от глобальной. (178870)

Раздел 8: Обновления ANSYS Chemkin-Pro

8.1. Новые возможности и улучшения

Chemkin-Pro

- При импорте профилей из .csv-файлов появилась возможность явно указывать разделитель полей и разделитель целой и дробной части.
- При использовании Reaction Path Analyzer появилась возможность сохранять и загружать промежуточный файл .ckcsv. Это позволит перезапустить процесс с промежуточной точки выполнения.
- Для реакторов, вычисляющих скорость пламени: Flame-speed Calculator и Premixed Burner-stabilized Flame Simulator, появилась возможность задавать потери тепла в виде постоянного значения или пространственного распределения потока тепла или коэффициента теплоотдачи.
- Для реакторов, моделирующих переходные процессы в пламени Opposed-flow Flame, Flame Extinction и Burner-stabilized Stagnation Flame Simulators, добавлена опция задания изменения энтальпии как доли от энтальпии на входе для учета неадиабатичности процесса.
- За счет улучшений в решателе улучшена сходимости для стационарных реакторов химического осаждения из газовой фазы (CVD): со стационарным (Stagnation-flow) или вращающимся диском (Rotating-Disk Reactors).
- При моделировании прямой или отраженной УВ появилась возможность задавать число Маха вместо скорости.

Reaction Workbench

- При создании суррогатной смеси при помощи Surrogate Blend Optimizer в меню выбора компонентов появилась подсветка компонентов, рекомендованных для включения в суррогатную смесь. Подсказка работает для жидких видов топлива: бензина, дизеля и авиационного керосина и имеет два уровня: простой (2-3 компонента) и сложный.

- При использовании Surrogate Blend Optimizer увеличена точность определения свойств суррогатной смеси для смесей, содержащих этанол.

Energico

- Алгоритм фильтрации был улучшен и теперь позволяет распознавать тонкие стенки, расположенные внутри области течения, принудительно разделять создаваемые компоненты реакторной сети, если соответствующие области разделены внутренними стенками.

8.2. Исправленные ошибки и ограничения

Chemkin-Pro

Увеличена точность при смене единиц измерения для входных параметров. (179403)

Energico

Уменьшено потребление памяти при загрузке больших входных cas-файлов. (175308)

Раздел 9: Обновления ANSYS FENSAP-ICE

9.1. Новые возможности и улучшения

Учет вторичных частиц при внешнем обтекании

Кристаллы и переохлажденные крупные капли (Supercooled Liquid Droplets, SLD), которые ударяются о поверхность самолета, могут отскочить от поверхности и полететь дальше по потоку. Для расчета таких вторичных частиц в DROP3D добавлена новая модель, в рамках которой при первом соударении с поверхностью частица может отразиться от нее и вернуться в расчетную область. Основные преимущества этой модели:

- Учитываются кристаллы, которые отскакивают от поверхностей элементов самолета: носа, крыльев, мотогондол и т.д.
- Можно учесть в расчете процесса обледенения вторичные брызги и отраженные SLD, попадающие на защищенные и незащищенные зоны крыльев и других компонентов.
- Учет вторичных частиц (кристаллов и SLD) важен при анализе обледенения датчиков и воздухозаборников двигателей, так как вторичные частицы могут приводить к увеличению концентрации частиц и, как следствие, к дополнительному обледенению.

Учет влияния шероховатости на ламинарно-турбулентный переход

- Теперь шероховатость можно использовать одновременно с моделями ламинарно-турбулентного перехода, как kw-SST, так и S-A. Это полезно при моделировании противообледенительной системы (сопряженный теплообмен), когда передние кромки свободны ото льда, в то время как незащищенные участки накапливают остаточный лед.

Адаптация для Fensap-Drop-Crystal

- Адаптация для расчета течения и частиц может теперь учитывать кристаллы льда. Новая опция доступна в графическом интерфейсе в меню New Run.

Запись в файл решения на границе

- Большие сеточные модели и многофизические расчеты могут быстро заполнить доступное дисковое пространство из-за большого объема файлов результатов. Для поспроцессинга и архивации решений иногда достаточно сохранить решение только на границах. Новая опция на панели **Out** для модулей **FENSAP** и **DROP3D** позволяет сохранить результаты на границах в файлах с суффиксом **.bc**. При этом сохранение файлов результатов для домена в целом можно отключить.

Обновление существующих функций

- Алгоритм исправления вогнутости **concavity fix** немного изменен с целью устранить возможные несоответствия в расчетах толщины льда, если для одного и того же расчета использовалось разное количество CPU. Воздействие данного параметра на форму льда будет минимальным и ограничено зонами, которые обычно находятся ниже по течению от наросших «ледниковых рогов». При расчете противообледенительных систем параметр **concavity fix** отключен для того, чтобы избежать изменения объема сеточной модели льда, которое может искажать предсказание скорости таяния, если до начала нагрева накапливаются большие ледяные формы.
- В алгоритм расчета противообледенительной системы улучшена обработка элементов плохого качества, которые могут образовываться в сеточной модели льда, и приводить к остановке модуля C3D с сообщением об ошибке о наличии отрицательного элемента (**negative element**). Теперь расчет может продолжаться, несмотря на отрицательные элементы в сеточной модели льда.
- Алгоритм для граничного условия типа **sliding** был улучшен с целью реализации смещения узлов боковых поверхностей на периодических границах турбомашин вдоль границ входа/выхода. Ранее эти узлы привязывались к ребрам на пересечении периодической границы с границей входа/выхода. Это приводило к существенному ограничению числа возможных форм, для которых сетка могла быть перестроена с помощью Fluent Meshing.
- Для поддержки некоторых будущих бета-функций и расширения функциональности ICE3D для более сложных расчетов были объединены исполняемые файлы **ice3dMPI** и **fensapMPI**. Запуск ICE3D теперь будет выполняться командой **fensapMPI -p**, где ключ **-p** без параметров автоматически ищет файл **ice.par** в том же каталоге. По-прежнему возможно предоставить другой файл конфигурации ICE3D, т.е. как обычно **fensapMPI -p ice.par.row01**. Теперь такое объединение позволяет одновременно выводить пронумерованные файлы **ice.grid** и **swimsol** вместо того, чтобы ждать завершения итераций SWIM, прежде чем перейти к операции смещения поверхности льда.
- Опция **ICE2D**, которая вычисляла двумерный профиль льда в сечениях, установленных пользователем, на трехмерной геометрии, была удалена как устаревшая.

9.2. Выявленные ошибки и ограничения

- Опция **Wet-bulb temperature** (показания влажного термометра), используемая для задания давления паров на граничных условиях в ICE3D и DROP3D, на самом деле использует формулу точки росы (**dew point**). Точка росы и показания влажного термометра начинают различаться по мере снижения относительной влажности. Поэтому надо интерпретировать этот параметр как точку росы или указывать относительную влажность напрямую. (186625)
- Процесс перестроения сетки с использованием Fluent Meshing для моделирования многостадийного процесса нарастания льда не должен использоваться, когда границы типа **wall** (стенка) отключены в ICE3D. «Отключенные» стенки удаляются из системы и не будут доступны в обновленном списке зон стенок. Вместо отключения их можно задать как стоки (**sinks**) – тогда они будут учитываться при перестроении сетки, но не будут участвовать в расчете обледенения. (186625)
- Неправильное задание материальной точки в скрипте перестроения сетки с помощью Fluent Meshing приведет к построению сетки за пределами вычислительной области без каких-либо сообщений об ошибках. Из-за этого FENSAP прервет решение. (186625)
- Расчет вторичных частиц во внешнем потоке может быть перезапущен только с первичных результатов решения **crystal/droplet** для капель/кристаллов, но не с промежуточных расчетов вторичных частиц. (186625)
- Модель турбулентности **Spalart-Allmaras** с ламинарно-турбулентным переходом и эффектами шероховатости рассматривает параметр шероховатости как переключатель вкл/выкл: слагаемое, отвечающее за дополнительное производство турбулентной кинетической энергии за счет шероховатости, присутствует всегда, если локальная отлично от нуля. (186625)

- Тепловое уравнение для частиц в DROP3D не учитывает сублимацию кристаллов, если уравнение переноса пара не включено. (186625)
- В некоторых многопроцессорных конфигурациях расчет противообледенительной системы может преждевременно прекратиться из-за неудачной проверки лицензии, которая регулярно выполняется в скрипте расчета сопряженного теплообмена. Если это произойдет, можно будет продолжить расчет, используя опцию перезапуска на панели настроек расчета. (186625)
- В пользовательском интерфейсе приложения Fluent Icing в настоящее время график **Change in total beta** не отображается в логарифмическом масштабе, однако соответствующие числовые значения можно проверить в консоли. (186625)
- Копирование перетаскиванием последовательности **ADAPT-FENSAP-DROP3D** не копирует настройки записи решения для течения воздуха, задаваемые на панели **Out**. Соответствующие опции надо задать вручную для корректного запуска расчета. (186625)
- Для ОС Linux: В определенных случаях конфликт библиотек в среде MPI и в операционной системе может привести к необоснованным сбоям при выполнении, обычно на этапе декомпозиции сетки при распараллеливании на большое число ядер. Данная проблема решается путем задания приоритета загрузки библиотек MPI (требуется **LD_PRELOAD** из libmpi_mt.so). (186625)
- Настройки для библиотек MPI, устанавливаемых вместе с FENSAP-ICE, можно изменить в файле v193/fensapice/mpi/config.txt. Для перезагрузки библиотеки (libmpi_mt.so) из папки установки нужно изменить строку MPI_ARGS:
- **MPI_ARGS=-genv LD_PRELOAD**
- **/apps/ansys_inc/v193/fensapice/MPI/Intel/intel64/lib/libmpi_mt.so**
- Или можно прописать эту настройку для пользователя, указав команды в файле: ~/.ansys/fensapice/mpi.txt
- Параметры mpi.txt читаются во время запуска графического интерфейса и применяются ко вновь запускаемым решениям. Команда добавляется к строке запуска **mpirun**. (186625)
- При проведении расчета в ICE3D с печатью промежуточных результатов кнопка остановки **stop** не работает. Вместо этого ее нажатие приводит к тому, что решатель ICE3D переходит к следующему моменту времени, для которого задана печать результатов. Такие расчеты можно прервать только остановкой решателя системными средствами. (186625)

9.3. Исправленные ошибки и ограничения

- Была решена проблема со сходимостью расчета течения воздуха в примере, где рассматривалось обледенение в высокоскоростном потоке. Данная проблема впервые появилась в версии 19.1; алгоритм решения уравнения энергии был модернизирован для устранения этой проблемы. (182310)
- Была устранена проблема, связанная с отсутствием устойчивости решения для течения воздушного потока при наличии в модели неструктурированного граничного условия типа Far-field в цилиндрических координатах. Проблема была связана с алгоритмом предотвращения обратных токов на границах типа Far-field, введенным в версии 19.1. (181984)
- Устранена проблема, из-за которой в некоторых случаях сходимость для уравнения энергии могла не достигаться за счет проявления нефизических температур из-за обратных токов на выходных границах. Данная проблема усугублялась, если на выходе использовалось условие для массового расхода. (185071)
- Решена проблема сбоев работы ICE3D при моделировании работы противообледенительной системы при включенной записи результатов для смещения ледяной корки. (177980)
- Использование граничного условия типа Screen (сетка или решетка) с несвязанными элементами приводило к расхождению процесса решения в FENSAP и DROP3D из-за неполного интегрирования по границе. Чтобы выявлять такие ситуации, был реализован новый алгоритм проверки сетки, который выдает ошибку с указанием идентификатора элемента, вызывающего данную проблему. В такой ситуации пользователь должен перестроить сеточную модель для дальнейшего моделирования в FENSAP-ICE. (171432)
- Устранена проблема с трансформацией сетки во время нарастания льда из-за конфликтов между границей Screen и связанными с ней твердыми поверхностями. Узлы, принадлежащие границам Screen, которые соединены со стенками, покрытыми льдом, теперь могут перемещаться с помощью алгоритма скольжения в CAD-представлении, сохраняя при этом форму границы и не препятствуя росту льда. (183634)

- Решены следующие две проблемы, связанные с моделированием нестационарного процесса обледенения (комбинированный режим): а) Граничное условие типа Sliding не работало при моделировании нестационарного процесса, потому что при этом не создавались CAD-представления поверхностей, позволяющие узлам скользить по границе; б) Шероховатость поверхности льда, образованная за счет замерзания отдельных капель (**beading**) не учитывалась при расчете воздушного потока из-за опечатки в файле конфигурации fensap.par. (183693)
- Решена проблема остановки FENSAP и DROP3D без выдачи сообщения об ошибке при запуске на больших сетках с неконформными интерфейсами. Эта проблема возникала при большом числе элементов сетки, распараллеливании на большое число ядер ЦПУ, задании большого числа итераций и наличии больших неконформных интерфейсов. (183847)
- Если призматические на одной стенке слои доходили до другой стенки, образуя на ней четырехугольные грани, то алгоритм трансформации (морфинга) перестроения сетки не мог правильно обработать топологию, из-за чего не создавалась новая сетка с учетом смещения поверхности льда. Эта проблема теперь решена. (170443)
- Расчет течения воздуха мог не сходиться при наличии возвратных течений на выходе из расчетной области из-за отсутствия ограничений для уравнения энергии. Задача была решена путем временного изменения типа граничного условия для уравнения энергии с входа на выход в тех местах, где возникают обратные токи. (185071)
- Расчет расходился, если процесс обледенения рассчитывался с учетом опции EID, а результаты расчета течения воздуха были получены из CFX или FENSAP, если характерные значения скоростей (**reference velocities**) задавались с неправильными знаками. Теперь решение задачи с EID не зависит от знака компонент характерной скорости или скорости на границах. (184849)
- Выбор гибридных (**hybrid**) значений переменных на границах при преобразовании результатов из CFX в FENSAP приводил к проблемам со сходимостью в некоторых задачах с использованием настройки EID из-за «численного шума» в гибридных переменных на сетках с большим отношением размеров соседних элементов. Эта проблема решается путем импорта консервативных (conservative) значений из CFX. (183305)

9.4. Бета-функции

Опция Ice Shedding для вращающихся компонентов

- Разработан новый алгоритм процесса отрыва льда, который учитывает эффекты когезии ледяных слоев при расчете напряжений, возникающих в массе льда за счет центробежных и аэродинамических сил. В нем выполняется анализ распространения трещины и расчет массы каждого оторванного от общего массива куска льда. Оторвавшиеся куски удаляются из решения ICE3D и из сеточной модели. Эта опция является расширением существующей концепции отрыва льда, которая основана на модели расслоения с задаваемым пользователем процентном соотношении покрытия поверхности. Нестационарный расчет в FENSAP и ICE3D приостанавливается, чтобы сформировать новую сетку для формы льда, оценить напряжения, распространение трещин и количество оторвавшихся кусков. Частота этих остановок задается пользователем, так как было бы слишком затратно выполнять эти операции на каждом временном шаге.

Сопряженный теплообмен между воздухом и частицами

- Если воздушный поток теплее и относительно сухой по сравнению с переносимыми частицами, передача тепла частицам должна не только повышать температуру частиц, но и охлаждать воздушный поток. Этот эффект может быть значительным при моделировании внутреннего течения, когда температура воздуха снижается на несколько градусов в присутствии обледененных или переохлажденных частиц. Данный эффект оказывает влияние на обледенение компонентов, расположенных ниже по потоку. Чтобы смоделировать такие эффекты, был введен двухсторонний теплообмен между частицами и воздухом. Дополнительный учет переноса водяного пара (**vapor transport**) повышает точность такого моделирования, так как в источниковых членах для испарения частиц учитывается локальное давление пара. Данная опция требует адиабатических стенок для расчета течения воздуха, и, если желателен рост льда, опция EID должна быть включена в самом начале моделирования течения воздуха.

Turbo-Drop: сопряженный теплообмен между воздухом и частицами

- Для многоступенчатых турбомашин сопряженный теплообмен между воздухом и частицами представлен как новый тип блока в меню выбора, так как для него имена файлов должны быть выбраны соответствующим образом

Common File Format (CFF)

- FENSAP-ICE теперь поддерживает новый формат ANSYS CFF.

Часть III: Продукты ANSYS в области электромагнетизма

Раздел 1: Обновления ANSYS Iserak

1. Новые возможности ANSYS Iserak

Модель Iserak в Electronics Desktop

- Двусторонняя передача электромагнитных потерь для связи с моделями HFSS 3D, Q3D и Maxwell
- Импорт архивных проектов Iserak (.TZR)
- Связь DCIR потерь с решателем SIwave в 3D Layout Design
- Оптимизированный процесс решения с комбинированными параметрами в настройке анализа
- Моделирование зависящих от температуры граничных условий с использованием готовых наборов данных проекта
- Поддержка PCB объектов в повернутых системах координат
- Добавлена возможность применения метода построения сетки 2D cut sell в указанном направлении координат
- Упрощенная ступенчатая сетка
- Вентиляторы из CAD-систем можно идентифицировать и упростить до компонентов Iserak.

Справка

- Документация в формате PDF находится в подпапках папки Help каталога установки AEDT 2019 R1 и также доступна в меню Help.

1.1. Выявленные ошибки и ограничения

- DE168529 Специально для Linux, использование протестированных ANSYS видеокарт AMD Radeon Pro с драйвером 18.Q1 в сочетании с продуктами ANSYS Electronics Desktop (HFSS, Iserak, Maxwell, Q3D Extractor и SIwave) приводит к тому, что 3D-интерфейс при редактировании не реагирует на движение мыши (например, при создании прямоугольника или повороте экрана).
- DE186174 Чтобы убедиться, что функция Create image file работает правильно для файлов TIFF и JPEG, установите libtiff версии 3 и jpeg версии 6, соответственно.
- Если вы импортируете .tzt на платформе CentOS или Redhat и всплывающее окно показывает, что загрузка проекта не удалась, установите libXScrnSaver от имени пользователя root с помощью следующей команды:
yum install libXScrnSaver.

1.2. Исправленные ошибки и ограничения

- DE176798 Устранена проблема с производительностью при сохранении файлов ACIS SAB с большим количеством объектов.
- DE176806 Отчеты о тепловых потоках поверхностей 2D-источников теперь точны для установок, связанных с излучением.
- DE181466 Свойства материала поверхности теперь точно учитываются при моделировании излучения источников BCs.

Раздел 2: Обновления ANSYS Circuit

2.1. Новые возможности и улучшения

- HFSS 3D Layout
 - Улучшения для моделирования планарных структур, ПП, упаковок ИМС, RFIC и т.п.
 - Новый инструмент Stackup Wizard позволяет легко управлять структурой слоев и контролировать импеданс
 - Улучшен расчет паразитной индуктивности lumped портов; поддерживается не прямоугольная геометрия lumped портов
 - Улучшен процесс моделирования сборок ECAD + MCAD с HFSS 3D компонентами
 - Упрощение создания структуры слоев RFIC, кластеризация межслойных переходов
 - Поддержка ГУ PML в HFSS 3D Layout

SI задачи

- Добавлены частотнозависимые источники тока и напряжения
- Улучшена экстраполяция U-образной кривой при QuickEye, VerifEye и AMI анализе

Справка

- Документация в формате PDF находится в подпапках папки Help каталога установки AEDT 2019 R1 и также доступна в меню Help.

2.2. Исправленные ошибки

- DE176798 Устранена проблема с производительностью при сохранении файлов ACIS SAB с большим количеством объектов.
- DE180829 Передача информации о 3D Layout возбуждениях в корректные порты.

2.3. Выявленные ошибки и ограничения

DE164417 Сложности со сходимостью DC и Transient при расчете схем силовой электроники, включающих большое количество нелинейных моделей.

Раздел 3: Обновления ANSYS EMIT

В AEDT 2019 R1 представлен (бета-функция) новый тип проекта EMIT для оценки радиочастотных помех в условиях сложной радиочастотной обстановки.

EMIT Design (beta) в Electronics Desktop

- Новый тип проекта EMIT для моделирования RFI задач
- Новая библиотека компонентов для построения и моделирования в EMIT сложных радиоэлектронных средств
- Динамические ссылки с HFSS и HFSS 3D Layout для моделирования взаимного влияния в широком диапазоне частот
- Анализ, оценка и решение RFI проблем сложных радиосистем в одном окне.

Раздел 4: Обновления ANSYS HFSS

4.1. Новые возможности и улучшения

HFSS-IE и HFSS SBR+

- Улучшения гибридных методов решения Hybrid FEM-IE
 - Возможность учета затенения апертуры облучателем в HFSS SBR+
 - Настраиваемые пропускающие/отражающие ГУ для HFSS SBR+
 - Ускорение адаптивного процесса создания сетки для проектов, включающих FEBI и IE-Regions
 - Ускорение решения HFSS-IE в случае расчета многопортовых структур
 - Ускорение расчета HFSS-IE MLFMM решателем для объектов с мелкими деталями

HFSS 3D Layout

- Улучшения для моделирования планарных структур, ПП, упаковок ИМС, RFIC и т.п.
- Новый инструмент Stackup Wizard позволяет легко управлять структурой слоев и контролировать импеданс
- Улучшен расчет паразитной индуктивности lumped портов; поддерживается не прямоугольная геометрия lumped портов
- Улучшен процесс моделирования сборок ECAD + MCAD с HFSS 3D компонентами
- Упрощение создания структуры слоев RFIC, кластеризация межслойных переходов
- Поддержка ГУ PML в HFSS 3D Layout

НПС

- Неграфический режим выполнения скриптов
- Уменьшение времени проверки модели
- Кеширование проверки, автоматический пропуск уже проверенных проектов
- Создание сетки и общая производительность
- Улучшен процесс решения с импортом расчетной сетки, расчет в полосе частот выполняется сразу на импортированной сетке
- Увеличена скорость при работе с результатами расчета полей HFSS FEM
- Более быстрая работа с зашифрованными 3D-компонентами, скорость загрузки и оптимизация используемой памяти
- Оптимизация сеточного генератора и большая информативности о его работе

Справка

Документация в формате PDF находится в подпапках папки Help каталога установки AEDT 2019 R1 и также доступна в меню Help.

4.2. Исправленные ошибки

- DE176798 Устранена проблема с производительностью при сохранении файлов ACIS SAB с большим количеством объектов.
- DE180829 Передача информации о 3D Layout возбуждениях в корректные порты.

4.3. Выявленные ошибки и ограничения

- DE182856 Ошибка приложения при ошибке загрузки libHfssSbrPlus.so с libXext.so.6: undefined symbol: _XEatDataWords – Использовать переменную среды ANS_SKIP_MWLIBX11_PATH = 1

Раздел 5: Обновления ANSYS Maxwell

5.1. Новые возможности и улучшения

Быстрое моделирование акустического шума и вибрации для электрических машин

- Эффективное моделирование нестационарных электромагнитных полей на разных скоростях
- Усовершенствованное объектно- и элементарно-ориентированное распределение сил при множественных нагрузках
- Создание каскадной диаграммы эквивалентной излучаемой мощности для характеристик скорости от частоты благодаря улучшенной связке с Harmonic Response в Workbench

Процесс оптимизации

- Новая опция лицензирования для распределения вариантов расчета проекта Maxwell 2D с лицензией решателя; добавлена возможность выбрать DSO (как раньше) или использовать лицензию решателя с распределенными узлами проекта

Эргономика моделирования электрических машин

- Импорт CAD и/или загрузка существующего дизайна Maxwell в RMXprt для автоматической генерации полных 2D/3D transient-моделей
- Улучшения постпроцессинга:
 - Интеграция индивидуальных возможностей постпроцессинга Maxwell для расчета характеристик электрических машин (например, КПД, коэффициент мощности, баланс мощностей, нестационарные d-q характеристики)
 - Полная визуализация 2D/3D-полей с учетом симметричного моделирования
 - Параметризация Save Field Time Step
 - Реализация Periodic Time-Decomposition-Method (TDM) (периодическое распределение по времени) в качестве опции по умолчанию для утилиты electrical machine design toolkit (извлечение карт КПД/потерь)

НРС

- Реализация DDM (Domain-Decomposition-Method) (разложение по областям) в 3D-решателе вихревых токов
- Поддержка распараллеливания MPI и разделяемой памяти

Сетка

- Контроль плотности сетки
- Сеточная операция Cut edge в 2D

Справка

- Документация в формате PDF находится в подпапках Help после установки 2019 R1 и также доступна в меню Help.

5.2. Исправленные ошибки

- DE176798 Устранена проблема с производительностью при сохранении файлов ACIS SAB с большим количеством объектов.
- DE177323 Устранена проблема с обратной связью по температуре в Maxwell 3D в решателе проводимости постоянного тока.

5.3. Выявленные ошибки и ограничения

- DE182880 Maxwell 3D Electrostatic вычисляет неправильную емкость при множественном касании объектов в области. Временное решение: Ручной расчет в калькуляторе дает правильный результат и согласуется с аналитическим расчетом. Объединение всех частей в один кусок металла также даст правильный результат.

Раздел 6: Обновления Q3D Extractor

6.1. Новые возможности и улучшения

Q3D Extractor

- Улучшения возможностей НРС, распределение по частотам и цепям для CG решателя
- Больше информации по цепям питания и земли в процессе решения для SI задач

Справка

- Документация в формате PDF находится в подпапках папки Help каталога установки AEDT 2019 R1 и также доступна в меню Help.

6.2. Исправленные ошибки

- DE176798 Устранена проблема с производительностью при сохранении файлов ACIS SAB с большим количеством объектов.

Раздел 7: Обновления Siwave

7.1. Новые возможности и улучшения

Siwave EMI

- Инструмент EMI Scanner позволяет быстро проверить весь проект на наличие потенциальных проблем EMI/EMC
- Анализ электромиграции использует уравнение Блэка с током и температурой для предсказания регионов MTTF с высоким уровнем риска.

Повышение точности

- Расширенный алгоритм определения взаимного влияния для Crosstalk Scanner
- Улучшена точность расчета полей ближней и дальней зоны
- Процесс проектирования
- Улучшена работа с HFSS Regions, доступен распределенный анализ в полосе частот, а также очистка вырезаемой области.
- В 3D Layout доступен решатель Siwave DCIR.
- Поддержка распределенных вычислений решателем Siwave PSI

Siwave CPA

- Возможность использования Q3D CPA решателя в Windows и Linux планировщиках
- Возможность изменения размера границ диэлектрика расчетной области Q3D CPA решателя
- Запуск CPA решателя в пакетном режиме посредством Python скриптов и EDB

Справка

- Документация в формате PDF находится в подпапках Help каталога установки AEDT 2019 R1.

7.2. Исправленные ошибки

- DE176798 Устранена проблема с производительностью при сохранении файлов ACIS SAB с большим количеством объектов.
- DE175871 Исправлены проблемы с операциями применения/обновления для Stackup Wizard возникающие на некоторых системах.

Раздел 8: Обновления ANSYS Twin Builder

Twin Builder предоставляет широкие возможности для проектирования и валидации объектов на системном уровне. Twin Builder включает в себя все предыдущие возможности ANSYS Simplorer.

8.1. Новые возможности и улучшения

Экспорт моделей и возможности генерации во время работы Цифровых Двойников

- Twin Builder теперь может компилировать, экспортировать и импортировать кроссплатформенный (Windows и Linux) двоичный Twin-файл (*.twin), который можно развернуть на поддерживаемых IIoT-платформах, таких как SAP Leonardo IoT и PTC ThingWorx. Эта возможность экспорта в настоящее время ограничена проектами, имеющими следующие типы моделей: Modelica, FMU, SCADA Links, динамические ROM (новая функция), статические и DXROM, State-space ROM (Icepak ROM, Mechanical ROM и т.д.).
- Также Twin Builder может экспортировать одиночную совместную модель в качестве подчиненной FMU для поддерживаемых типов моделей и их комбинаций, определенных выше.
- State-space ROM могут быть экспортированы как модели обмена или модели FMU.

Dynamic ROM Builder

- Dynamic ROM Builder – инструмент на основе машинного обучения для создания моделей пониженного порядка (ROM) для нелинейных динамических систем в Twin Builder
- Ряд улучшений производительности и пользовательского интерфейса для Static ROM Viewer

Утилита Modelica и рабочий процесс

- Новая встроенная библиотека Modelica – ANSYS Twin Builder Fluid Power Library для моделирования гидравлических и пневматических систем доступна для заказа
- Добавлена поддержка массивов для моделей Modelica
- Дополнительные функции для генерации кроссплатформенных (Windows и Linux) FMU для моделей Modelica
- Добавлено несколько улучшений эргономики для Modelica Editor, включая возможность показа текста модели в новой вкладке Model Editor
- Добавлена возможность обновления свойств и графики устаревших диаграмм Modelica
- Уроки Modelica теперь доступны и в справочной системе

Характеристики моделей устройств

- Добавлен новый быстрый компонент библиотеки Average IGBT / MOSFET
- Обновлены существующие модели и примеры базовых динамических устройств Basic Dynamic Device

IEEE VHDL-2008 Encryption

- Добавлена возможность шифрования/дешифрования моделей VHDL на основе IEEE VHDL-2008 Encryption

Эргономика и производительность

- Поддержка последней версии Matlab/Simulink 2018 a/b для совместного моделирования и экспорта
- Добавлена поддержка команд скрипта для размещения и поворота портов страниц диаграмм
- Улучшено поведение порта страницы, теперь имя Page Port остается в центре при вращении
- Во избежание ошибок соединения (провода) будут автоматически переименованы при удалении Page Ports
- Изменение опций компилятора для Model Editors

Справка

- Документация в формате PDF находится в подпапках Help после установки 2019 R1 и также доступна в меню Help.

8.2. Исправленные ошибки

DE177507 Создание подсхемы из области выбора теперь работает, даже если провода пересекают область.

Часть IV: Продукты ANSYS для работы с геометрией и построения сетки

Раздел 1: Обновления CAD

В этом разделе кратко описываются новые функции интеграции с CAD в версии 2019 R1.

Примечание

Поддержка GAMBIT Reader была прекращена с выходом ANSYS версии 2019 R1. Возможность сохранения данных из проекта Workbench в Teamcenter больше не поддерживается с выходом ANSYS версии 2019 R1.

Цвета при описании атрибутов и именованных выборок

Добавлена поддержка цветов для описания атрибутов и именованных выборок в плагинах Solid Edge и SOLIDWORKS.

Сшивка (stich) поверхностей при импорте

Теперь функция **Stitch Surfaces On Import** позволяет пользователю задать допуск.

Сварные швы (Solid Body Welds)

Добавлена поддержка импорта сварных швов из сборок с помощью плагина Creo.

Импорт материалов

Добавлена поддержка импорта материалов из следующих программ: ACIS, CATIA V5, Creo, Inventor, NX, Solid Edge, SOLIDWORKS.

Изменения в геометрических интерфейсах для новых версий CAD-систем

Обновлены геометрические интерфейсы и теперь они поддерживают новые версии CAD-систем, включая:

- AutoCAD 2019 (Только чтение)
- CATIA V6 R2018x (Только чтение)
- Creo Parametric 5.0 (Только чтение)
- Inventor 2019 (Только чтение)
- SOLIDWORKS 2019 (Плагин)

Раздел 2: Обновления Meshing

В версии 2019 R1 ANSYS Meshing появилось множество новых функций и улучшений.

2.1. Общие замечания по использованию приложения

Некоторые технологии построения сетки дублируют друг друга по возможностям или устарели. Поэтому их поддержка прекращается, а в следующих версиях они будут убраны из приложения.

К технологиям, поддержка которых прекращается, относятся:

- Метод построения тетраэдральной сетки Patch Independent
- Подход Global Assembly Meshing
- Метод построения пристеночных слоев Global Post Inflation
- Метод построения пристеночных слоев Local Post Inflation

2.2. Изменения в поведении приложения по сравнению с предыдущими версиями

- В дополнительных настройках (раздел Advanced) больше нет опции Number of Retries (число повторных попыток).
- Если включена опция Use Adaptive Sizing (адаптивный размер элемента) и сетку не удастся построить из-за плохого качества результирующих элементов, попробуйте увеличить значение параметра Resolution.

- Для сборок из нескольких тел поддерживается копирование сетки (mesh copy). Сначала сетка будет строиться в телах, указанных в настройке Mesh Copy, а потом в остальных телах сборки.
- Поддерживается сочетание копирования сетки и выборочного порядка построения сетки (selective meshing), если в нем первыми указываются тела, с которых копируется сетка (source bodies), а потом – тела, на которые копируется сетка (target bodies). Если первыми будут указаны тела, на которые копируется сетка, то копирование не сработает.

2.3. Метод послойного построения тетраэдров (Layered Tetrahedrons)

В этой версии в качестве полноценной опции появился метод послойного построения тетраэдров (**Layered Tetrahedrons**), ранее доступный в виде бета-функции.

- Новый метод может использоваться для построения сеток для задач моделирования аддитивного производства с помощью 3D печати, в том числе для деталей с мелкими элементами геометрии, отверстиями и тонкими стенками.
- Метод строит неструктурированную тетраэдральную сетку, упорядоченную послойно, с заданной толщиной слоя.

2.4. Построение сетки в окрестности трещин произвольной формы (arbitrary crack meshing)

Улучшена методика построения сетки в окрестности трещин произвольной формы (arbitrary crack meshing).

Раздел 3: Обновления ICEM CFD

Основной акцент при разработке версии 2019 R1 был сделан на улучшении характеристик ANSYS ICEM CFD как самостоятельного приложения, а также на дальнейший перенос базовых технологий в модуль Meshing на базе ANSYS Workbench.

Для повышения удобства использования продукта произведены следующие улучшения:

- В меню **Blocking** → **Create Block** → **Extrude Faces** для методов **Interactive** и **Fixed Distance** добавлена опция **No projection**. По умолчанию она включена и позволяет выдавить грань блока без привязки к целевому геометрическому объекту. Если грань выдавливается до какого-то геометрического объекта, эту опцию следует отключить.

Часть V: Обновления расчетной платформы

Раздел 1: Обновления ANSYS Workbench

1.1. ANSYS Workbench

1.1.1. Основные улучшения Workbench

- Теперь поддерживаются многострочные подписи расчетных шаблонов на схеме проекта, добавление новой строки осуществляется комбинацией клавиш **Ctrl+Enter**.
- Для облегчения отличия двух типов связей между ячейками были изменены цвета линий связей, которые символизируют передачу данных между ячейками или одинаковое содержимое ячеек.
- Удалена команда меню **File** → **Restore Archive**, ее функциональность реализована через команду меню **File** → **Open**.
- Поддержка проектов версии 11.0: ANSYS Mechanical более не поддерживает базы данных (.dsdb и .wbdb), созданные в версии 11.0 или ранее.

1.2. Приложение Engineering Data

- Параметр **Constant Damping Coefficient** был переименован в **Damping Ratio** и теперь не доступен в категории свойств **Physical Properties**. Как показано ниже на рисунке, теперь он включен в новую категорию свойств **Material Dependent Damping**. Эта новая категория также включает в себя коэффициент **Constant Structural Damping Coefficient**. Когда вы указываете значение коэффициента **Damping Ratio**, то по умолчанию для **Constant Structural Damping Coefficient** устанавливается двойное значение **Damping Ratio**.

The screenshot shows a table titled "Properties of Outline Row 4: 1" with columns A, B, C, D, and E. Row 1 is the header: A=Property, B=Value, C=Unit, D and E are icons. Row 2 is highlighted in yellow and contains "Material Dependent Damping" in column A, with a dashed box around the empty cells in columns B, C, D, and E. Row 3 contains "Damping Ratio" in column A and "0.25" in column B. Row 4 contains "Constant Structural Damping Coefficient" in column A and "= 0.5" in column B.

	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Material Dependent Damping				
3	Damping Ratio	0.25			
4	Constant Structural Damping Coefficient	= 0.5			

- В библиотеку материалов **Additive Manufacturing Materials** добавлены модели материалов **17-4PH Stainless Steel** и **AlSi10Mg**.

1.3. Улучшения ячейки Model

- В схеме проекта для ячейки **Model** (приложение Mechanical) добавлены новая категория свойств **Licenses** и новое свойство **License**. Последнее позволяет указать конкретную лицензию, которую следует использовать при загрузке данной модели в Mechanical.

Раздел 2: Обновления System Coupling

Совместное моделирование индукционного нагрева с помощью управления в режиме командной строки

- Эффективное и точное совместное моделирование **Maxwell/Fluent** для стационарных и нестационарных задач индукционного нагрева
- Настройка и препроцессинг в **Fluent** и **Maxwell** осуществляется обычным образом; настройка и препроцессинг в **System Coupling** осуществляется с помощью инструментов командной строки.
- Со стороны **Maxwell** несколько областей могут быть объединены в один интерфейс передачи данных.
- Возможность управления частотой обновления данных для **Maxwell** для компенсации разницы в величине шага по времени для электромагнитных процессов и течения

- Передача объемных распределений с использованием консервативного алгоритма отображения для потерь и алгоритма отображения с сохранением формы профиля для температуры. Обратите внимание, что Maxwell не поддерживает передачу поверхностных распределений.
- Автоматический запуск и останов решателей, участвующих в совместном моделировании
- Автоматический перезапуск расчета с координацией создания и выбора точек перезапуска между решателями.

Улучшения инструментов командной строки для совместного расчета

- Поддержка полиэдральных элементов
- Поддержка использования имен решателей, участвующих в совместном моделировании, и областей из их моделей при создании интерфейсов и объектов передачи данных (data transfers)
- Новый тип участника совместного расчета **EXTERNALDATA** для упрощения работы в ситуации, когда настройка совместного расчета осуществляется через Workbench, а запуск – через командную строку

Бета-функции

- Совместное моделирование с последующей обработкой результатов в ANSYS EnSight Gold
- Библиотека System Coupling Participant API с примерами и документацией позволяет организовать использование сторонних решателей в совместном стационарном моделировании с передачей поверхностных распределений
- Обновленные настройки управления для всех решателей (для дальнейшего повышения эффективности смешанных задач, когда один из решателей работает в стационарном режиме, а другой – в нестационарном)
- Поддержка смешанного стационарного/нестационарного совместного расчета в Workbench.

Раздел 3: Обновления ACT

Магазин приложений ANSYS App Store

Все ресурсы по ACT перемещены с портала пользователей в новый магазин приложений ANSYS App Store. Для доступа к обширным материалам по ACT, которые призваны помочь в разработке собственных приложений, выберите на левой панели раздел App Developer Resources.

Улучшения в разработке скриптов для ANSYS Mechanical

Набор API-функций для Mechanical существенно расширен. Ниже приведено лишь несколько ключевых добавлений и изменений.

- **Новые API-функции для взаимодействия с окном Details, включая параметризацию**
Для объекта дерева (**DataModelObject**) добавлены новые API-функции для взаимодействия со свойствами в окне Details, а также для создания, опроса и удаления параметризации свойств.
- **Улучшенные API-функции для графики**
Вместо API-функций объекта **ModelViewManager** введены новые, обеспечивающие манипуляции с графикой, операции экспорта, а также создание секущих плоскостей.
- **Получение значений из JScript в Python**
Для получения значений объекта из JScript в код на Python можно использовать команды **ExecuteCommand** и новую функцию **returnFromScript()**

Раздел 4: Обновления Remote Solve Manager (RSM)

4.1. Исправленные ошибки

ARC Configuration поддерживает вывод сообщений в соответствии с выбранной системной локалью отличной от English.

4.2. Выявленные ошибки и ограничения

На момент выхода версии известны следующие ограничения системного программного обеспечения и RSM:

- Возможно невыполнение расчета при динамическом перестроении сетки в проектах, связанных с моделированием роста трещин (**SMART Crack Growth**) при использовании опции **My Computer, Background** на локальной машине. Установка ARC в качестве системной службы решает данную проблему.
- В настоящий момент приложение **RSM Job Monitoring** отображает только задачи, запущенные данным пользователем, но не его коллегами.
- Расчеты, использующие System Coupling и выполняемые на кластерах под управлением Microsoft HPC Cluster Manager 2012R2 или 2016, могут не выполняться, если директория кластера, через которую передаются расчетные задания (staging directory), не является общей директорией, раздаваемой с головного узла кластера.
- Использование специальных или кириллических символов в путях к расчетному проекту или в имени проекта может приводить к невыполнению расчетов. Необходимо избегать использования таких символов.
- В настоящее время работа приложения **RSM Cluster Load Monitoring** поддерживается только на платформе Windows.
- При выполнении параметрических исследований через RSM на Linux-кластерах приложение **RSM Job Monitoring** может показывать сбои некоторых расчетных вариантов, несмотря на то, что расчет для данного варианта выполнен корректно, а результаты получены и обработаны. При возникновении такого сбоя в логе RSM появляется сообщение об ошибке:
- **"(ERROR) FATAL UNHANDLED EXCEPTION: System.ExecutionEngineException: ExecutionContext_ExceptionInAsyncLocalNotification ---> System.Threading.ThreadAbortException"**
- При возникновении такой ошибки ее можно игнорировать, а результаты для расчетного варианта считать верными.
- Постановка расчета с Windows клиентской машины на Linux-кластер через RSM может не проходить с ошибкой аутентификации пользователя, если имя пользователя не соответствует формату account@machine.

Раздел 5: Обновления ANSYS DesignXplorer

Производительность при создании и использовании ROM

Производительность и использование моделей пониженного порядка **ROM** (Reduced Order Models):

- Создание модели **ROM** стало значительно быстрее
- Поддержка импорта точек проектирования в **ROM Builder** и использование для них конкретного снимка файла **ROM**
- Экспорт и импорт точек проектирования и снимка файлов **ROM** в файл архива **ROM**
- Просмотр значений из снимка файлов **ROM** в **ROM Viewer**
- Очистка неиспользуемых снимка файлов **ROM** и файлов с данными о сетке
- Поддержка пользовательских функций **Fluent** для определения переменных в **ROM**.

Метрики качества ROM

DesignXplorer теперь гораздо быстрее вычисляет критерий согласия для **ROM**. Теперь можно прервать обновление ячейки **ROM Builder** во время расчета критерия согласия, чтобы можно было открыть модель в **ROM Viewer** или экспортировать ее без задержек. Кроме того, при импорте или копировании и вставке точек проектирования в таблицу **DesignXplorer** сразу вычисляет критерий согласия, если доступны значения выходного параметра.

Независимость файлов FMU от платформы

Файлы **FMU**, экспортированные из систем **ROM Builder** и **Response Surface**, теперь совместимы как с **Linux**, так и с **Windows**. Ранее файлы **FMU** могли использоваться только в той операционной системе, в которой они были созданы.

Улучшения интерфейса ROM Viewer

ROM Viewer теперь отображает строку заголовка с именем файла проекта или системы. На панели инструментов есть кнопка для сохранения графического окна в виде файла PNG или BMP (это можно сделать как до, так и после расчета). Когда **ROM Viewer** открывается из **ANSYS Twin Builder**, на панели инструментов есть еще одна кнопка для обновления графического окна с учетом всех последних данных **ANSYS Twin Builder**. Под строкой заголовка свойство **Time** позволяет

изменить значение времени отображения модели. Дополнительные кнопки позволяют пошагово изменять значения времени.

Подгонка диапазонов изменения параметров

Когда в ячейке **Design of Experiments** свойство **Design of Experiments** установлено на **Custom** или **Custom + Sampling**, вы можете импортировать проектные точки из внешнего CSV-файла или копировать и вставлять существующие проектные точки из таблицы проектных точек менеджера параметров. Теперь если значения параметров у проектных точек выходят за пределы диапазона, то в открывшемся диалоговом окне есть варианты автоматической подгонки диапазонов параметров в плане эксперимента (DOE).

Совместимость расширений для DesignXplorer

Для совместимости с версиями 19.1 и 19.2 были обновлены следующие АСТ-расширения для **DesignXplorer**:

- DesignXplorer Utilities;
- MATLAB Optimizers;
- Parameter Sweep;
- Response Surface Readers.

Раздел 6: Обновления ANSYS Viewer

6.1. Выявленные ошибки и ограничения

Если при попытке запуска ANSYS Viewer его интерфейс не отображается, то в диспетчере задач Windows будет отображаться только один процесс ANSYSViewer.exe. При нормальной работе ANSYS Viewer в диспетчере задач Windows будут отображаться четыре таких процесса.

В большинстве случаев это связано с тем, что антивирусное программное обеспечение препятствует запуску трех дочерних процессов родительским процессом ANSYSViewer.exe.

Решение: Изменить настройки антивирусного программного обеспечения. Например, для Symantec Endpoint Protection каким-либо образом исключить ANSYS Viewer из **Symantec Application and Device Control** в настройках **Proactive Threat Protection**.

Часть VI: Обновления ANSYS Discovery

Раздел 1: Обновления ANSYS Discovery SpaceClaim

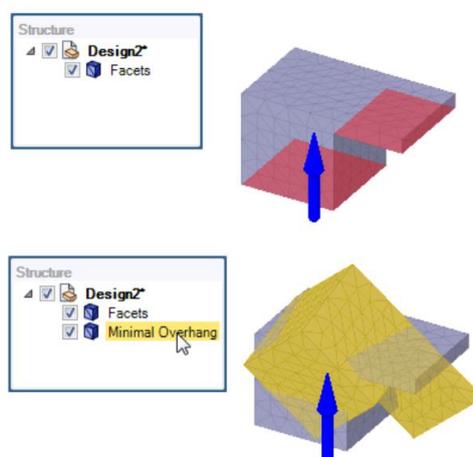
1.1. Обзор новых возможностей

- Фасетная геометрия. Расширение функциональности опций **Overhangs**, **Cavities** и **Lattice Trimming**.
- Группы. Дополнение к Groups, позволяющее добавлять, объединять, вычитать **Named Selections**.
- Совместная топология. Инструмент **Force Share** преобразован в инструмент **Найти и исправить**, что облегчает использование и повышает производительность.
- Дополнительно. Улучшение производительности для **Notes**, **Surface Finish Symbols**, **Datum Feature Symbols** и **Feature Control Frames**.
- Скрипты. Реализована поддержка скриптов для **Shared Topology** и **Identify Holes**. Функция отслеживания **Feature Tracking (Beta)** воспроизводит операции прямого моделирования аналогично записи скрипта и предлагает варианты редактирования.
- Привязки. Ограничения для эскиза **Sketch Constraints (Beta)**. Добавленные в качестве бета-функции инструменты в **Sketch Constraints** позволяют уменьшить степени свободы для объектов чертежа в 2D-чертежах и проектах.

1.2. Фасеты

Выступы (Overhangs) и **Полости (Cavities)** теперь отображаются только на выбранном компоненте, который добавлен к выбору пользователя.

Новый инструмент **Minimize Overhang Area** в **Overhangs** создает копию фасетного тела и ориентирует таким образом, чтобы **Overhang** было минимальным. Вариант использования – обеспечить минимальный вылет для 3D-печати.

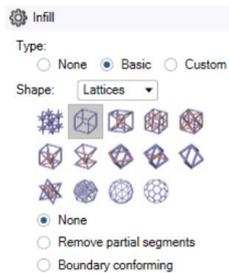


Новые опции **Boundary conforming** и **Remove partial segments**. Эти расширения отключены для следующих типов решетки, так как они уже соответствуют границам. Сам тип решетки не является полностью повторяющим границы. Мы разрешаем согласование границ и частичное удаление сегментов только для решеток с балками.

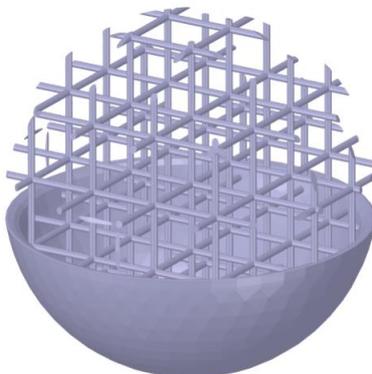
- Tetrahedral Faceted Lattice
- Triangle Surface Faceted Lattice
- Hexagon Surface Faceted Lattice
- Lattice

Обрезка решетки (Lattice Trimming)

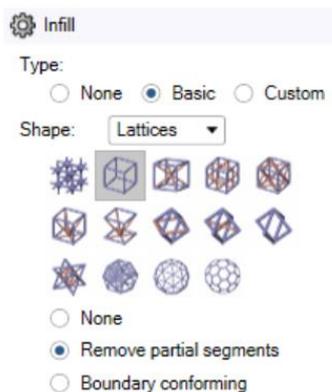
Добавлены опции **Basic Infill Lattices**. **Remove partial segments** и **Boundary conforming** обеспечивают настройки для обрезки решетки заполнения. В примере ниже используется тип решетки **Regular Lattice Type**. По умолчанию решетка обрезается оригинальной частью геометрии – в данном примере сферой, которая оставляет множество несвязанных частей решетки заполнения.



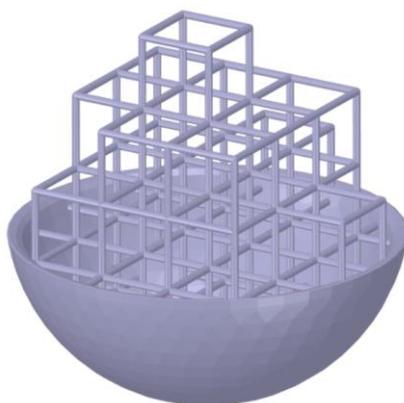
Так выглядит результат, когда выбрано **None**.



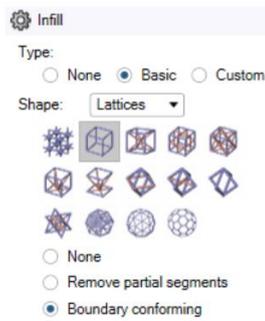
Remove partial segments обрезает лишние части так, чтобы каждый элемент решетки имел присоединенную начальную и конечную точку.



Так выглядит результат, когда выбрано **Remove partial segments**.



Соответствие границам **Boundary conforming** создает треугольную решетку на поверхности открытой грани и соединяет с ней регулярную решетку.



Так выглядит результат, когда выбрано **Boundary conforming**.

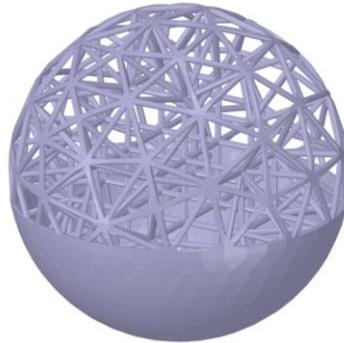
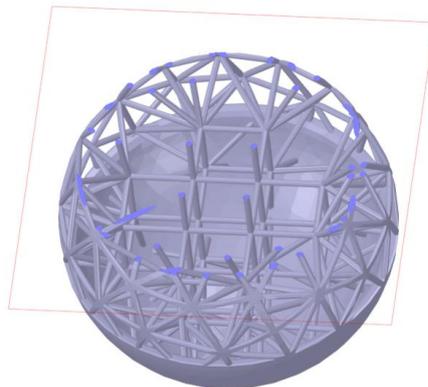
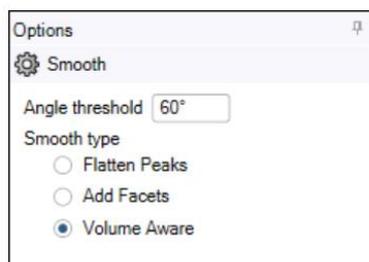


Рисунок ниже показывает регулярную решетку внутри.



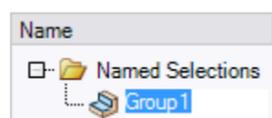
Функция **Volume Aware** теперь включена для Facets. Это новый вид сглаживания, сводящий к минимуму изменения резкости. Это сохраняет количество треугольников одинаковым и позволяет сохранить первоначальный объем. Для оптимального использования необходимы треугольники одинакового размера.



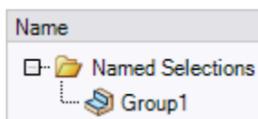
Approximate и **Local** были переименованы в **Add Facets** и **Flatten Peaks**.

1.3. Группы

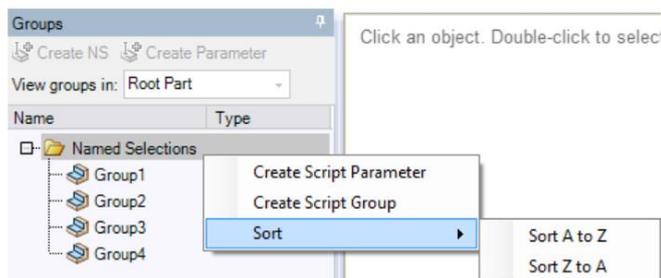
Create Group была переименована в **Create NS**, где NS обозначает **Named Selection**. Если нажать **Create NS**, фокус переместится на переименование группы.



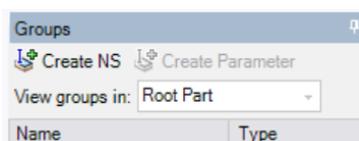
Ранее новой группе имя присваивалось по умолчанию и было необходимо либо использовать **RMB> Rename**, либо дважды нажать на имя.



Добавлена возможность сортировки.



Кнопка **Delete** была удалена с панели **Groups**, так как есть **RMB> Delete** и клавиша **Delete** на клавиатуре.



Пользовательский интерфейс также был изменен, с возможностью добавления и вычитания **Named Selections**.

Можно добавить объекты к выбранному **Named Selections**, используя **Add** в контекстном меню.

1.4. Ядро

Внедрение изображения

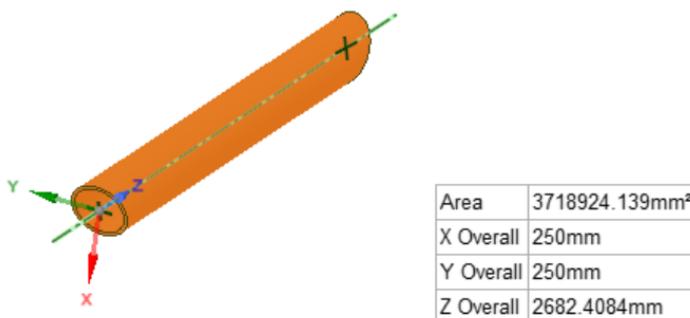
Добавленные изображения с прозрачным фоном больше не отображаются с белым фоном в режиме предварительного просмотра на печать.

Split Tool

Был улучшен выбор замкнутой линии для разделения тела.

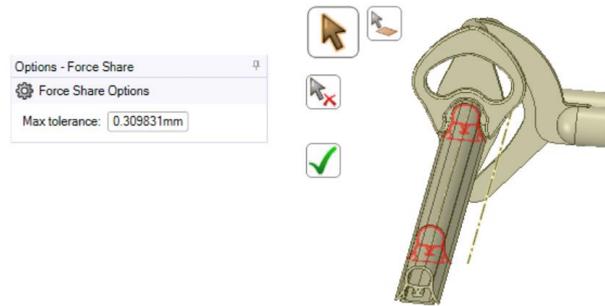


Для выбранного тела возможно измерить удаленность точки (во вкладке **Measure**).



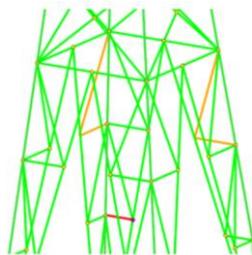
1.5. Совместная топология

Force Share был преобразован в инструмент «найти и исправить» со стандартным рабочим процессом и руководствами для данного типа инструмента. Возможно настроить допуск, используемый для поиска потенциальных контактов, изменив значение по умолчанию на панели **Options**.



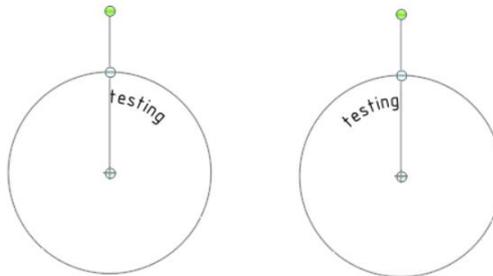
Раскраска балок

Балки теперь окрашены по количеству точек соединения. Ниже приведен пример, показывающий новую окраску.



1.6. Дополнительно

Центральная точка окружности теперь сохраняется при изменении точки привязки. В приведенном ниже примере **Anchor** перемещается с левой стороны текста вправо.



Было произведено множество улучшений для ускорения работы **Notes, Tables, Surface Finish Symbols, Datum Feature** и **Feature Control Frames** в чертежах с большим количеством листов.

1.7. Листовой металл

При копировании формы из листового металла копируются любые пользовательские атрибуты, добавленные в форму с использованием API.

```
SheetMetalForm.SetTextAttribute
```

Легкие заметки

Легкие заметки **Lightweight Notes** могут быть размещены на слое. Когда ваша деталь из листового металла будет сохранена в DXF, эти заметки будут отображаться на слое, которому они назначены. Это полезно при разделении для производственных целей.

1.8. Импорт/Экспорт

Импорт JT был добавлен для всех пакетов Discovery. Формат FMD был добавлен в **Сохранить как** в SCDM для Fluent.

- SpaceClaim files (*.sdoc)
- ACIS binary (*.sab)
- ACIS text (*.sat)
- AMF (*.amf)
- ANSYS Modeler Mesh (*.amm)
- ANSYS Neutral Format (*.anf)
- AutoCAD (*.dwg)
- AutoCAD (*.dxf)
- CATIA V5 Assembly (*.CATProduct)
- CATIA V5 Part (*.CATPart)
- Fluent Mesh (*.msh)
- Fluent-Meshing faceted geometry (*.tgf)
- FM Database (*.fmd)**
- GLTF (*.glb)
- Icepak Project (*.icepakmodel)

Добавлена поддержка SolidWorks 2019, SolidEdge 2019 и Creo5 Import.

Улучшен экспорт/импорт граней JT, 3D PDF и SketchUp для обработки больших файлов (> 2 ГБ).

Keyshot

Поддерживается Keyshot 8. Keyshot 6 и более ранние версии больше не поддерживаются.

1.9. Написание скриптов

Определение отверстий и совместной топологии

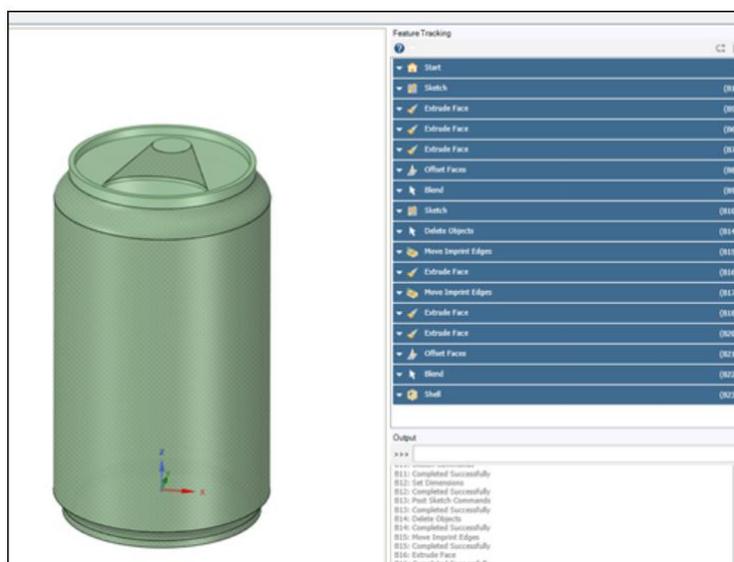
В обновлении для SpaceClaim 2019 R1 предусмотрена поддержка функций определения отверстий и общей топологии.

Функция Identify Holes позволяет найти стандартные отверстия в модели с помощью сценариев. Поддержка скриптов для общей топологии предусмотрена для инструмента Force Share.

Отслеживание функций (бета-функция)

Отслеживание функций доступно в SpaceClaim 2019 R1 в виде бета-функции, отображаемой на вкладке Бета. Чтобы включить бета-функции, перейдите в Файл > Параметры SpaceClaim > Дополнительно и установите флажок Включить бета-функции.

Отслеживание функций воспроизводит операции прямого моделирования аналогично записи сценария в SpaceClaim. Отслеживание фиксирует все изменения, которые вы вносите в свою модель, в виде блоков кода. Каждый блок в Feature Tracking представляет собой блок кода, который можно использовать для воссоздания этой части модели.



Отдельные параметры могут быть изменены в каждом блоке кода и применены ко всей модели. Как показано в примере ниже, открытие банки может быть обновлено путем изменения параметра в соответствующем блоке кода. После повторного запуска кода отслеживания модель обновляется с использованием нового параметра.

Раздел 2: Обновления ANSYS Discovery Live

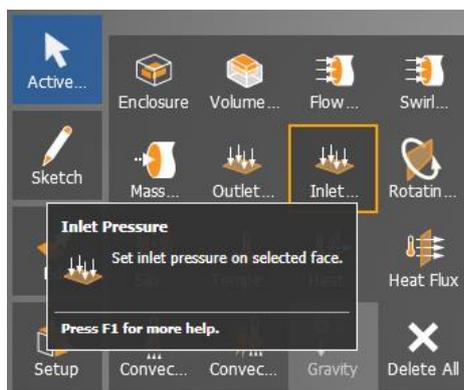
ANSYS Discovery Live – это программное обеспечение для интерактивного моделирования, тесно связанное с прямым геометрическим моделированием, для обеспечения быстрого развития изделия и совершенствования его конструкции. Этот интерактивный подход позволяет управлять геометрией, материалами и физикой и мгновенно видеть полученные результаты.

2.1. Обзор новых возможностей

- Течение жидкости и газа (Fluids). Новые граничные условия и возможность установки нескольких излучателей
- Прочность (Structural). Обновление граничных условий (Support Boundary Conditions), (Remote Forces) и (Named Selections)
- Проведение расчета. Новые возможности для облегчения процесса настройки расчета
- Параметризация (Parameter Studies). Новая возможность сохранения уменьшает время выполнения задач
- Приложения (Application). Улучшения пользовательского интерфейса
- Топологическая оптимизация (Topology Optimization) (бета-функция). Новая возможность для быстрой и интерактивной генерации оптимальной формы из заданного режима нагружения и проектных ограничений.

2.2. Течение жидкости и газа

Граничное условие для давления **Total Pressure** переименовано в **Inlet Pressure**.

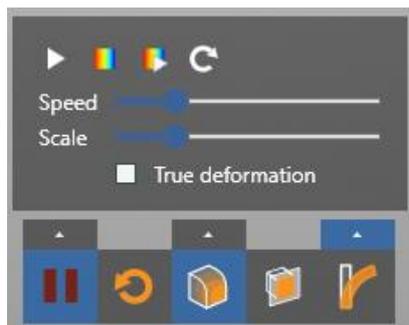


Граничные условия с заданным давлением на выходе из расчетной области **Pressure** теперь отображаются в настройках решения как **Outlet Pressure**.

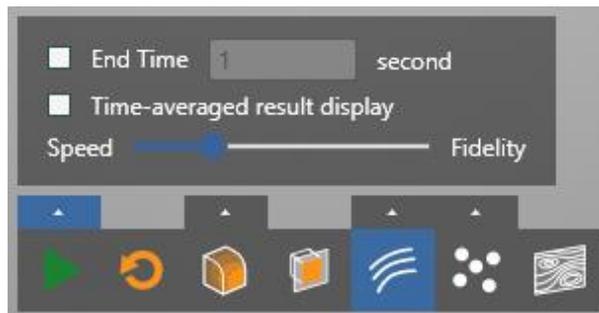


Теперь для каждого расчета **Solution** сохраняются две группы настроек:

- Настройки инструментов для визуализации перемещений:



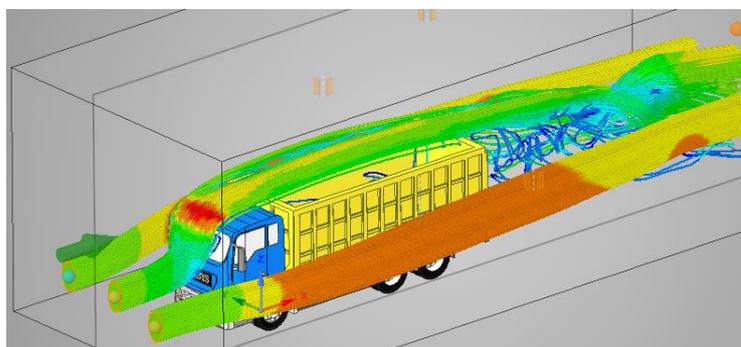
- Опция отображения на экране осредненного решения **Time-averaged result** и настройка **Speed-Fidelity** для выбора пользователем соотношения скорости решения и точности полученных результатов:



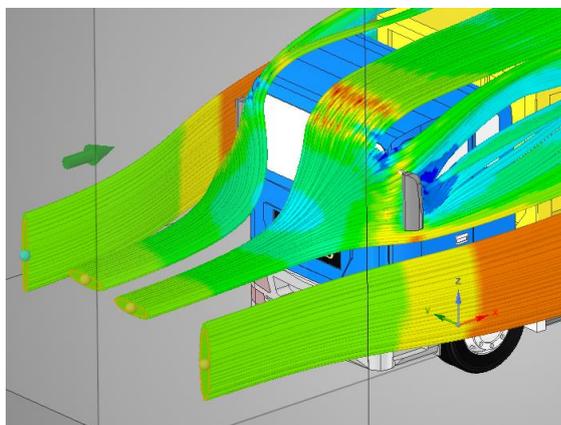
Скорость течения в граничном условии **Flow Velocity** теперь всегда направлена внутрь области течения. Добавлена опция, позволяющая применять заданные пользователем настройки сразу для всех наборов траекторий потока (**Streamlines**) или траекторий частиц (**Particles**) одновременно.



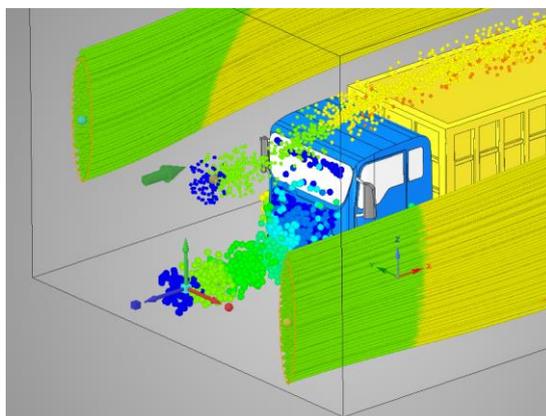
Теперь вы можете создавать новый набор траекторий потока (**Streamlines**) или частиц (**Particles**), копируя уже существующие исходные точки (**Emitters**). Для этого необходимо выделить уже существующий набор начальных точек и переместить его с зажатой клавишей **Ctrl** в новое положение. Это позволит одновременно отобразить несколько наборов траекторий или частиц, выпущенных из разных точек расчетной области.



Размер, форма и расположение входа для каждого набора исходных точек траекторий/частиц могут быть заданы индивидуально и независимо от других наборов. Также вы можете удалить любой созданный набор, если это необходимо.



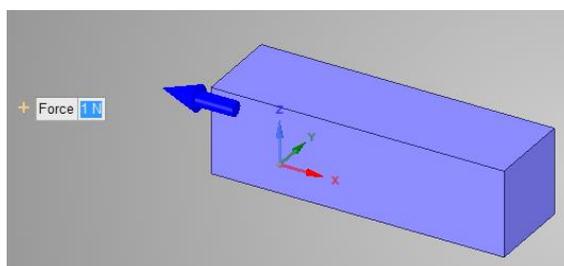
Вы можете выводить на экран множество наборов траекторий потока (**Streamline**) и частиц (**Particle**). Настройки для каждого набора могут быть изменены независимо от других наборов. Откройте панель инструментов **Settings** и выберите необходимый набор, чтобы изменить его свойства. На рисунке ниже показан случай, когда на экране отображаются несколько наборов частиц, запущенных в расчетную область из различных точек и отличающихся настройками размера частиц.



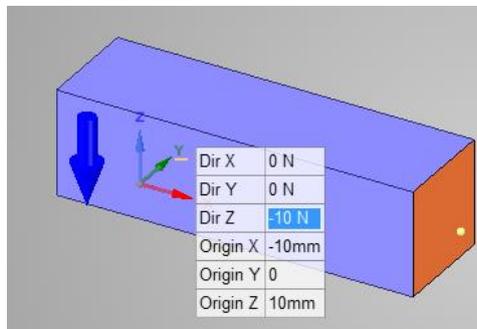
В качестве граничного условия теперь может быть задано условие **Remote Force** (удаленная сила). **Remote Force** является эквивалентом приложения к поверхности обычной силы и нескольких моментов.

Вы можете указать силу, приложенную вблизи моделируемой области. Результаты доступны в эквивалентной силе и моментах на контактных поверхностях. Это может быть полезно для замены набора сил эквивалентами на меньшем наборе фрагментов расчетной области.

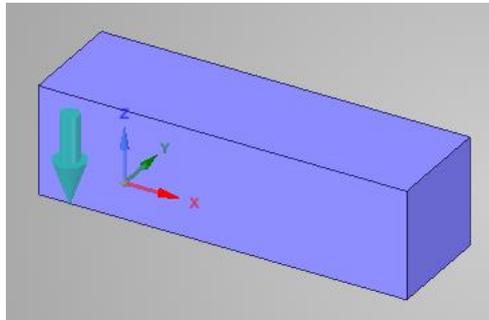
Выберите точку в пространстве или точку на расчетной модели, затем будет применен момент. На рисунке ниже показано, что сила будет приложена к передней грани, а удаленная точка расположена на задней грани тела. Сначала выберите заднюю грань как начало координат (**Remote Force Origin**) для задания нагрузки.



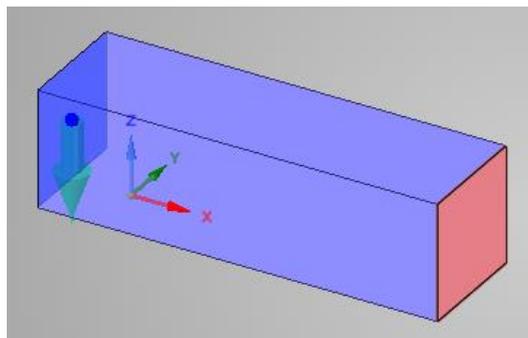
Здесь передняя грань тела выбрана как поверхность, к которой будет приложена сила, а направление действия силы изменено таким образом, чтобы оно было направлено вниз (по направлению Z).



После применения условия **Remote Force** отображение в расчетной области будет следующим:

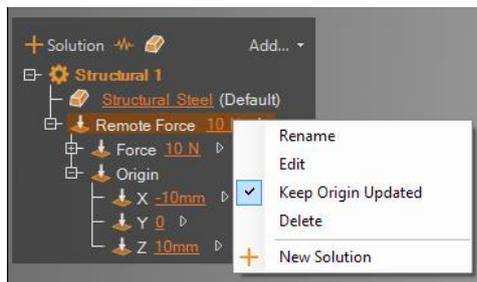


При выборе в дереве проекта **Tree** объекта **Remote Force** также выделяется грань, к которой приложена сила.

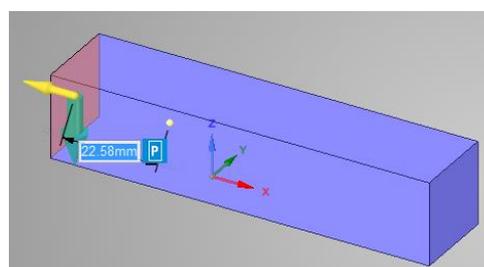


Вы также можете указать, чтобы точка начала координат (**Origin**) для приложения удаленной силы **Remote Force** при изменении геометрии обновлялась или оставалась зафиксированной в пространстве. По умолчанию в настройках стоит флажок **Keep Origin Updated**.

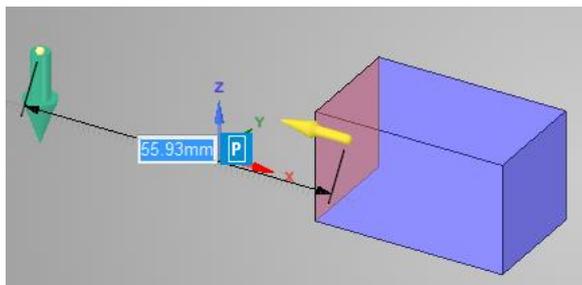
Вы также можете в явном виде указать координаты точки начала координат (XYZ), чтобы она оставалась фиксированной.



Когда задняя грань тела перемещается в новое место, положение начала координат для **Remote Force** автоматически обновляется.

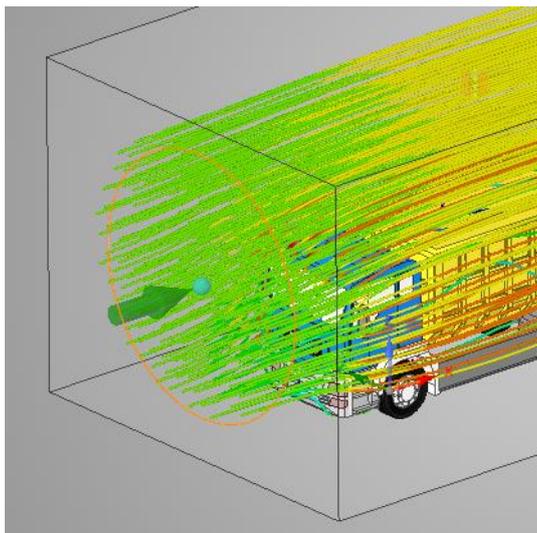


Если флажок **Keep Origin Updated** снят, то положение начала координат для **Remote Force** всегда остается неизменным в пространстве независимо от изменений в геометрии.

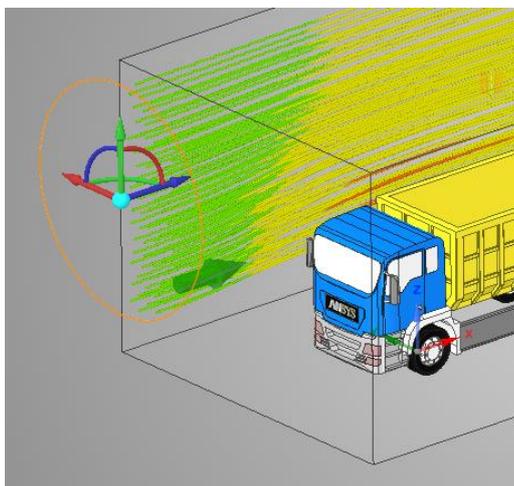


По умолчанию области начальных точек для линий тока или частиц (**Streamlines** или **Particles**) теперь имеют маркеры в виде маленьких сфер. Указатель захвата **Handles** отображается только при выборе области на экране.

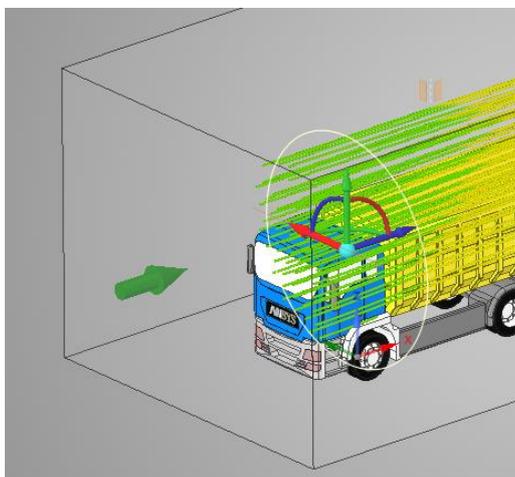
На рисунке ниже набор **Streamline** не выбран. Обратите внимание, что указатель **Handles** не отображается на экране.



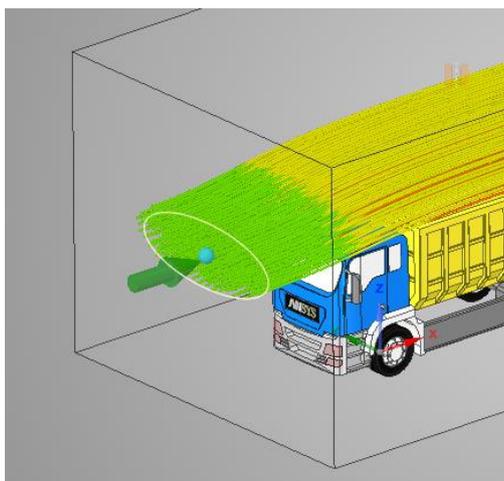
Выберите набор для отображения указателя **Handle**, за который его можно перетаскивать. Простое перемещение (без дополнительного сочетания клавиш) двигает область начальных точек линий тока в плоскости входа потока.



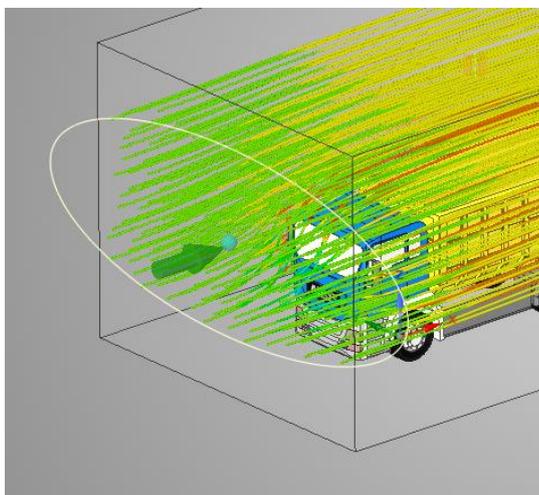
Чтобы переместить область ввода частиц или траекторий потока в направлении по нормали к области входа потока, следует передвинуть указатель мыши на экране с зажатой клавишей Shift.



Чтобы изменить форму области начальных точек частиц или траекторий, перетаскивайте непосредственно контур эллипса.



Чтобы изменить размер области начальных точек частиц или траекторий потока при визуализации результатов, перетаскивайте контур эллипса с зажатым клавишей Shift.



Все настройки отображения для Streamlines и Particles теперь копируются вместе при копировании решения Solution.

2.3. Прочность

Все граничные условия, отвечающие за закрепление (**Support Boundary Conditions**), были объединены в меню **Supports**.



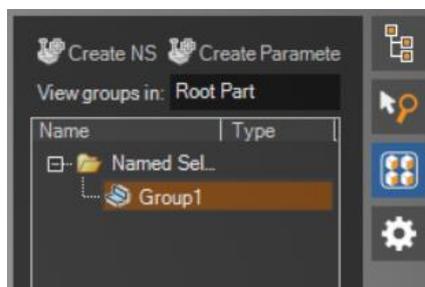
Добавлено 4 новых типа закреплений **Support**. Каждый из них может быть определен для локальной поверхности или в глобальной системе координат.

- Цилиндрические (**Cylindrical**). Закрепление в цилиндрической системе координат для выбранной поверхности.
- Качательно-сочлененный (**Hinged**). Позволяет установить данное закрепление для поверхности.
- Плоский (**Planar**). Позволяет установить плоский шарнир для выбранной поверхности.
- Сферические (**Spherical**). Позволяет установить сферический шарнир для выбранной поверхности.

Распределенная масса (Distributed Mass)

Данное граничное условие добавляет массу для спроектированной поверхности. Доступна в шаблонах анализа **Structural** и **Modal**.

Named Selections поддерживают граничные условия **Fixed** и **Frictionless Supports**. Выберите **Named Selection** в **Groups** и используйте их в **Support**.

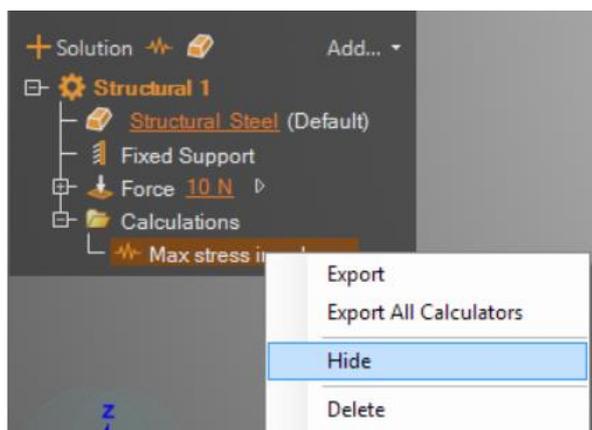


Named Selections возможно импортировать из CAD и обновлять с помощью скриптов.

2.4. Проведение расчета

Улучшения для диаграммы состояния результатов

Для диаграммы состояния результатов теперь возможно настроить видимость. Настройки видимости, состояние и расположение запоминаются при сохранении модели.



Новый тип: Величина вдоль пути

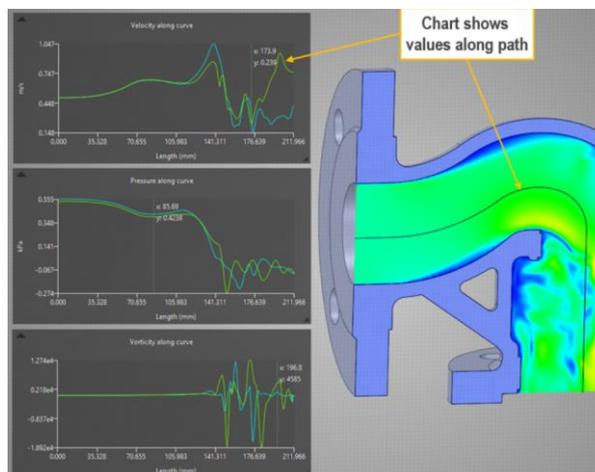
Возможно сгенерировать диаграмму или среднее значение, рассчитанное на основе набора из одной или нескольких кривых. График показывает значение результата по пути. Кривые должны проходить через область моделирования, положение кривой можно изменить.

Частотная диаграмма результатов

Стало возможно выбрать один режим или все режимы и выбрать отображение фиксированной частоты или график, показывающий все частоты.

Экспорт всех результатов

Доступен экспорт всех данных графиков в формате .csv.



2.5. Параметризация

Для параметризации в **Parameter Studies** сохраняются основные элементы (Оси, Выборы по цветам и т.д.), поэтому нет необходимости выбирать их снова в течение сеанса и между ними.

2.6. Приложения

Граничные условия теперь можно переименовать. Тела моделирования обновляются, когда тела добавлены/удалены из компонента. Компоненты могут использоваться как целевые для граничных условий. Когда выбраны тела как цель для моделирования, то пользователь нажимает на компоненте в дереве проекта (справа в интерфейсе). Любые тела внутри компонента будут включены как область моделирования.

Компоненты/подкомпоненты могут быть использованы как области моделирования. Все тела внутри подкомпонента будут включены в моделирование. Это позволяет изменять варианты конструкции во время параметризации.

Доступна вкладка **Detail** для набора инструментов. В ней изменяется тип граничного условия из мини-панели инструментов.

2.7. Топологическая оптимизация

Топологическая оптимизация доступна как бета-функция.

Ограничение ответственности

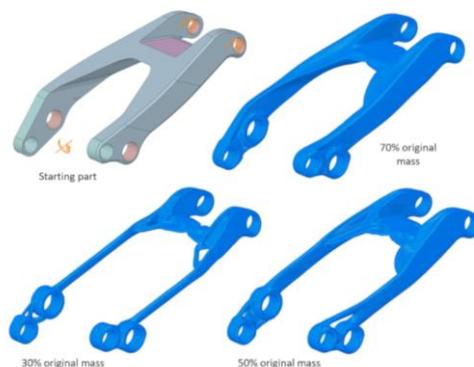
- После включения бета-функции могут оставаться активными после их отключения, даже если текстовые и графические интерфейсы для этих функций больше не видны. Рекомендуется сохранить отдельную копию проекта перед активацией любой бета-функции, чтобы можно было вернуться в проект только с запущенными функциями.
- Бета-функции не были полностью протестированы и проверены.
- ANSYS, Inc. может по своему усмотрению полностью выпускать, изменять или отзываться бета-функции в будущих версиях. Он не обязуется делать это по какому-то конкретному графику.
- ANSYS, Inc. не берет на себя обязательств по устранению дефектов, о которых сообщалось в отношении бета-функций. Тем не менее, ваши отзывы помогут нам улучшить качество продукта.
- Функции бета-тестирования не подпадают под действие системы сообщений об ошибках ANSYS Class 3.

- ANSYS, Inc. не гарантирует, что входные файлы, используемые с бета-функциями, будут успешно работать от версии к версии программного обеспечения, а также с окончательной выпущенной версией. Возможно, вам придется изменить входные файлы перед запуском их в других версиях.

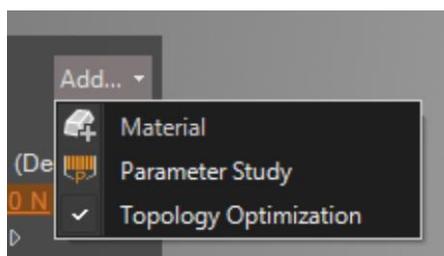
Топологическая оптимизация – это высокоскоростной, интерактивный способ создания оптимальной формы конструкции, которая находится под воздействием определенной нагрузки и проектных ограничений.

Используя подход **Level-set**, можно изменять форму конструкции на каждой итерации. Этот подход обеспечивает естественно гладкие результаты, когда геометрия полностью проверена и решена.

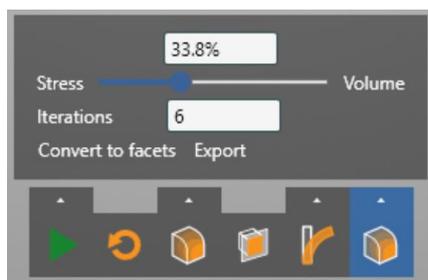
Доступен экспорт результатов в фасетную геометрию. Для нее доступно определение расположения граничных условий и дополнительное сглаживание.



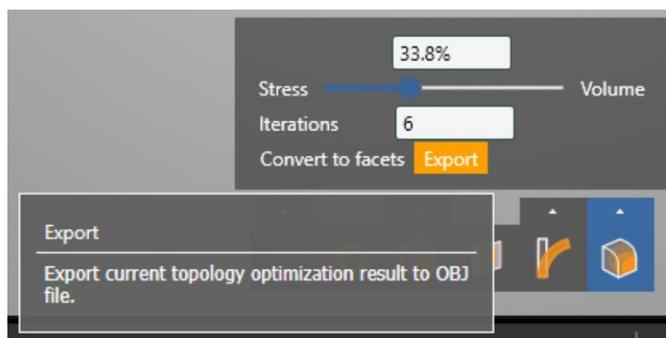
Для доступа к топологической оптимизации используйте **Live Options > Advanced > Enable beta features**. **Topology Optimization** появится в меню **Add**.



Добавлен дополнительный элемент управления, содержащий настройки для топологической оптимизации.



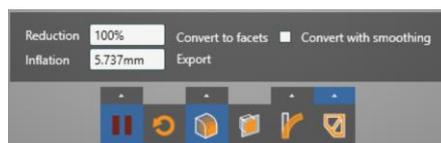
Включена возможность экспорта результатов в файле формата .OBJ.



Топологическая оптимизация получила новую иконку и теперь находится среди кнопок в нижней части. Ранее она находилась в раскрывающемся меню **Добавить** в **Solution Tree**.



Ползунок **Reduction** удален с панели **Topology Optimization Options**. Добавлено преобразование со сглаживанием **Convert with smoothing**.

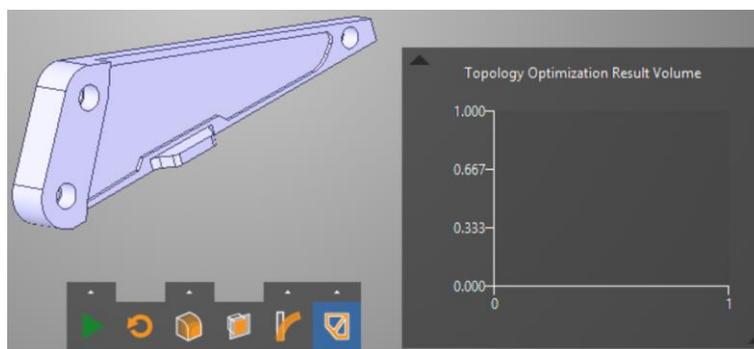


Для запуска топологической оптимизации сделайте следующее:

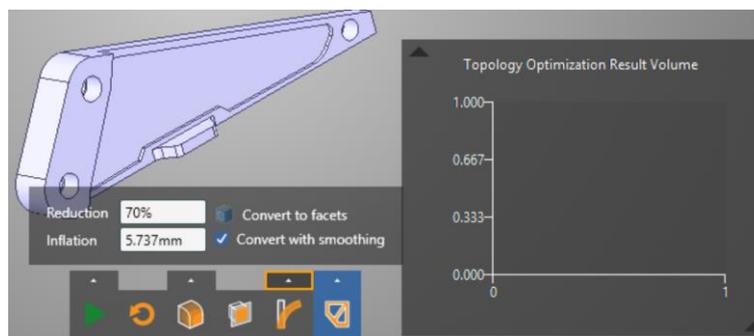
1. В **Live Options > Advanced** проверьте доступность бета-функций.
2. Создайте расчет **Structural**.
3. Нажмите на кнопку **Topology Optimization (Beta)**.



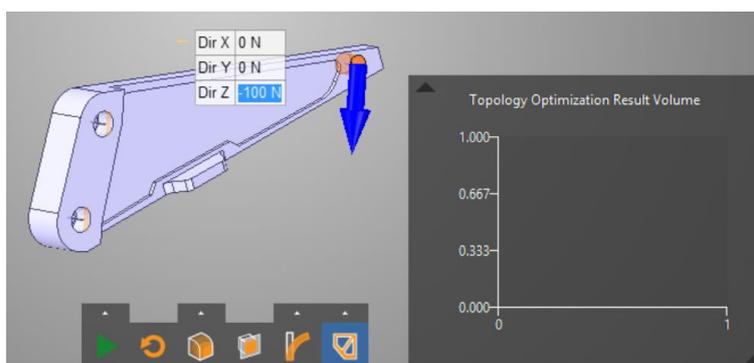
4. Появляется диаграмма объема результатов оптимизации топологии **Topology Optimization Result Volume**.



5. По необходимости можно изменить настройки.



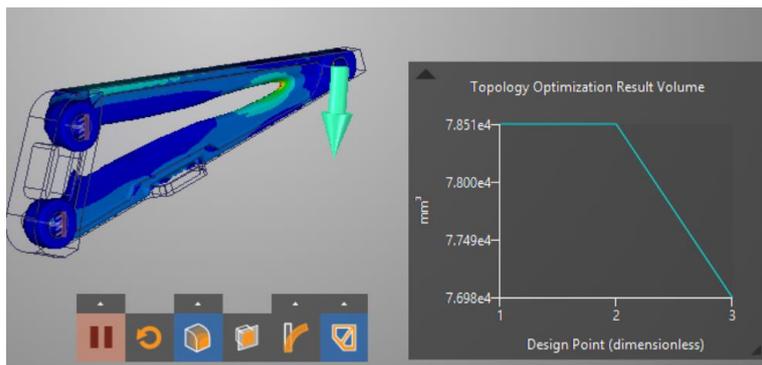
6. Определите граничные условия.



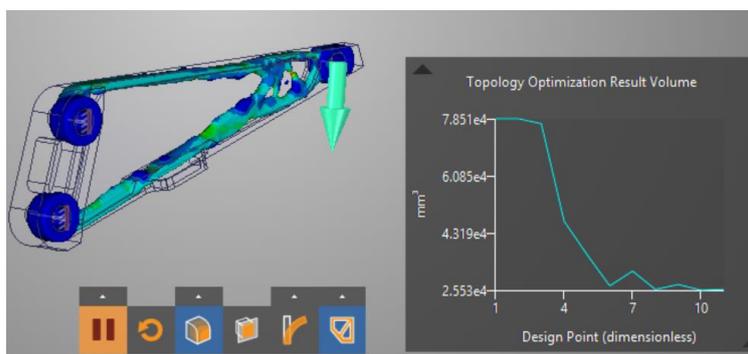
7. Когда будет создано достаточное количество граничных условий для запуска решения, начнется оптимизация топологии.

В примере с кронштейном на левой стороне есть два отверстия, которые зафиксированы, а справа приложена сила вниз.

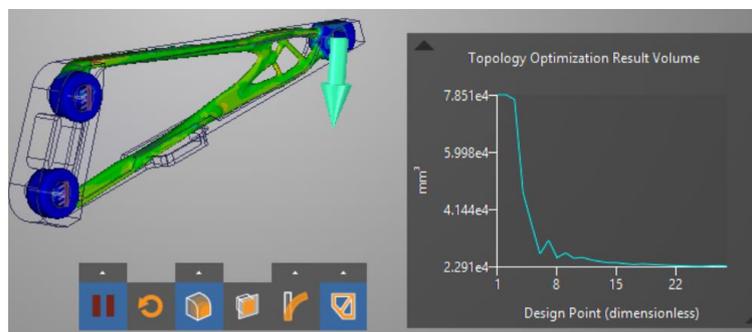
По мере проведения оптимизации создаются точки проектирования и можно видеть прогресс решения по мере сходимости. На данный момент максимальное количество точек проектирования равно трем.



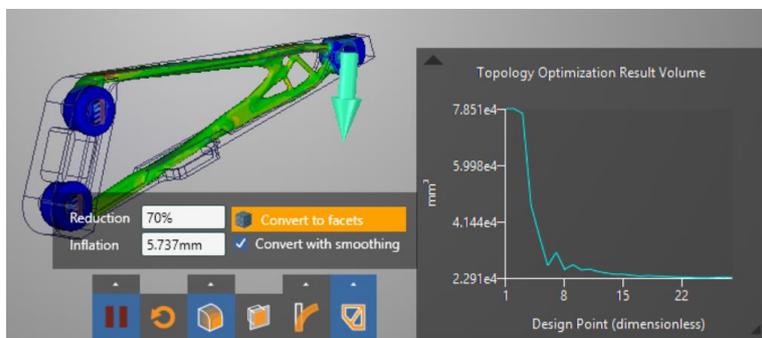
Примерно в середине пути к сходимости видно, как решатель перемещает массу вокруг, пытаясь достичь желаемого объема.



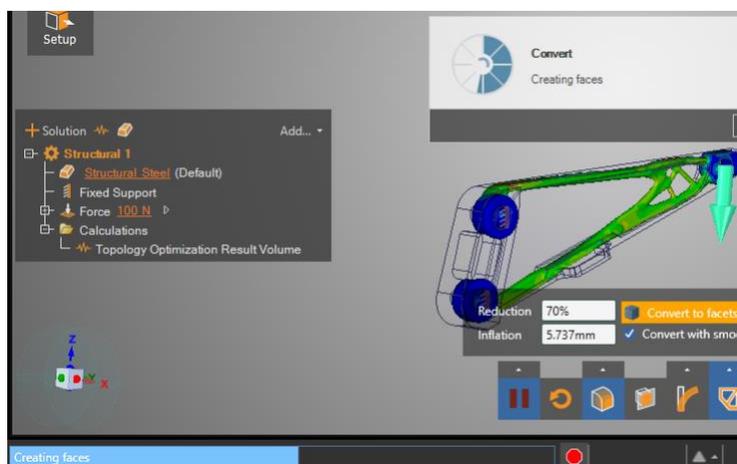
Здесь топологическая оптимизация завершена.



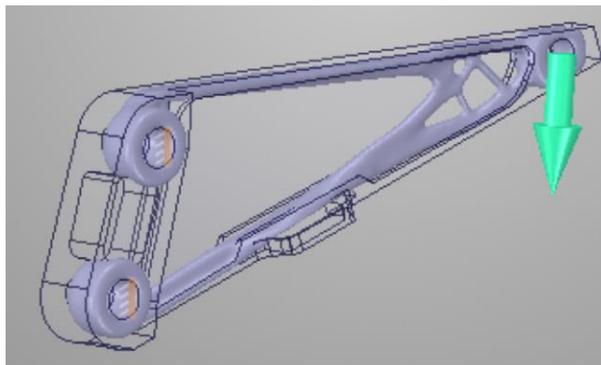
Результат может быть преобразован в фасетное тело **Facets** с помощью кнопки **Convert to facets**. Кнопка **Export to OBJ** была удалена из настроек.



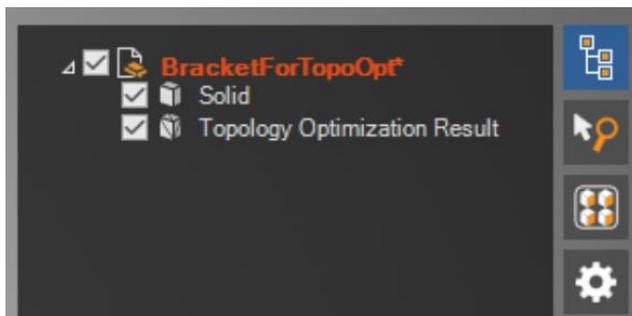
Строка прогресса отображает процент выполнения преобразования.



По завершении преобразования отключается отображение результатов, и исходная геометрия становится прозрачной.



Результаты оптимизации отображаются отдельным телом в дереве геометрий **Structure Tree**.



Раздел 3: Обновления ANSYS Discovery AIM

3.1. Конструкции

- Теперь вы можете добавить анализ на случайное воздействие к выполненному модальному анализу, чтобы определить отклик конструкции на вибрационные нагрузки случайного характера. Задайте возбуждение на основание, используя спектральную плотность мощности (PSD) в терминах ускорений, скоростей или перемещений. Задайте постоянный коэффициент демпфирования в настройках решения. Затем постройте результаты перемещений или напряжений, а также скоростей и ускорений.
- В текущей версии улучшено время решения, особенно нелинейных задач.
- Если какое-то граничное условие больше не требуется в задаче, но может понадобиться позже, его можно отключить, а не удалять. Отключение доступно для механических нагрузок и закреплений, а также для контактов, пружин и соединений.

3.2. Общие улучшения

- В этой версии имеются следующие улучшения, относящиеся к использованию шаблона соединения с модулем Discovery Live, который позволяет передавать данные из модуля ANSYS Discovery Live в модуль AIM:
 - Несколько дополнительных граничных условий могут быть переданы из Discovery Live в AIM:
 - Поддерживается передача удаленных усилий (remote force).
 - Поддерживается передача граничного условия закрутки потока на входе, исключая закрутку, назначенную более чем на одну грань.
 - Поддерживается передача цилиндрических, шарнирных, плоских и сферических закреплений, но они передаются в AIM в виде перемещений (с различными соответствующими степенями свободы).
 - Передача масс не поддерживается.
 - Расчеты течения в ANSYS Discovery Live всегда решаются во времени. Если в расчете течения задано время окончания расчета и после он передается в AIM, то предполагается, что есть намерение выполнить моделирование заданного промежутка времени. По этой причине в AIM устанавливается тип решения во времени (time-dependent). Если конечное время не установлено, предполагается стационарный расчет и выставляются соответствующие настройки.