

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средствам массовой коммуникации (Роскомнадзор)

Свидетельство о регистрации

ПИ № ФС77-64098

от 18 декабря 2015 г.

Издается с сентября 2014 г.

Выходит 4 раза в год

ISSN 2409-1650

Журнал «Информационно-технологический вестник» включён в Перечень ведущих периодических изданий ВАК

Группы научных специальностей и научные специальности в рамках групп научных специальностей, по которым издание входит в Перечень:
05.07.00 Авиационная и ракетно-космическая техника [05.07.02 Проектирование конструкций и производство летательных аппаратов, 05.07.03 Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов, 05.07.10 Инновационные технологии в аэрокосмической деятельности],
05.13.00 Информатика, вычислительная техника и управление [05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям), 05.13.05 Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления, 05.13.18 Математическое моделирование численные методы и комплексы программ, 05.13.19 Методы и системы защиты информации, информационная безопасность],
05.16.00 Металлургия и материаловедение [05.16.06 Порошковая металлургия и композиционные материалы, 05.16.08 Нанотехнологии и наноматериалы (по отраслям), 05.16.09 Материаловедение (по отраслям)]

Подписной индекс в каталоге
НТИ-Роспечать 62191

Главный редактор
Артюшенко Владимир Михайлович,
д.т.н., профессор

Над выпуском работали
Паршина Ю.С.
Пирогова Е.В.

Адрес редакции:
141070, Королев,
Ул. Октябрьская, 10а
Тел. (495)543-34-31 (доб.138),
E-mail : rio-kimes@mail.ru,
Site:www.unitech-mo.ru

Перепечатка материалов, опубликованных в журнале «Информационно-технологический вестник», допускается только с письменного разрешения редакции.

Редакция не несет ответственности за достоверность информации в материалах, в том числе рекламных, предоставленных авторами для публикации

Материалы приводятся в авторской редакции.

СОДЕРЖАНИЕ

АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

Аббасов Э.М.

**ВЫБОР СХЕМЫ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ
ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ЦЕНТРА
ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ.....3**

Артюшенко В.М., Воловач В.И.

**АНАЛИЗ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СЛУЧАЙНЫХ
СИГНАЛОВ И ПОМЕХ В АППАРАТУРЕ
АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКИХ РАДИОСИСТЕМ.....9**

Воловач В.И., Еремина Я.В., Ермолова С.В.

**КВАЗИОПТИМАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ПРИЕМА
ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ В АППАРАТУРЕ
АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКИХ РАДИОСИСТЕМ
НА ОСНОВЕ ПОЛИГАУССОВСКИХ МОДЕЛЕЙ.....18**

Макаров В.М.

**ОПТИМИЗАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПЛАНОВ
КОНТРОЛЯ НАДЕЖНОСТИ ИЗДЕЛИЙ
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ НА
ЭТАПЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОТРАБОТКИ.....30**

Мороз А.П., Прасолов Д.Н.

**СПОСОБЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ
ПОЛУСЛОВАМИ-ОСТАТКАМИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
ДОСТОВЕРНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ.....37**

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Антипина Н.М., Захаров В.Н., Протасов Ю.М.

**НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ РАЗЛИЧИЯ
ДЛЯ ДВУХ НЕЗАВИСИМЫХ ВЫБОРОК
В ТАБЛИЧНОМ РЕДАКТОРЕ MS EXCEL.....48**

Викулин М.А., Каверная И.Н., Костыкова О.С.,
Хорошко Л.Л., Тишков В.Е.

**РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА
ФОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ
С ЦЕЛЬЮ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ
ПО ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА.....59**

Исаева Г.Н., Сидоров Ю.Ю.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНЫХ-ТЕХНОЛОГИЙ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОГРАММНЫХ
СИСТЕМ.....74**

Комраков А.А.

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ УЧЁТА ОБЪЕКТОВ ИСПЫТАНИЙ
СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....81**

Коптилин Р.М.

**ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БОЛЬШОГО
МАСШТАБНОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО
КОМПРЕССОРА.....91**

УДК 004

Численное моделирование большого масштабного центробежного компрессора

Р.М. Коптилин, аспирант кафедры Информационных технологий и управляющих систем,
Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской области «Технологический университет», г. Королев, Московская область

В статье представлено численное моделирование большого масштабного центробежного компрессора (LSCC). Выбор модели потока, моделирование турбулентности и численного метода рассматривается на примере CFD решателя Fine/Turbo. Рассмотрены проблемы CFD моделирования, а именно выбор модели турбулентности. В ходе работы была изучена геометрия объекта, построена расчетная модель, проанализированы входные и выходные параметры, получены результаты численного моделирования (эффективность, число Маха и т.д.).

CFD, модель, центробежный компрессор, турбулентность, сетка, КПД.

Numerical simulation of a large-scale centrifugal compressor

R.M. Koptilin, post-graduate student of the Department of Information Technologies and Control Systems,
State Educational Institution of Higher Education
Moscow Region «University of technology», Korolev, Moscow region

The article presents a numerical simulation of a large-scale centrifugal compressor (LSCC). The choice of flow model, turbulence simulation and numerical method is considered on the example of CFD fine/Turbo solver. The problems of CFD modeling, namely the choice of turbulence model, are considered. In the course of the work, the geometry of the object was studied, the calculation model was built, the input and output parameters were analyzed, the results of numerical modeling (efficiency, Mach number, etc.) were obtained.

CFD, model, centrifugal compressor, turbulence, mesh, efficiency.

Последние 15-20 лет характеризуются большим прогрессом в численном моделировании 3D вязких течений. За это время разработали много CFD (вычислительная гидродинамика) решателей. Вычисление 3D течения вязкой жидкости путем интегрирования Рейнольдса усредненный Навье-Стокса уравнений [1], становится обычной практикой для турбомашин приложений. В настоящие время исследователь плотно подходит к моделированию потока тонкой структуры, и в результате точно прогнозирует потери кинетической энергии в каскадах. Это позволяет эффективно решать проблему оптимизации параметров турбомашин.

Компрессор – устройство, предназначенное для непрерывного сжатия рабочего тела до требуемого уровня степени повышения давления за счет подвода механической энергии к потоку рабочего тела [2]. В данной статье рассматривается большой масштабный центробежный компрессор (LSCC) (рисунок 1). LSCC – это экспериментальная установка, предназначенная для дублирования существенной физики потока высокоскоростных полей дозвукового центробежного компрессора в низкоскоростной машине большого размера. Рабочее колесо имеет 20 полных лопастей с обратным смещением 55° . Он включает постоянный зазор 2,54 мм между наконечником лопатки рабочего колеса и кожухом, от входа рабочего колеса до выхода рабочего колеса. Это составляет около 1,8% от высоты лопатки на выходе из рабочего колеса. За рабочим колесом следует диффузор без лопасти, который создает осесимметричное граничное условие оттока, что желательно для анализа CFD изолированного ряда лопаток. Оригинальный диффузор без лопастей был модифицирован для устранения области обратного потока, возникшей на задней стенке диффузора. Эта модификация обеспечила отсутствие обратного потока на станциях ниже по потоку от рабочего колеса.

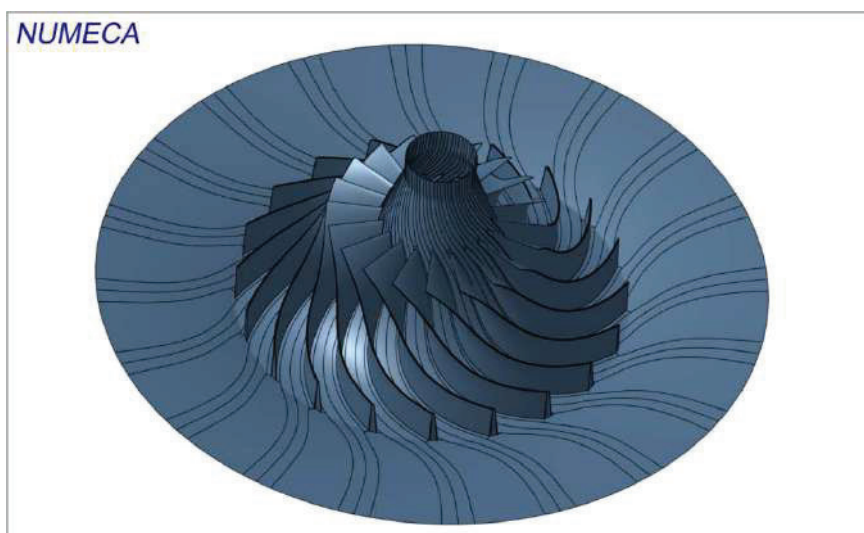


Рисунок 1 – Большой масштабный центробежный компрессор (LSCC)

Главная цель исследования заключается в том, чтобы продемонстрировать способность FINE/Turbo моделировать поток в высокоскоростном дозвуковом центробежном компрессоре с использованием модели турбулентности с высоким числом Рейнольдса k - ϵ . Так же в статье рассматривается проблема выбора модели турбулентности.

В настоящее время выбор модели турбулентности для расчета является одной из самых важных проблем CFD. Поэтому выбор модели турбулентности может быть главным вопросом. Пристеночные турбулентные модели, как алгебраические, так и дифференциальные, такие как модель Болдуина-Ломакса [5] и модель Спаларта-Аллмараса [6], показывают себя как хороший выбор для однокаскадных течений в расчетных условиях. В условиях нестационарного потока

при наличии массивных разделений, взаимодействие ниже по потоку лопастей или некоторые другие явления потока, то пристеночные модели турбулентности не пригодны к использованию, требуются более сложные модели. Модель турбулентности SST k- ω оказывается достаточно адекватной для широких типов турбореактивных течений.

Большинство моделей турбулентности само противоречивы и часто создают нефизические положительные нормальные напряжения Рейнольдса. Это приводит к чрезмерной турбулентности для неравновесных потоков разделения. Ограничение реализуемости, предложенное Ламли, устраняет эту отрицательную особенность.

Все расчеты проводились с помощью программного комплекса Numeca(Fine\Turbo). FINE/Turbo – первый в мире узкоспециализированный расчетный 3D-CFD программный комплекс (ПК) высокого уровня, ориентированный на решение специализированных задач турбомашиностроения (подходит для любых типов лопаточных машин), предназначен для CFD моделирования турбомашин, расчетный CAE программный комплекс высокого уровня, ориентированный на решение специализированных CFD задач турбомашиностроения и лопаточных машин [3]. FINE/Turbo является самым быстрым CFD пакет для вращающихся машин с несжимаемых и сжимаемых жидкостей от дозвуковых до гиперзвуковых режимов течения [4].

С помощью программного продукта FINE/Turbo импортирована геометрия объекта (LSCC) и построена расчетная сетка. В программном комплексе FINE/Turbo строится блочно-структурированная сетка (рисунок 2 и рисунок 3) при помощи модуля генерации сетки Autogrid5.

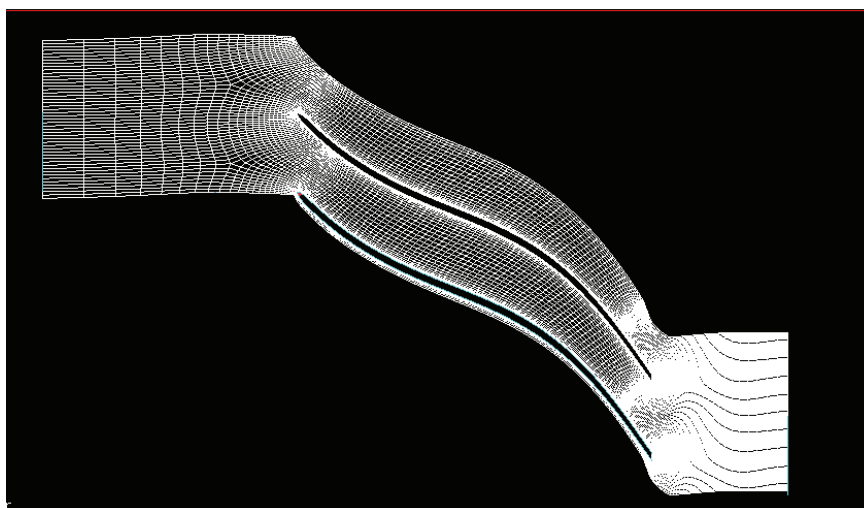


Рисунок 2 – Блочнo-структурированная сетка венца

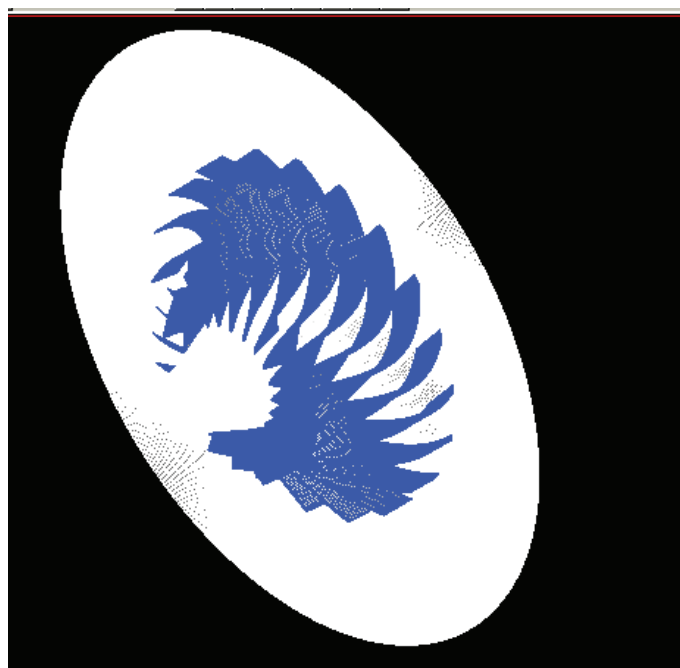


Рисунок 3 – 3D-модель сетки LSCC

Основные параметры сетки:

- тип венца **Centrifugal Impeller**,
- количество лопаток 20,
- ротор, скорость вращения 1862.4 об/мин,
- количество ячеек сетки 1577164.

Рабочей жидкостью является воздух, рассматриваемый как настоящий газ. Параметры рабочего тела представлены на рисунке (рисунок 4).

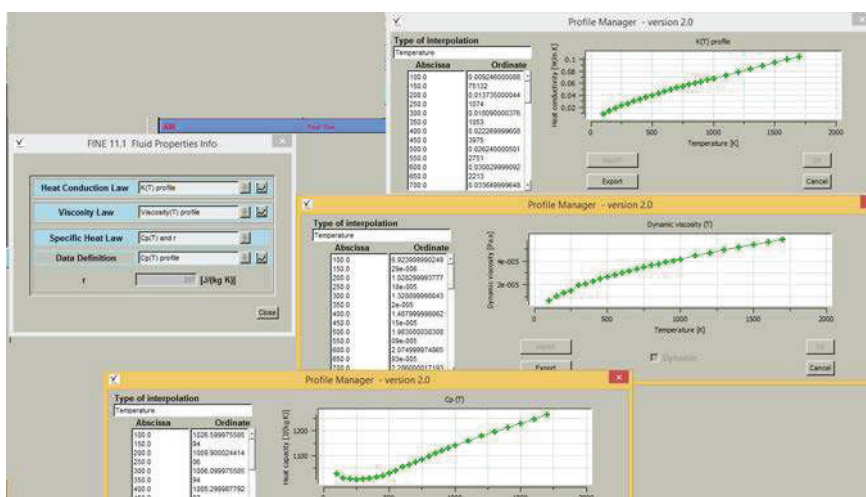


Рисунок 4 – Параметры газа

Расчетная область моделируется исходя из следующих допущений:

- Общие условия выбираются на входе в компрессор;
- Массовый расход регулируется на выходе;
- Ступица рабочего колеса движется вместе с лопастью ротора;
- Весь саван неподвижен;
- Все границы сплошной стенки предполагаются адиабатическими.

Граничные условия на входе и выходе представлены на рисунках (рисунок 5 и рисунок 6).

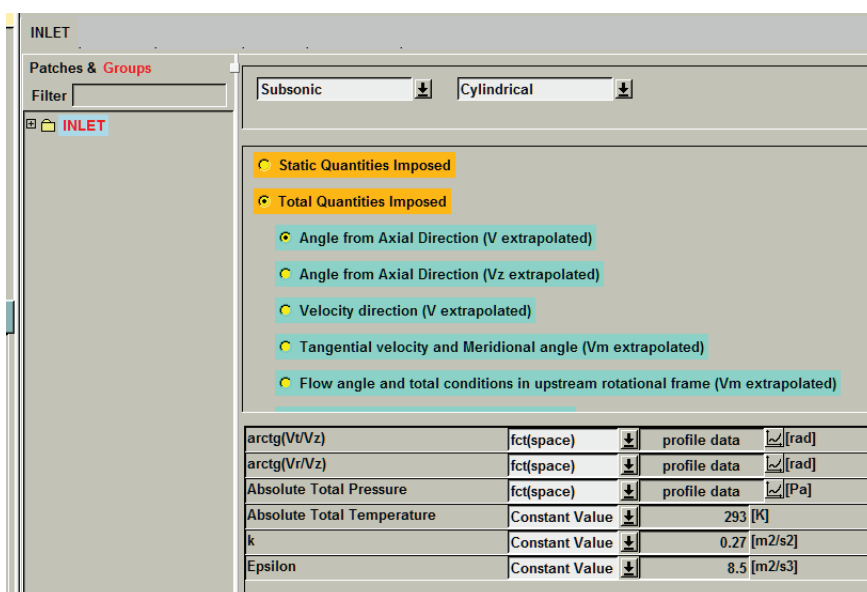


Рисунок 5 – Граничные условия на входе

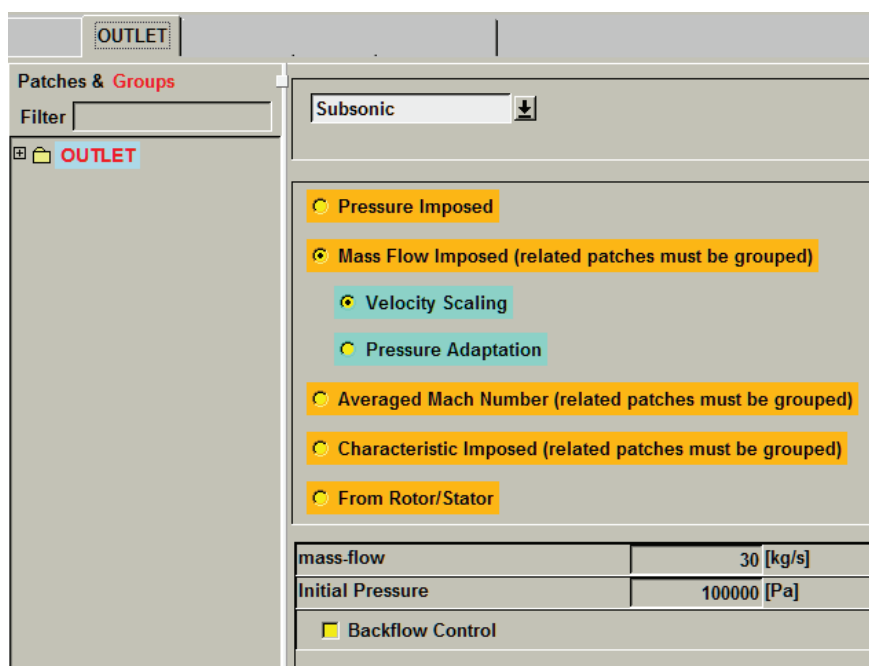


Рисунок 6 – Граничные условия на выходе

Проект включает в себя одно вычисление, расчет тончайшей сетки с использованием модели турбулентности k-epsilon с расширенными функциями стенки, в качестве математической модели используется модель Навье-Стокса (рисунок 7).

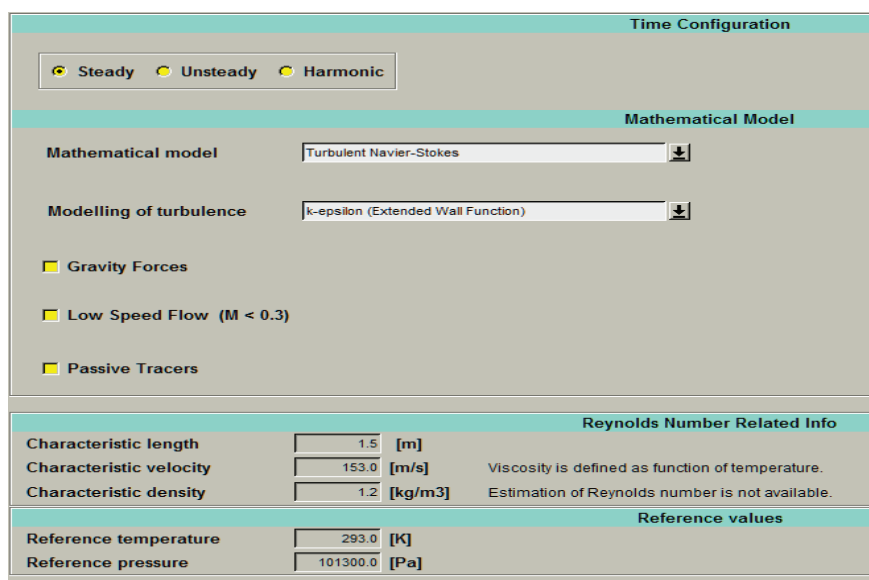


Рисунок 7 – Параметры вычислительной модели

При данном расчете используется полная многосеточная стратегия (3 уровня сетки на самой мелкой сетке) с максимум 300 итерациями, выполняемыми на каждом уровне сетки. Конвергенция по мелкой сетке (затухание на 5 порядков) достигается примерно за 1000 итераций. Полная стабилизация глобальных характеристик может наблюдаться после 1000 итераций на мелкой сетке. Пиковая память (RAM), требуемая решателем потоков во время вычисления.

Результаты расчетного исследования представлены на рисунках и графиках (рисунок 8, рисунок 9, рисунок 10.). Сходимость решения достигается на 895 итерации (в расчет 2100 итераций), в данной точке КПД составляет 85,49% , массовый расход 30 кг/с.

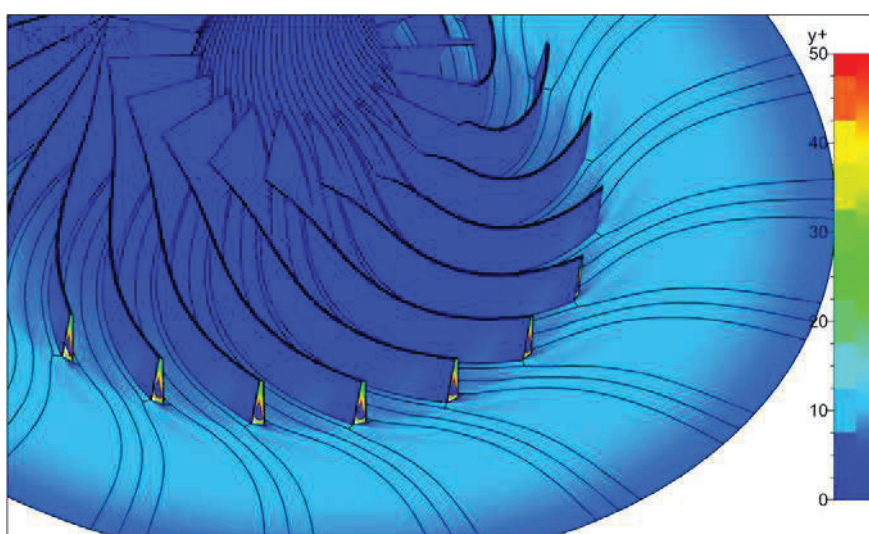


Рисунок 8 – Плотность сетки вблизи сетки

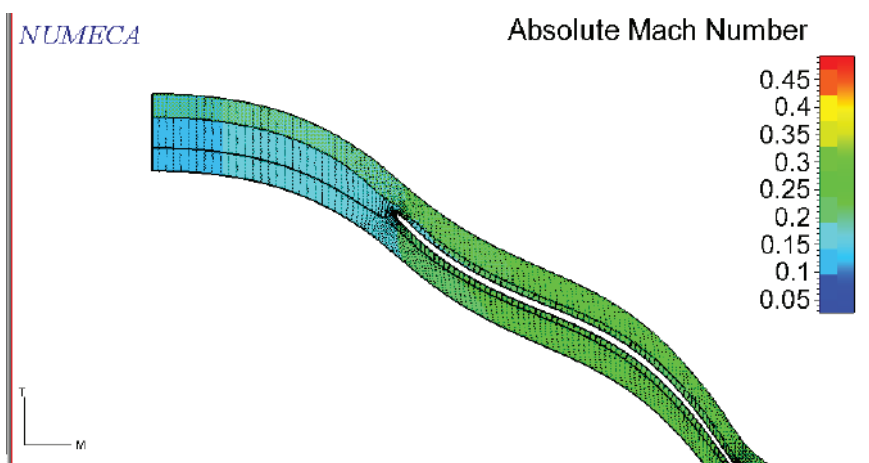


Рисунок 9 – Распределение числа Маха

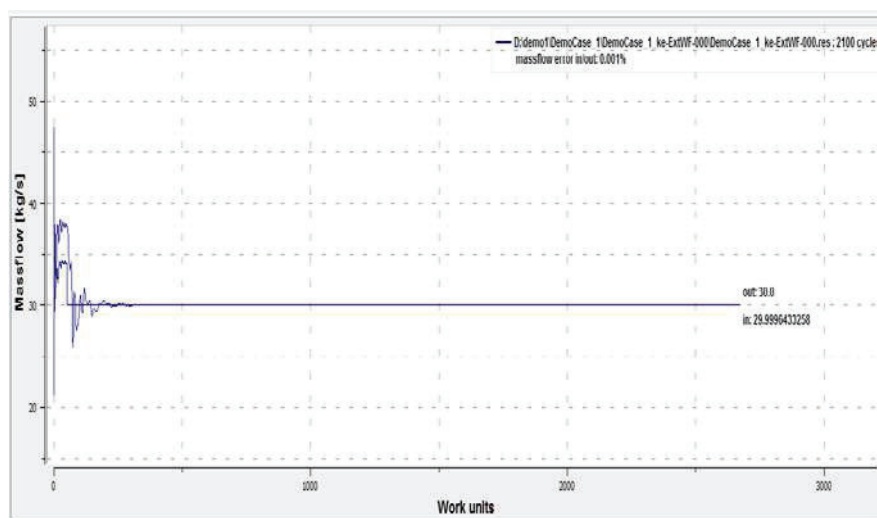


Рисунок 10 – График расхода рабочего тела

В настоящее время 3D-моделирование вязкого течения осуществляется практически для всех типов турбомшины. Возможно, смоделировать качественно и количественно каскадные потоки и прогнозировать эффективность турбомшины, а именно потери кинетической энергии, реакции и эффективности. Тонкая структура потока 3D турбомшины позволяет моделировать и получать такие эффекты, как вторичные вихри потока, распространение следа через каскад и другие, все эти эффекты могут быть получены численно.

Литература

1. Wilcox D.C. Turbulence modeling for CFD // 2nd ed., Palm Drive: DCW Industries Inc. 2004. P. 540.
2. Белоусов А.Н., Мусаткин Н.Ф., Радько В.М. Теория и расчет авиационных лопаточных машин // Самара: ФГУП «Издательство Самарский Дом печати», 2003. 336с.
3. Fine/Turbo [Электронный ресурс]. URL: <https://http://www.numeca-ru.com/> (дата обращения: 19.10.2017).
4. Коптилин Р.М., Гайнутдинов А.В. Обзор рынка CAE решений для гидро-, газодинамики турбомашин // Информационно-технологический Вестник, № 3(13). 2017. С. 94-105.
5. Baldwin B.S., Lomax H. Thin layer approximation and algebraic model for separated turbulent flows // AIAA Paper, No 257. 1978. P. 1-8.
6. Spalart P.R., Allmaras S.R. A one-equation turbulence model for aerodynamic flows // La Recherche Aerospaciale, Vol. 1, No 1. 1994. P. 5-21.

УДК 004.056

**Обоснование облика перспективного комплекса оценки
информационной безопасности**

Н.А. Кравченко, аспирант кафедры управления качеством и стандартизации,
Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Технологический университет», г. Королев, Московская область,
ИТ-директор, АО «Лаборатория SKAT», г. Москва

В статье затрагивается тема оценки одного из важнейших показателей качества ИТ-систем – безопасности. Анализируются тенденции развития информационных технологий и средств их защиты. Особое внимание уделено состоянию средств оценки безопасности. Обобщается практический опыт оценки различных объектов и продуктов. Сделан вывод о том, что интеграция всех средств оценки безопасности должна проводиться на основе средств моделирования. Обоснован облик перспективного комплекса оценки безопасности.

Информационная безопасность, качество программного обеспечения, средства оценки безопасности.

**Outlining the features of a perspective complex of assessment
of information security**

N.A. Kravchenko, graduate third year of the Department of Quality
Management and Standardization,
State Educational Institution of Higher Education
Moscow Region «University of technology», Korolev, Moscow region,
CIO JSC «Laboratory SKAT», Moscow

The article touches upon the topic of assessing one of the most important indicators of the quality of IT systems - security. It analyses the tendencies of development of information technologies and means of their protection. Particular attention is paid to the state of the security assessment tools. It summarizes practical experiences in evaluating various objects and products. It concludes that the integration of all security assessment tools should be carried out on the basis of modeling tools. It outlines the features of a prospective security assessment complex.

Information security, software quality, safety assessment tools.

Проблема безопасности современных информационных система стоит сегодня очень остро. Сообщения об очередных инцидентах с информационной безопасностью регулярно появляются в новостях и специальной литературе [1-4].

Особенности проведения оценки безопасности ИТ-систем в процессе их аудита или сертификации, используемые при этом метрики и методики отлича-