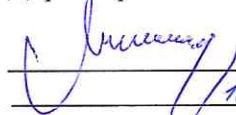
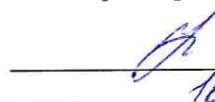


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ»
(КНИТУ – КАИ)

СОГЛАСОВАНО:
Директор ПИШ КАИ

 Шабалин Л.П.
15.10. 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора корпоративного института

 Никитина Т.С.
16.10. 2024 г.



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Отечественный пакет программ инженерного анализа Логос.
Моделирование задач аэро-, гидро- и газодинамики»

1. Основные характеристики программы

Соответствие профессиональным стандартам	Программа составлена с учетом профстандарта «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 4 марта 2014 года N 121н»
Категория слушателей	Инженерные работники высокотехнологичных организаций, научно-педагогические работники
Срок обучения	36 часов
Форма обучения	Очная с применением дистанционных образовательных технологий

Программа дополнительного профессионального образования разработана и реализуется в рамках федерального проекта «Передовые инженерные школы. Комплексная авиационная инженерия».

2. Цель реализации программы: качественное изменение профессиональных компетенций, необходимых для выполнения следующих видов профессиональной деятельности в рамках имеющейся квалификации:

- получение практических навыков использования отечественного пакета программ инженерного анализа Логос в решении задач аэро-, гидро- и газодинамики;
- овладение профессиональными компетенциями в области компьютерного моделирования физических процессов при расчете характеристик сложно-технических изделий на ранних стадиях проектирования;
- овладение профессиональными компетенциями в области проведения поверочных расчетов при проведении цифровых (виртуальных) испытаний.

3. Требования к результатам обучения

Слушатель, освоивший программу, должен:

3.1. Обладать следующими компетенциями:

- способностью осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1 ФГОС 09.04.03);
- способностью управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла (УК-2 ФГОС 09.04.03);
- способностью применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности (ОПК-2 ФГОС 03.03.01);
- способностью применять полученные знания для анализа систем, процессов и методов (ОПК-4 ФГОС 03.03.01);
- способностью формулировать содержательные и математические задачи исследования, выбирать методы экспериментального и вычислительного экспериментов, системно анализировать, интерпретировать и представлять результаты исследований (ОПК-2 ФГОС 27.04.03);
- способностью анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения) (ПК-2 ФГОС 03.03.01).

3.2. Знать:

- основные возможности программного модуля Логос Аэро-Гидро при работе с

геометрическими моделями, при создании поверхностных и объемных сеток, при задании начальных и граничных условий;

- основные возможности программного модуля Логос Аэро-Гидро при задании параметров связанного решателя для расчета течений сжимаемого газа, задач акустики, горения, течений капельно-дисперсных сред;
- основные возможности программного модуля Логос Аэро-Гидро при задании параметров разделенного решателя для расчета несжимаемых и слабосжимаемых вязких турбулентных течений, течений в пористых областях, расчета задач сопряженного теплообмена, а также моделирования движения системы несмешивающихся жидкостей;
- нормативную базу, стандарты, ключевые термины и положения, существующие в рамках направления математического и компьютерного моделирования, об основах проведения цифровых (виртуальных) испытаний.

3.3. Уметь:

- применять методы инженерного анализа для задания начальных данных, обработки геометрии и генерации неструктурированных сеток;
- применять методы численного моделирования при расчетах течения вязкого сжимаемого газа на многопроцессорных вычислительных ресурсах;
- применять методы численного моделирования при расчетах процессов гидродинамики на многопроцессорных вычислительных ресурсах;
- анализировать результаты и обрабатывать расчетные данные, полученные методами компьютерного моделирования, используя пакет программ Scientific View.

3.4. Владеть:

- навыками компьютерного моделирования физических систем с использованием программного модуля Логос Аэро-Гидро;
- навыками визуализации полученных данных с помощью пакета программ Scientific View.

4. Содержание программы

Календарный учебный график

Образовательный процесс по программе может осуществляться в течение всего календарного года.

Форма обучения	Ауд. часов в день	Общая продолжительность программы (дней, недель, месяцев)
Очная с применением дистанционных образовательных технологий	6-8	5

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

программы повышения квалификации
«Отечественный пакет программ инженерного анализа Логос.
Моделирование задач аэро-, гидро- и газодинамики»

№	Наименование разделов, дисциплин и тем	Всего часов	В том числе		Формы контроля
			Лекции	Практиче- ские и лабо- раторные занятия	
1.	Знакомство с пакетом программ «Логос Аэро-Гидро».	4	2	2	
2.	Редактирование геометрических моделей, создание поверхностных и объемных сеток.	8	4	4	
3.	Моделирование задач с использованием разделенного счетного модуля.	8	2	6	
4.	Моделирование задач с использованием связанного счетного модуля.	8	2	6	
5.	Обработка расчетных данных с использованием пакета программ Scientific View.	4	2	2	
6.	Итоговая аттестация.	4	0	4	Защита проекта
	Итого	36	12	24	Зачет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
программы повышения квалификации
«Отечественный пакет программ инженерного анализа Логос.
Моделирование задач аэро-, гидро- и газодинамики»

Раздел 1. Знакомство с пакетом программ «Логос Аэро-Гидро» (4 ч.).

1. Создание модели, импорт геометрии, интерфейс пакета программ «Логос Аэро-Гидро».
2. Ключевые определения, задание настроек приложения, работы с узлами дерева модели, область визуализации, панель выбора элементов.

Раздел 2. Редактирование геометрических моделей, создание поверхностных и объемных сеток (8 ч.).

1. Параметры импорта геометрии, работа с деталью, обработка геометрии в аналитическом и фасеточном представлении, построение топологии геометрии, извлечение тесселяции, анализ качества геометрической модели, создание региона.
2. Подготовка дискретной модели, выбор генератора сетки, задание локальных размеров, граничных условий, операции над сеткой.

Раздел 3. Моделирование задач с использованием разделенного счетного модуля (8 ч.).

1. Задание параметров расчетной задачи, описание методики разделенного счетного модуля.
2. Модели турбулентности, многокомпонентные и многофазные течения, модель твердого тела, сопряженный теплообмен, подвижные сетки, пассивный скаляр.

Раздел 4. Моделирование задач с использованием связанного счетного модуля (8 ч.).

1. Задание параметров расчетной задачи, описание методики связанного счетного модуля.
2. Модели турбулентности, многокомпонентные реагирующие и не реагирующие потоки, модель твердого тела, модель обледенения, подвижные сетки.

Раздел 5. Обработка расчетных данных с использованием пакета программ Scientific View (4 ч.).

1. Обзор интерфейса Scientific View, создание и настройка элементов сцены, настройка параметров визуализации, настройка фильтров, пост-обработка расчетных данных.

Перечень практических и лабораторных занятий

Раздел	Номер темы	Наименование практического или лабораторного занятия	Кол-во часов
1	1	Настройка панели инструментов пользователя, управление палитрой для отображения, параметры камеры.	1
	2	Создание модели, загрузка, проверка и подготовка геометрической модели.	1
2	1	Обработка фасеточной геометрии, создание региона, задание параметров и автоматическое построение поверхностных сеток.	1
	2	Подготовка сеточной модели, задание параметров для пограничного слоя, калькулятор y^+ , задание локальных размеров, задание дополнительных параметров построения сетки	2

		для граничных условий, задание параметров и автоматическое построение сетки методом отсечения. Проверка качества сетки.	
	2	Работа с генераторами сеток, автоматическая генерация сетки с призматическими слоями и тетраэдрами, автоматическая генерация сетки из произвольных многогранников, информация о модели.	1
3	1	Выбор модели турбулентности при решении задачи нестационарного обтекания предмета. Моделирование турбулентности при RANS, LES и смежных расчетов.	2
	2	Решение задачи сопряженного теплообмена с твердым телом и неподвижными границами. Расчет внешнего теплообмена. Естественная конвекция.	2
	2	Деформирование расчетной сетки, решение задачи с подвижными границами. Расчет задач на сетках типа Химера.	1
	2	Моделирование многокомпонентного течения.	1
4	1	Выбор модели турбулентности при решении задачи нестационарного обтекания предмета. Решение задачи о взаимодействии двух потоков.	1
	2	Решение задачи обледенения. Задание теплофизических свойств с использованием таблиц.	1
	2	Решение задачи сопряженного теплообмена.	1
	2	Моделирование впрыска жидкости. Моделирование горения.	2
	2	Обтекание подвижного тела дозвуковым потоком газа.	1
5	1	Загрузка данных из файла, работа с основными элементами сцены, анализ получаемых при расчете результатов, список физических полей для визуализации, пост-обработка и графическая визуализация расчетных данных.	2

5. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий кабинетов, лабораторий (адрес)	Вид занятий	Наименование оборудования/программного обеспечения
1	2	3
Компьютерный класс 351/8зд. ул. Четаева 18а	Лекции, практические и лабораторные занятия	Персональные компьютеры, программное обеспечение ПП «Логос», мультимедийный проектор, экран, доска.
Дистанционные образовательные технологии	Лекции, практические и лабораторные занятия	LMS Moodle КНИТУ-КАИ, МТС Линк.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение программе

6.1 Основная и дополнительная учебная литература

1. Справочная система пакета программ Логос. Версия 5.23.204;
2. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей. Т.1, 2. М.: Мир, 1991;
3. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т. I, II. 5-е изд. М.: Наука, 1994;
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. 3-е изд. М.: Наука, 1986;
5. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. 5-е изд. М.: Наука, 1978;
6. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М.: Наука, 1976;

7. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – 2-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2001. – 320 с.;
8. Прохоров А., Лысачев М. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт / под науч. ред. А.И. Боровкова. – М.: Альянсспринт, 2020. – 401 с;
9. ГОСТ Р 57700.37–2021 Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения;
10. ГОСТ Р 57700.22–2020 Компьютерные модели и моделирование. Классификация;
11. ГОСТ Р 57188–2016 Численное моделирование физических процессов. Термины и определения;
12. ГОСТ Р 57412–2017 Компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий. Общие положения;
13. ГОСТ Р 57700.14–2018 Численное моделирование физических процессов. Верификация получаемых сеточными методами численных решений задач механики сплошной среды.

6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Сайт Центра поддержки клиентов пакета программ "Логос". Режим доступа: <https://logos-support.ru/>;
2. Videоканал Логос Практика. Режим доступа: <https://rutube.ru/channel/42095274>;
3. Научная электронная библиотек ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»: Режим доступа: <https://book.sarov.ru/>.

6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательных процессов по программе

1. Демонстрация презентаций и обучающих видеороликов.
2. Образовательные ресурсы сети Интернет (компьютерный класс).
3. LMS Moodle КНИТУ-КАИ, МТС Линк.

7. Оценка качества освоения программы

Итоговая работа слушателей предполагает разработку проекта по одному из разделов направления повышения квалификации. Итоговая работа выполняется слушателем самостоятельно. Основные положения разработанного проекта представляются слушателем в ходе итоговой аттестации.

Окончательная оценка качества освоения программы выражается в его зачтении или не зачтении. Слушатель считается аттестованным, если имеет оценку «зачтено».

Для получения оценки «Зачтено» выпускная работа должна удовлетворять следующим критериям:

1. Определена физическая постановка задачи и выбрана геометрическая модель.
2. Выполнена подготовка расчетной области.
3. Выбран сеточный генератор и построена дискретная модель.
4. Выбран решатель и заданы расчетные параметры.
5. Заданы граничные условия и начальные данные.
6. Произведен корректный расчет задачи.
7. Выполнен анализ полученных результатов.

Примеры тем итоговых работ:

1. Моделирование обтекания цилиндра.
2. Моделирование обрушения столба жидкости.
3. Моделирование затопления тела.
4. Моделирование теплообмена при обтекании тела.
5. Моделирование обтекания пластины.
6. Моделирование впрыска жидкости.
7. Моделирование обтекания профиля крыла.

8. Моделирование обтекания подвижного тела.
9. Моделирования тела вращения.

8. Кадровые условия реализации программы

В реализации программы принимают участие профессорско-преподавательский состав, а также квалифицированные специалисты КНИТУ-КАИ.

9. Разработчики и составители программы

Ахунов А.А. научный сотрудник лаб. МФТП каф. ТиЭМ