

Программа разработана в соответствии с квалификационными характеристиками должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования, утвержденными приказом Минздравсоцразвития РФ от 11.01.2011 г. № 1н «Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих».

Разработчик(и) программы:

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Подпись
Долинин Денис Александрович	к.т.н.		старший преподаватель кафедры ЭТГ	

Руководитель программы:

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Подпись
Раева Татьяна Дмитриевна	к.э.н.	доцент	декан ФПКП	

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Цель реализации программы

Формирование профессиональных компетенций, необходимых для решения учебных и научных задач математического моделирования физических процессов с использованием универсальных программно-расчетных комплексов.

ПК-1 – способность к организации и проведению исследований в области профессиональной деятельности с использованием компьютерных вычислительных комплексов.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения программы обучающийся должен приобрести следующие знания, умения и навыки, необходимые для качественного формирования указанных профессиональных компетенций:

Компетенции	Результаты обучения
ПК-1	ЗНАТЬ: – Общие принципы планирования и организации исследований в области профессиональной деятельности. – Основные методы проведения вычислительных и физических экспериментов применительно к объектам профессиональной деятельности
	УМЕТЬ: – Планировать и ставить задачи исследования в области профессиональной деятельности. – Выбирать рациональные методы проведения и участвовать в проведении исследования с учетом специфики объекта профессиональной деятельности.
	ВЛАДЕТЬ: – Навыками разработки планов и программ исследования в области профессиональной деятельности. – Навыками проведения исследования на объектах профессиональной деятельности.

1.3. Категория слушателей и требования к уровню подготовки поступающего на обучение

Настоящая программа предназначена для преподавателей, аспирантов, ученых.

1.4. Форма обучения: очная.

1.5. Форма документа, выдаваемого по результатам освоения программы

Удостоверение о повышении квалификации.

1.6. Трудоемкость программы: 36 час.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебный план

№ п/п	Наименование дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, час.					Промежуточный контроль, форма контроля	Всего часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Стажировка		
1.	Математическое моделирование в программном комплексе ANSYS	14		14	4			32
2.	Итоговая аттестация							4
	Итого	14		14	4			36

2.2. Календарный учебный график

Вид учебной нагрузки	Трудоемкость, ч.	Учебные недели				
		1-я неделя	2-я неделя	3-я неделя	4-я неделя	5-я неделя
1. Математическое моделирование в программном комплексе ANSYS	32	8	8	8	8	4
Итоговая аттестация	4					4

Примечание. Даты обучения будут определены в расписании занятий при наборе группы на обучение.

3. РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН

3.1. Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование в программном комплексе ANSYS»

3.1.1. Содержание теоретической части

№ п/п	Наименование и краткое содержание	Кол-во часов
1.	Основы численных исследований. Устранение «сеточной зависимости», верификация численной модели	2
2.	Программное обеспечение для численного моделирования. Обзор возможностей ANSYS	2
3.	Основы работы с пакетом Ansys. Препроцессор, процессор. Интерфейс.	2
4.	Геометрическое моделирование плоских и пространственных объектов. Редактор Design Modeler	2
5.	Создание расчетных сеток. Сеточный процессор Ansys Meshing	2
6.	Установка граничных условий. Выбор физических моделей и математических алгоритмов. Настройка контроля итерационного процесса.	2
7.	Постпроцессинг. Визуализация результатов численного решения.	2
	Итого	14

3.1.2. Содержание практических занятий

Нет.

3.1.3. Содержание лабораторных работ

№ п/п	Наименование и краткое содержание	Кол-во часов
1.	Геометрический препроцессор ANSYS DESIGN MODELER. Графический пользовательский интерфейс. Плоскости и режим эскиза. Создание трехмерной и двумерной геометрии. Работа с импортированной геометрией из CAD-систем. Параметрическое моделирование	4
2.	Построение расчетной сетки в ANSYS Meshing. Методы построения сетки. Глобальные настройки сетки. Локальные настройки сетки. Проверка качества сетки.	4
3.	Расчёт течения в каналах переменного сечения	2
4.	Гидравлический расчёт смесителя с учетом процессов теплообмена	4
	Итого	14

3.1.4. Самостоятельная работа обучающегося

№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма контроля
1.	Конечно-элементный анализ	1	опрос
2.	Модели теплообмена	1	опрос
3.	Модели турбулентности	1	опрос
4.	Верификация численных моделей	1	опрос
	Итого	4	

3.1.5. Содержание практики (стажировки)

Нет.

3.1.6. Промежуточная аттестация

Нет.

3.1.7. Учебно-методические материалы

Учебно-методическая литература

1. Басов, К.А. ANSYS Текст справ. пользователя К. А. Басов.- 2-е изд., стер.- М.: ДМК-Пресс, 2012.- 639 с. ил.

2. Каплун, А.Б. Ansys в руках инженера Текст практ. рук. А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева; предисл. А. С. Шадского.- Изд. стер.- М.: URSS : ЛИБРОКОМ, 2014.- 269 с. ил.

3. Чигарев, А.В. ANSYS для инженеров Справ. пособие А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк.- М.: Машиностроение: Машиностроение-1, 2004.- 511 с. ил.

4. Шаблий, Л.С. Компьютерное моделирование типовых гидравлических и газодинамических процессов двигателей и энергетических установок в ANSYS Fluent: учеб. пособие / Л.С. Шаблий, А.В. Кривцов, Д.А. Колмакова. – Самара: Изд-во Самар. ун-та, 2017. – 108 с.: ил.

5. Солдусова Е.А. Основные сведения о программном комплексе ANSYS. Геометрическое моделирование: учеб.-метод. пособ. / Е. А. Солдусова. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – 54 с.: ил.

Электронные ресурсы

1. <https://www.cadfem-cis.ru/> – АО «Моделирование и цифровые двойники».
2. <https://www.ansys.com/> – официальный сайт компании ANSYS.
3. <https://cae-club.ru/> – клуб пользователей ANSYS.

4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

К итоговой аттестации по программе допускаются обучающиеся, не имеющие задолженности и в полном объеме выполнившие учебный план. Итоговая аттестация по программе проводится в форме зачета.

Критерии оценки и фонд оценочных материалов к итоговой аттестации приведены в приложении.

5. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

5.1. Материально-технические условия

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная мебель для обучающихся (количество посадочных мест – не менее численности группы) Компьютер с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета Проектор Экран Набор учебно-наглядных пособий
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ	Специализированная мебель для обучающихся (количество посадочных мест – не менее численности группы / подгруппы / потока) Компьютеры с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
3.	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Специализированная мебель для обучающихся (количество посадочных мест – не менее численности группы) Компьютеры с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

5.2. Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды при реализации программ с использованием дистанционных образовательных технологий

Электронные информационные ресурсы	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Отсутствует		

5.3. Кадровые условия

Реализация дополнительной профессиональной программы обеспечивается педагогическими работниками из числа докторов, кандидатов наук ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения итоговой аттестации

Итоговая аттестация проходит в форме зачета, который представляет собой устное собеседование.

Список вопросов

1. Реализация численных методов решения задач гидродинамики и тепломассообмена в современных прикладных программах. Основные возможности программ.
2. Основные критерии подобия процессов гидродинамики и тепломассообмена.
3. Обработка и обобщение результатов опыта.
4. Правила моделирования гидродинамических и тепловых процессов.
5. Автомодельность и моделирование при соблюдении геометрического подобия.
6. Построение расчетной области (2D, 3D).
7. Разбиение границ на узлы и построение расчетной сетки в области.
8. Виды сеток. Особенности построения в областях с криволинейными границами и в погранслоях.
9. Настройка решателя: размерность задачи, установка моделей турбулентности, физических свойств веществ, уравнения переноса энергии, лучистого теплообмена, переноса примеси.
10. Установка рабочих и граничных условий.
11. Виды граничных условий: стенка, ось, симметрия, условия для входных и выходных границ.
12. Установка нулевого приближения. Настройка мониторов невязок и контроля за характерными параметрами задачи.
13. Общая стратегия адаптации. Виды адаптации: регион, граница, изолинии.
14. Построение графиков устранения «сеточной зависимости».
15. Подготовка плана численного исследования. Проведение расчетов.
16. Анимация результатов в процессе итераций численного расчета.
17. Способы вывода результатов: постпроцессинг средствами ПО CFD. Экспорт данных из ПО CFD: постпроцессинг средствами стороннего ПО.
18. Аппроксимация результатов. Составление выводов. Оформление отчета.

Критерии оценки уровня освоения программы:

Оценки «зачтено» заслуживают обучающиеся, обнаружившие полное знание учебного материала, успешно выполняющие предусмотренные программой задания, демонстрирующие систематический характер знаний и способные к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей профессиональной деятельности.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающимся, обнаружившим значительные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускающим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, имеющие несистематизированные, поверхностные знания учебного материала.