

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»  
(ИГЭУ)**

Программа одобрена  
Ученым советом университета  
Протокол № 8 от 29.03.2023



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

*[Signature]*  
А.В. Гусенков

*«29» марта 2023 г.*


**ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

**«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS»**


**18 часов**

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.		доцент 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	<b>ЗНАТЬ:</b> – Общие принципы планирования и организации исследований в области профессиональной деятельности. – Основные методы проведения вычислительных и физических экспериментов применительно к объектам профессиональной деятельности.
	<b>УМЕТЬ:</b> – Планировать и ставить задачи исследования в области профессиональной деятельности. – Выбирать рациональные методы проведения и участвовать в проведении исследования с учетом специфики объекта профессиональной деятельности.
	<b>ВЛАДЕТЬ:</b> – 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: 18 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	8		8				16
2.	Итоговая аттестация							2
	<b>Итого</b>	<b>8</b>		<b>8</b>				<b>18</b>

## 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	16	4	4	4	4	
Итоговая аттестация	2					2

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.	Обзор возможностей ANSYS Основы работы с пакетом Ansys. Препроцессор, процессор. Интерфейс.	2
2.	Геометрическое моделирование плоских и пространственных объектов. Редактор Design Modeler	2
3.	Создание расчетных сеток. Сеточный процессор Ansys Meshing	2
4.	Установка граничных условий. Выбор физических моделей и математических алгоритмов. Настройка контроля итерационного процесса.	2
	Итого	8

#### 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	2
2.	Построение расчетной сетки в ANSYS Meshing. Методы построения сетки. Глобальные настройки сетки. Локальные настройки сетки. Проверка качества сетки.	2
3.	Расчёт течения в каналах переменного сечения	2
4.	Гидравлический расчёт смесителя с учетом процессов теплообмена	2
	Итого	8

#### 3.1.4. Самостоятельная работа обучающегося

Нет.

**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 /

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
		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. Правила моделирования гидродинамических и тепловых процессов.
2. Автомодельность и моделирование при соблюдении геометрического подобия.
3. Построение расчетной области (2D, 3D).
4. Разбиение границ на узлы и построение расчетной сетки в области.
5. Виды сеток. Особенности построения в областях с криволинейными границами и в погранслоях.
6. Настройка решателя: размерность задачи, установка моделей турбулентности, физических свойств веществ, уравнения переноса энергии, лучистого теплообмена, переноса примеси.
7. Установка рабочих и граничных условий.
8. Виды граничных условий: стенка, ось, симметрия, условия для входных и выходных границ.
9. Установка нулевого приближения. Настройка мониторов невязок и контроля за характерными параметрами задачи.
10. Общая стратегия адаптации. Виды адаптации: регион, граница, изолинии.
11. Построение графиков устранения «сеточной зависимости».
12. Подготовка плана численного исследования. Проведение расчетов.
13. Анимация результатов в процессе итераций численного расчета.
14. Способы вывода результатов: постпроцессинг средствами ПО CFD. Экспорт данных из ПО CFD: постпроцессинг средствами стороннего ПО.
15. 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.