

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГАОУ ВО «СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Директор НОЦ «Институт  
непрерывного образования»

*Е.В. Мошкина*  
Е.В. Мошкина

*12* » *февраля* 2024 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Компьютерное моделирование литейных процессов»

Красноярск 2024

# **I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

## **1.1. Аннотация программы**

Одной из главных задач развития научно-технического прогресса в промышленности является широкое использование систем компьютерного моделирования технологических процессов. Однако, в настоящее время, несмотря на всеобщую компьютеризацию, проектирование и отработка технологий получения литых деталей часто основываются на опыте практической работы, сложившихся технологических традициях, использовании известных решений, а также трудоемком и металлоемком методе проб и ошибок. Однако следует отметить, что компьютерные модели и их решения, корректно описывающие термические напряжения в затвердевающей и охлаждаемой литой заготовке, а тем более их расчетная автоматизированная реализация не нашли широкого применения, что свидетельствует о недостатке компетенций в данной области.

Компьютерный анализ литейных процессов на этапе виртуального проектирования технологии литья (до изготовления отливок) позволяет минимизировать возможные просчеты и ошибки, неизбежно возникающие в процессе разработки, снизить финансовые и временные затраты, повысить эффективность, конкурентоспособность, качество и надежность разрабатываемой продукции. Происходит экономия материалов, энергоносителей, рабочего времени, бережется оборудование, а взамен получается масса уникальной информации о технологическом процессе. Только компьютерное моделирование технологии позволяет «заглянуть» внутрь изделия, увидеть характер протекающих в нем процессов, понять причины возникновения дефектов.

Программа носит практико-ориентированный характер. В результате освоения программы слушатели будут способны осуществлять компьютерное моделирование литейных процессов, приобретут навыки проектирования литейной технологии, обеспечивающей получение годной отливки.

## **1.2. Цель программы**

Цель программы повышения квалификации — совершенствование навыков моделирования литейных технологий и анализа результатов моделирования с применением программы ProCAST.

Изучение курса способствует расширению научного кругозора и дает теоретические знания и практические навыки, необходимые для самостоятельной работы в области компьютерного моделирования литейных технологий.

## **1.3. Компетенции (трудовые функции) в соответствии с Профессиональным стандартом (формирование новых или совершенствование имеющихся)**

В соответствии с профессиональными стандартами 40.082 «Специалист по внедрению новой техники и технологий в литейном производстве» (утвержден приказом Министерством труда и социальной защиты Российской

Федерации от 22.10.2020 № 740н), программа направлена на формирование следующих компетенций (трудовых функций):

Код	Наименование общей трудовой функции	Уровень квалификации	Наименование трудовой функции	Код
<b>40.082 «Специалист по внедрению новой техники и технологий в литейном производстве»</b>				
В	Подготовка участка литейного цеха к внедрению новой техники и технологий	5	Разработка новых технологических процессов получения простых отливок с учетом особенностей новой техники и технологий.	В/04.5
С	Внедрение новой техники и технологии на отдельных участках цехов литейного производства	6	Разработка предложений по оптимизации процессов и оборудования литейного участка.	С/01.6
С	Внедрение новой техники и технологии на отдельных участках цехов литейного производства	6	Разработка новых технологических процессов получения отливок средней сложности с учетом возможностей новой техники и требований новой технологии.	С/03.6

Содержание программы основывается также на общих положениях Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по укрупненной группе 22.00.00 «Технологии материалов», направление подготовки 22.03.02 «Металлургия», утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 2 июня 2020 г. № 702 (ред. от 26 ноября 2020 г.).

#### **1.4. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения программы «Компьютерное моделирование литейных процессов» слушатели будут способны:

РО1. Заниматься отработкой на технологичность конструкций простых отливок (В/04.5).

РО2. Анализировать варианты конструкций литниковых систем простой отливки, рассчитывать литниковую систему (В/04.5).

РО3. Выявлять основные причины возникновения дефектов на литейном участке(С/01.6).

РО4. Моделировать процесс заполнения литейной формы и затвердевания отливки средней сложности в пакетах прикладных программ(С/03.6).

### **1.5. Категория слушателей**

Лица, получающие высшее образование по очной (очно-заочной) форме, лица, освоившие основную профессиональную образовательную программу (далее — ОПОП ВО) бакалавриата, в объеме не менее первого курса (бакалавры 2-го курса), ОПОП ВО специалитета — не менее первого и второго курсов (специалисты 3-го курса).

### **1.6. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение**

Высшее образование.

### **1.7. Продолжительность обучения**

Повышение квалификации – 30 часов.

### **1.8. Форма обучения**

Очная с использованием демонстрационных материалов.

### **1.9. Требования к материально-техническому обеспечению, необходимому для реализации дополнительной профессиональной программы повышения квалификации (требования к аудитории, компьютерному классу, программному обеспечению)**

Перечень необходимого программного обеспечения: операционная система Microsoft Windows 10 или более; офисный пакет Microsoft Office, включающий: текстовый редактор Word, электронные таблицы Excel, презентации Power Point.

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по программе повышения квалификации: компьютер/ноутбук с предустановленным ПО ESI ProCast; подключение к интернету.

### **1.10. Особенности (принципы) построения дополнительной профессиональной программы повышения квалификации**

Программа разработана на основе опыта работы с индустриальными партнерами Сибирского федерального университета и отвечает на практические вопросы, возникающие при разработке технологии литейных процессов.

В поддержку дополнительной профессиональной программы повышения квалификации разработан электронный курс в системе электронного обучения СФУ «e-Курсы»: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=37762>.

### **1.11. Документ об образовании: удостоверение о повышении квалификации установленного образца.**

## II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 2.1. Учебно-тематический план

№ п/п	Наименование и содержание разделов и тем программы	Всего часов	Контактная работа:		Самостоятельная работа	Использование средств ЭО и ДОТ	Результаты обучения
			Лекции	Практические занятия			
1.	Обзор модульной структуры ProCast, принципы работы в ProCast	4	4			Материалы электронного курса в системе «е-Курсы»	PO4
2.	Интерфейс программы и основные этапы построения конечно-элементной сетки в Visual-MESH	2	2			Материалы электронного курса в системе «е-Курсы»	PO4
3.	Интерфейс программы и основные этапы задания параметров технологического процесса в Visual-CAST	2	2			Материалы электронного курса в системе «е-Курсы»	PO4
4.	Обзор возможностей модуля Stress для моделирования напряжено-деформированного состояния отливки	2			2	Материалы электронного курса в системе «е-Курсы»	PO1, PO3
5.	Интерфейс программы Visual-Viewer для просмотра результатов расчета. Основные параметры для отображения результатов заполнения формы, кристаллизации сплава, напряжено-деформированного состояния отливки	4	4			Материалы электронного курса в системе «е-Курсы»	PO1, PO2, PO4
6	Моделирование литья в песчаные формы	6		2	4	Материалы электронного курса в системе «е-Курсы»	PO1, PO2, PO4
7	Моделирование литья в кокиль	6		2	4		
	<b>Итоговая аттестация</b>	<b>4</b>			<b>4</b>		<b>PO1–PO4</b>
	<b>ИТОГО</b>	<b>30</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>14</b>		

## 2.2. План учебной деятельности

Результаты обучения	Учебные действия/ формы текущего контроля	Используемые ресурсы/ инструменты/технологии
РО1. Заниматься отработкой на технологичность конструкций простых отливок (В/04.5)	Изучение возможностей программного продукта ESI ProCast, для отработки на технологичность конструкций простых отливок	Программное обеспечение ESI ProCast, презентационный материал, курс лекций
РО2. Анализировать варианты конструкций литниковых систем простой отливки, выбирать оптимальный вариант, рассчитывать литниковую систему	Демонстрация методов анализа результатов моделирования и выбора оптимальных вариантов конструкций литниковых систем	Программное обеспечение ESI ProCast, презентационный материал, курс лекций
РО3. Выявлять основные причины возникновения дефектов на литейном участке	Демонстрация современных компьютерных инструментов для анализа дефектов на литейном участке	Программное обеспечение ESI ProCast, презентационный материал, курс лекций
РО4. Моделировать процесс заполнения литейной формы и затвердевания отливки средней сложности в пакетах прикладных программ	Изучение программного продукта для выполнения технологических расчетов и моделирования литейных процессов. Прохождение итоговой аттестации	Программное обеспечение ESI ProCast, презентационный материал, курс лекций

## 2.3. Виды и содержание самостоятельной работы

Выполнение самостоятельной работы слушателями предполагается очно в аудитории с установленным программным продуктом ESI ProCast. Типовое задание включает в себя построение конечноэлементной сетки, задание начальных и граничных условий технологического процесса, моделирование технологического процесса и анализ полученных результатов. Возможные варианты технологических процессов: литье в землю; литье в кокиль.

Слушателями самостоятельно изучается подготовленный теоретический материал, дополнительные ссылки и материалы по темам курса, а также краткие резюмирующие материалы, дополнительные инструкции в различных форматах.

Выполненная самостоятельная работа прикрепляется в электронном курсе (<https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=37762>) в виде отчета для последующей проверки.

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

#### **3.1. Учебно-методическое обеспечение, в т.ч. электронные ресурсы в корпоративной сети СФУ и сети Интернет**

1. Большаков В.П. Основы 3Dмоделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor: учебное пособие для вузов / В.П. Большаков, А.Л. Бочков. – СПб.: Питер, 2013.

2. Кудрявцев Е.М. КОМПАС-3D. Моделирование, проектирование и расчет механических систем / Е.М. Кудрявцев. – М.: ДМК Пресс, 2008.

3. Компьютерное моделирование технологического процесса литья деталей двигателей в модуле Visual-Mesh программного продукта ProCast: учеб. пособие / Р.А. Вдовин. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2019. – 108 с.

4. Программное обеспечение для компьютерного моделирования литейных процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.esi-russia.ru/sites/default/files/primer\\_iz\\_uchebnogo\\_posobiya\\_procast.pdf](https://www.esi-russia.ru/sites/default/files/primer_iz_uchebnogo_posobiya_procast.pdf).

5. Базовый учебный курс по работе в программных продуктах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://i3d.ru/catalog/programmnoe\\_obespechenie/dlya\\_liteynogo\\_proizvodstva/esi\\_procast/](https://i3d.ru/catalog/programmnoe_obespechenie/dlya_liteynogo_proizvodstva/esi_procast/).

#### **3.2. Программное обеспечение (информационные обучающие системы, системы вебинаров, сетевые ресурсы хостинга видео, изображений, файлов, презентаций и др.)**

ПК или ноутбук с доступом к сети Интернет, с установленным ПО: ESI ProCast.

### **IV. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

#### **4.1. Формы аттестации, оценочные материалы, методические материалы**

Программа предусматривает проведение текущей и итоговой аттестации. Текущая аттестация слушателей проводится на основе оценки активности и участия в дискуссиях в ходе практических занятий.

Методические материалы, необходимые для выполнения текущих заданий, представлены в соответствующих элементах электронного обучающего курса и включают описание задания, методические рекомендации по его выполнению, критерии оценивания.

Обучение на программе повышения квалификации предполагает выполнение индивидуальных текущих заданий.

#### **4.2. Требования и содержание итоговой аттестации**

Для успешного прохождения итоговой аттестации слушатели должны продемонстрировать умение владеть базовой терминологией программного продукта ESI ProCast. Учебно-методические материалы, необходимые для прохождения итоговой аттестации, представлены в соответствующих элементах электронного обучающего курса.

Основанием для аттестации по программе является успешное прохождение итогового тестирования в системе электронного обучения СФУ «e-Курсы» по моделированию технологического процесса литья.

### Примеры тестовых заданий

1. При проверке качества импортированной геометрии в области сообщений появилась надпись “No problems identified” О чем это говорит?
  1. Геометрия не загружена;
  2. Отсутствие ошибок в импортированной геометрии;
  3. Присутствие ошибок в импортированной геометрии.
2. Какой из расчетных модулей отсутствует в ESI ProCast
  1. Flow Solver;
  2. Thermal Solver;
  3. ThermoCalc;
  4. Stress solver.
3. После какой операции строится объемная(3D) сетка (Tetra Mesh)?
  1. После запуска решателя ESI ProCast;
  2. После построения поверхностной сетки (2D Mesh);
  3. Объемная сетка не строится в ESI ProCast;
  4. После выбора параметров расчета.

Программу составили:

Канд. техн. наук,  
доцент кафедры литейного производства



Е.Г. Партыко

Руководитель программы:

Канд. техн. наук,  
доцент кафедры литейного производства



Е.Г. Партыко