

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 13 » января 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Инженерный практикум по механике сплошной среды  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 15.04.03 Прикладная механика  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков прочностных расчетов элементов машиностроительных литевых конструкций .

Задачи дисциплины:

- научить методам моделирования и расчетов формирования структуры отливки в процессе литья;
- научить основам проектирования ответственных изделий с использованием методов моделирования и расчета элементов литевых конструкций
- ознакомить с современным программным обеспечением для расчета параметров течения в процессе литья

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- методы расчетов нелинейных конвекционных течений;
- современное программное обеспечение для расчета нелинейных конвекционных течений

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.3	ИД-1ПК-1.3	Получены знания по проведению численных экспериментов по формированию кристаллической структуры в процессе затвердевания при литье	Знает основные подходы к планированию и осуществлению экспериментальных исследований, современные методы, средства и стандарты проведения экспериментов;	Собеседование

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.3	ИД-2ПК-1.3	Приобретены умения по выбору параметров литейной оснастки	Умеет выполнять подтверждение соответствия результатов расчета изучаемого объекта экспериментальным данным, в том числе планирование и осуществление необходимых испытаний, проектирование и подготовку технической документации на изготовление образцов и оснастки, обработку полученных данных и идентификацию модели с использованием современных методов, средств и стандартов;	Собеседование
ПК-1.3	ИД-3ПК-1.3	Получены навыки обработки данных установочных экспериментов и идентификации модели с использованием современных методов, средств и стандартов	Владеет навыками выполнять подтверждение соответствия результатов расчета изучаемого объекта экспериментальным данным, включая планирование и осуществление необходимых испытаний, проектирование и подготовку технической документации на изготовление образцов и оснастки, обработку полученных данных и идентификацию модели с использованием современных методов, средств и стандартов.	Собеседование
ПК-1.6	ИД-1ПК-1.6	Получены знания по современным методам проектирования, оценки параметров течения в процессе и по окончании литья ответственных конструкций;	Знает современные методы проектирования, конструирования и проведения прочностных расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций;	Собеседование
ПК-1.6	ИД-2ПК-1.6	Получены умения по самостоятельному осуществлению расчетов	Умеет самостоятельно осуществлять проектирование,	Собеседование

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		по формированию сплошностей в процессе затвердевания отливки с учетом конвективных потоков	конструирование и проведение прочностных расчетов различных объектов, в том числе авиационных конструкций, летательных и ракетно-космических аппаратов и систем, объектов в области машиностроения и автомобилестроения;	
ПК-1.6	ИД-ЗПК-1.6	Приобретены навыки самостоятельного проектирования и проведения расчетов параметров течения литых объектов в процессе производства, в том числе авиационных конструкций, летательных и ракетно-космических аппаратов и систем, полученных методом литья	Владеет навыками самостоятельного проектирования, конструирования и проведения прочностных расчетов различных объектов, в том числе авиационных конструкций, летательных и ракетно-космических аппаратов и систем, объектов в области машиностроения и автомобилестроения.	Собеседовани е

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)			
- лабораторные работы (ЛР)	34	34	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

#### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
4-й семестр				
Практикум по построению дискретной модели рабочих областей литья в специализированном программном пакете (СПП)	0	17	0	36
Тема 1. Общие возможности компьютерного моделирования литейных процессов в специализированном программном пакете. Тема 2. Обзор модульной структуры СПП, принципы работы в визуальной среде. Тема 3. Приемы построения трёхмерной геометрии для моделирования в СПП. Тема 4. Общие подходы к подготовке трёхмерной геометрии в САД-пакете. Тема 5. Особенности передачи трёхмерной геометрии в СПП. Тема 6. Построение конечно-элементной сетки в Mesh - модуле				
Практикум по расчету полей скоростей и температур в специализированном программном пакете	0	17	0	36
Тема 7. Задание технологических параметров литья и запуск процедуры моделирования. Тема 8. Этапы идентификации технологического процесса: материалы, коэффициенты теплопередачи, граничные условия, начальные условия, параметры моделирования. Тема 9. Старт расчета и проверка статуса моделирования. Тема 10. Анализ результатов расчета. Визуализация результатов заполнения формы, кристаллизации сплава, усадочных дефектов. Тема 11. Передача результатов расчета в виде графиков, изображений, анимаций в другие программные продукты.				
ИТОГО по 4-му семестру	0	34	0	72
ИТОГО по дисциплине	0	34	0	72

#### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Расчет процесса литья в песчано-глинистую форму (виртуальная модель формы)
2	Расчет процесса литья в песчано-глинистую форму (полная модель формы)

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
3	Расчет процесса литья по выплавляемым моделям
4	Расчет процесса литья в кокиль
5	Расчет процесса литья под давлением

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Басов К. А. ANSYS для конструкторов. М. : ДМК Пресс, 2009. 247 с.	5
2	Шингель Л. П. Системы автоматизированного проектирования. Решение задач прочностного анализа с использованием пакета программ ANSYS 12.1 : учебно-методическое пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2015. 52 с. 3,5 усл. печ. л.	20
<b>2. Дополнительная литература</b>		

<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Бояршинов М. Г. Методы вычислительной математики : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008. 420 с.	10
2	Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / Ашихмин В. Н., Бояршинов М. Г., Гитман М. Б., Келлер И. Э. Москва : Интермет Инжиниринг, 2000. 332 с. 21,0 усл. печ. л.	10
3	Чигарев А. В., Кравчук А. С., Смалюк А. Ф. ANSYS для инженеров : справочное пособие. Москва : Машиностроение, 2004. 511 с.	10
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ КУРС ПО РАБОТЕ В ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТАХ PROCAST VISUAL-CAST	<a href="https://www.ulsu.ru/media/documents/%D0%A0%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0_%D0%B2_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B0%D1%85_Visual-Cast_%D0%B8_ProCast_310Inje.pdf">https://www.ulsu.ru/media/documents/%D0%A0%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0_%D0%B2_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B0%D1%85_Visual-Cast_%D0%B8_ProCast_310Inje.pdf</a>	сеть Интернет; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

Вид ПО	Наименование ПО
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS ( лиц. 444632 ЦВВС)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 1062978 )

#### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки	<a href="https://dvs.rsl.ru/">https://dvs.rsl.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

#### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	компьютеры	10
Лабораторная работа	проектор	1

#### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------