

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 деформируемого твердого  
тела

(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 прочностных расчетов в процессе литья;
- научить основам проектирования изделий с использованием методов моделирования и расчета элементов литевых конструкций
- ознакомить с современным программным обеспечением для прочностного расчета элементов конструкций

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- методы прочностных расчетов
- современное программное обеспечение для прочностного расчета элементов конструкций

### 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 экспериментальному контролю остаточных деформаций 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 литьевой 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 напряженно-деформированного состояния в процессе и по окончании литья конструкций;	Знает современные методы проектирования, конструирования и проведения прочностных расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций;	Собеседование
ПК-1.6	ИД-2ПК-1.6	Получены умения самостоятельного осуществлять	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
		прочностные расчеты отливок деталей летательных и ракетно-космических аппаратов;	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 прочностных расчетов объектов, 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 конечно-элементной дискретизации области литья в специализированном программном продукте (СПП)	0	17	0	36
Тема 1. Общие возможности компьютерного моделирования литейных процессов в специализированном программном продукте (СПП). Тема 2. Обзор модульной структуры СПП, принципы работы в рабочей среде Visual-CAST. Тема 3. Особенности подготовки трёхмерной геометрии для моделирования в СПП. Тема 4. Общие принципы подготовки трёхмерной геометрии в САД-пакете. Тема 5. Особенности передачи трёхмерной геометрии в СПП. Тема 6. Построение конечно-элементной сетки в Visual-Mesh				
Практикум по расчету технологического и остаточного НДС отливок и формы в специализированном программном продукте (СПП)	0	17	0	36
Тема 7. Установка технологических данных процесса литья и запуск моделирования. Тема 8. Основные этапы настройки технологического процесса: материалы, коэффициенты теплопередачи, граничные условия, начальные условия, параметры моделирования. Тема 9. Запуск задачи и проверка статуса моделирования. Тема 10. Просмотр результатов моделирования. Отображение результатов заполнения формы, кристаллизации сплава, усадочных дефектов, напряжено-деформированного состояния отливки. Тема 11. Экспорт результатов моделирования в виде графиков, изображений, анимаций.				
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	Моделирование литья в песчано-глинистую форму (виртуальная модель формы)

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
2	Моделирование литья в песчано-глинистую форму (полная модель формы)
3	Моделирование литья по выплавляемым моделям
4	Моделирование литья в кокиль с расчетом остаточных напряжений в отливке
5	Моделирование 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	Бояршинов М. Г. Методы вычислительной математики : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008. 420 с.	60
2	Чигарев А. В., Кравчук А. С., Смалюк А. Ф. ANSYS для инженеров : справочное пособие. Москва : Машиностроение, 2004. 511 с.	43

<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Басов К. А. ANSYS для конструкторов. М. : ДМК Пресс, 2009. 247 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	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.	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)

Вид ПО	Наименование ПО
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
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
------------------------------