

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

« 06 » апреля 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 216 (6)  
(часы (ЗЕ))

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

**Направленность:** Динамика и прочность машин, конструкций и механизмов  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью курса «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг» является формирование у студента комплекса знаний об основах работы в современных пакетах прикладных программ для инженерных расчетов.

Задачи дисциплины:

- овладение основными приемами создания геометрической модели поставленной задачи;
- получение навыков построения конечно-элементной сетки и управления вычислительным процессом;
- изучение основных методов и принципов обработки результатов расчета;
- овладение встроенным языком программирования APDL.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- современные пакеты прикладных программ для инженерных расчетов.

### 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
ОПК-10	ИД-1ОПК-10	Знает требования образовательных потребностей с целью определения содержания и требований к результатам учебной, исследовательской деятельности.	Знает направления перспективных научно-технических задач в области прикладной механики	Собеседование
ОПК-10	ИД-2ОПК-10	Умеет организовывать изучение современных языков программирования с целью определения содержания и требований к результатам учебной, исследовательской деятельности.	Умеет применять аналитические и численные методы при проектировании конструкций и механизмов	Собеседование

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-10	ИД-3ОПК-10	Владеет навыками создания на занятиях проблемно ориентированную образовательную среду, обеспечивающую формирование у обучающихся компетенций, предусмотренных образовательными стандартами, установленными образовательной организацией;	Владеет навыками разработки физико-механических, математических и компьютерных моделей оборудования, систем, технологических процессов	Зачет
ОПК-12	ИД-1ОПК-12	Знает APDL-язык программирования задач и пользовательских моделей в пакете ANSYS	Знает алгоритмические языки, численные методы, пакеты прикладных программ обработки баз данных результатов	Тест
ОПК-12	ИД-2ОПК-12	Умеет ставить задачи механики в пакете ANSYS с использованием графического интерфейса Workbench и APDL-языка	Умеет создавать алгоритмы цифровой обработки результатов испытаний и эксплуатации деталей и элементов конструкций узлов в машиностроении	Защита лабораторной работы
ОПК-12	ИД-3ОПК-12	Владеет навыками программирования задач и пользовательских моделей в пакете ANSYS на APDL-языке	Владеет навыками разработки цифровых программ расчетов и проектирования деталей, узлов, конструкций, машин и материалов с учетом требований надежности, долговечности и безопасности их эксплуатации	Защита лабораторной работы
ОПК-2	ИД-1ОПК-2	Знает методы оптимизации при построении и расчетах сложных деталей и сборок в CAE системах.	Знает порядок разработки, утверждения и внедрения стандартов, технических условий и другой нормативно-технической документации; методы прогнозирования и оптимизации, унификации при разработке стандартов;	Защита лабораторной работы
ОПК-2	ИД-2ОПК-2	Умеет проводить контроль соответствия разрабатываемых проектов в рамках	Умеет пересматривать действующие стандарты, техниче-ские условия и другие документы по	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		компьютерного инжиниринга, технической документации.	стандартизации и сертификации; осуществлять контроль технических документов; выполнять метрологическую экспертизу конструкторской и технологической документации; проводить контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации техническим регламентам, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;	
ОПК-2	ИД-3ОПК-2	Владеет навыками планирования мероприятий по разработке новых математических моделей вычислительной механики компьютерного инжиниринга.	Владеет навыками разработки стандартов и нормативной документации; приемами разработки рабочей проектной и технологической документации в области метрологического и нормативного обеспечения качества и безопасности продукции; планирования мероприятий по разработке новых и пересмотру действующих стандартов, правил, норм и других документов по стандартизации, сертификации;	Защита лабораторной работы
ОПК-5	ИД-1ОПК-5	Знает основы высшей математики, физики, основы вычислительной техники и программирования.	Знает основы высшей математики, физики, основы вычислительной техники и программирования;	Зачет
ОПК-5	ИД-2ОПК-5	Уметь решать специализированные задачи прикладной механики с применением современных теорий, физико-математических и вычислительных методов, систем компьютерной математики,	Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования;	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		компьютерного проектирования и инжиниринга (CAD/CAE – системы) для эффективного решения профессиональных задач.		
ОПК-5	ИД-3ОПК-5	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования конструкции и ее статического и динамического поведения.	Владеет навыками теоретического и экспериментально-го исследования объектов профессиональной деятельности;	Зачет
ОПК-6	ИД-1ОПК-6	Знает методы получения новых знаний и умений, в том числе в новых областях знаний, связанных с профессиональной деятельностью; порядок поиска, систематизации и оценки достоверности научно-технической информации из различных источников, в том числе с использованием информационных технологий.	Знает методы получения новых знаний и умений, в том числе в новых областях знаний, связанных с профессиональной деятельностью; порядок поиска, систематизации и оценки достоверности научно-технической информации из различных источников, в том числе с использованием информационных технологий;	Зачет
ОПК-6	ИД-2ОПК-6	Умеет, в том числе с помощью информационных технологий приобретать новые знания, расширять свое мировоззрение.	Умеет, в том числе с помощью информационных технологий приобретать новые знания, расширять свое мировоззрение;	Зачет
ОПК-6	ИД-3ОПК-6	Владеет информационно-коммуникационными технологиями в сфере профессиональной деятельности.	Владеет информационно-коммуникационными технологиями в сфере профессиональной деятельности;	Зачет

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	36	36
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	14	7	7
- лабораторные работы (ЛР)	54	27	27
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	72	36
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36		36
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	216	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
<b>1-й семестр</b>				
Возможности и настройка рабочей среды ANSYS	3	11	0	25
Обзор возможностей программы. Начало работы в пакете ANSYS.				
Приемы твердотельного моделирования	2	7	0	24
Системы координат и рабочее поле. Твердотельное моделирование.				
Построение и модификация конечно-элементной сетки	2	9	0	23
Построение конечно-элементной сетки. Выделение (Selecting).				
<b>ИТОГО по 1-му семестру</b>	<b>7</b>	<b>27</b>	<b>0</b>	<b>72</b>
<b>2-й семестр</b>				
Граничные условия и настройка вычислительного про	2	7	0	13
Приложение внешних нагрузок. Настройка вычислительного процесса.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Проведение расчета и постпроцессорный анализ результатов	2	8	0	12
Случайные процессы. Графы. Фракталы. Постпроцессорная обработка результатов.				
Автоматизация и параметризация разработки конструкторского решения	3	12	0	11
Основы программирования на APDL. Некоторые виды нелинейного анализа.				
ИТОГО по 2-му семестру	7	27	0	36
ИТОГО по дисциплине	14	54	0	108

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Упругое деформирование уголкового кронштейна
2	Задача о НДС тоннеля
3	Применение Р-элементов для расчета пластины с отверстием
4	Расчет строительных элементов
5	Течение жидкости в сужающемся канале
6	Обтекание воздухом крыла самолета
7	Оценка прочности объемного костного протеза
8	Построение геометрии и статический расчет динамика
9	Нестационарная теплопроводность при остывании слитка
10	Совместная термоупругая задача остывания слитка
11	Расчет НДС шкива ременной передачи
12	Нелинейное деформирование упругой оболочки
13	Вычисление эффективных параметров волокнистого композита
14	Применение балочных элементов для расчета ферм
15	Определение собственных форм и частот ферм
16	Контактные напряжения в болтовом соединении
17	Осадка упругопластической заготовки

## 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.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции и групповые дискуссии.

### 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 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	Вычислительные методы в механике разрушения : пер. с англ. / С. Атлури [и др.]. - Москва: Мир, 1990.	3
2	Котов А. Г. САПР изделий из композиционных материалов. Моделирование процессов деформирования и разрушения в среде ANSYS : учебное пособие / А. Г. Котов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	126
3	Морозов Е. М. ANSYS в руках инженера. Механика разрушения / Е. М. Морозов, А. Ю. Муйземнек, А. С. Шадский. - Москва: Ленанд, УРСС, 2014.	18
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Басов К. А. ANSYS для конструкторов / К. А. Басов. - М.: ДМК Пресс, 2009.	5



2	Шингель Л. П. Системы автоматизированного проектирования. Решение задач с использованием пакета программ ANSYS : учебно-методическое пособие / Л. П. Шингель. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009.	21
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вычислительная механика сплошных сред : журнал / Российская академия наук, Уральское отделение; Институт механики сплошных сред. - Пермь: ИМСС УрО РАН, 2008 - .	
<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)
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Методические указания по освоению дисциплины «CAE-модули современных САПР и современные высокопроизводительные вычислительные системы» для магистров по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»/Модорс	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6424">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6424</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Шингель Л. П. Системы автоматизированного проектирования. Решение задач прочностного анализа с использованием пакета программ ANSYS 12.1	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3714">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3714</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	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

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	КОМПАС-3D V10 ( лиц. К-08-1911)

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
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>
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	Парты, стол преподавателя, доска, сервер, локальная сеть, компьютер преподавателя, проектор, экран, сеть Internet	1
Лабораторная работа	персональный компьютер	10
Лекция	Парты, стол преподавателя, доска, сервер, локальная сеть, компьютер преподавателя, проектор, экран, сеть Internet	1

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

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