

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

03

2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ДЭ.02.02 Компьютерное моделирование и оптимизация процессов
обработки металлов давлением**

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки
(специальность):

22.04.02 Металлургия

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль):

Обработка металлов давлением

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа:

магистратура

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:

очная, заочная

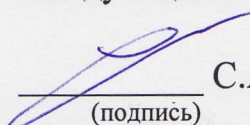
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	1	1
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4/144	4/144
Контактная работа (час.), в том числе:	55	12
лекции (час.)	34	4
лабораторные работы (час.)	-	-
практические (семинарские) занятия (час.)	17	2
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	53	114
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36	экзамен, 18

Донецк, 2023 г.

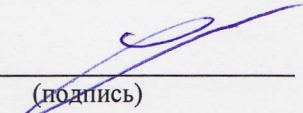
Рабочая программа дисциплины «Компьютерное моделирование и оптимизация процессов обработки металлов давлением» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки (специальности) 22.04.02 Metallurgy, направленность (профиль) «Обработка металлов давлением» для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:
заведующий кафедрой «Обработка металлов давлением», д.т.н., доцент


С.А. Снитко
(подпись)

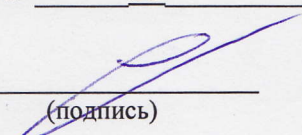
Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Обработка металлов давлением».

Протокол от «13» 03 2023 года № 16.

Заведующий кафедрой  С.А. Снитко
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки (специальности) 22.04.02 Metallurgy

Протокол от «29» 03 2023 года № 2

Председатель  С.А. Снитко
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Обработка металлов давлением».

Протокол от «__» ____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой ____ С.А. Снитко
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Обработка металлов давлением».

Протокол от «__» ____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой ____ С.А. Снитко
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы изучения методов компьютерного моделирования и оптимизации процессов ОМД, знакомство с математическим аппаратом выполнения исследований с использованием современных программных средств.

Целью дисциплины является: ознакомление студентов с возможностями современных методов компьютерного моделирования и на этой основе – определения направлений дальнейшего их совершенствования.

В результате освоения дисциплины студент должен

знать: существующие современные пакеты прикладных программ для компьютерного моделирования, их возможности в моделировании процессов металлургического производства, в частности процессов ОМД; методику математического моделирования, методы задания граничных и начальных условий при моделировании процессов ОМД; сущность метода конечных элементов и математический аппарат, используемый для реализации процесса конечно-элементного моделирования; структуру программного комплекса ANSYS, его интерфейс и возможности; типы конечных элементов, возможности по созданию конечно-элементных моделей, особенности различных типов расчетов; методы получения и обработки результатов моделирования; методы анализа и последующей оптимизации процесса ОМД на основе полученных результатов моделирования.

уметь: реализовать конечно-элементную модель многопереходного процесса ОМД в современном программном комплексе; получать результаты моделирования в виде: деформированной сетки, графиков, таблиц, гистограмм, векторного поля, изолиний, изоповерхностей, распределения необходимых параметров по сечению объекта, зависимости параметров от времени, анимации, рисунков и видеофайлов; на основе полученных результатов моделирования выполнить детальный анализ процесса получения изделий методами ОМД и правильно определить пути его совершенствования.

владеть: средствами планирования и проведения научных исследований на основе методов компьютерного моделирования в актуальных направлениях развития техники и оборудования для обработки металлов давлением.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способен планировать и выполнять исследования в актуальных направлениях развития металлургических процессов (ПК-3).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении дисциплин бакалавриата направления подготовки 22.03.02 «Металлургия».

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин (металлосберегающие технологии ОМД, совмещенные процессы ОМД, основы точной прокатки полос и листов, редуцирование слябов, формоизменение раскатов при прокатке толстых листов, инновационные решения в производстве и обработке металлов, интеллектуальная собственность, оптимизация энергозатрат в металлургических технологиях), прохождении производственных практик и государственной итоговой аттестации.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор	Практ. (Семин.).	СР
Тема 1. Современные методы компьютерного моделирования технологических процессов в металлургии.	12/17,5	4/0,5	0	0	8/17
Тема 2. Основные цели, задачи и принципы математического моделирования.	13/17,5	5/0,5	0	0	8/17
Тема 3. Применение метода конечных элементов при моделировании процессов ОМД.	13/16,5	5/0,5	0	0/0	8/16
Тема 4. Структура и интерфейс программного комплекса ANSYS.	17/17,5	5/1	0	4/0,5	8/16
Тема 5. Стадия построения модели (препроцессорной стадия).	17/17	5/0,5	0	5/0,5	7/16
Тема 6. Расчетная стадия (процессорная стадия).	15/17	5/0,5	0	3/0,5	7/16
Тема 7. Анализ результатов моделирования (постпроцессорная стадия).	17/17	5/0,5	0	5/0,5	7/16
Контактная работа (дополнительная)	4/6				
Курсовая работа (проект)	0/0				0/0
Итого по видам занятий	108/126	34/4		17/2	53/114
Контроль	36/18				
ИТОГО:	144/144				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
ПК-3	Темы 1 - 7

3.2 Лекции

Тема 1. Современные методы компьютерного моделирования технологических процессов в металлургии.

Содержание темы 1: Классификация методов компьютерного проектирования и моделирования технологических процессов ОМД. Краткий обзор развития методов моделирования. Современные пакеты прикладных программ, их особенности, преимущества и недостатки. Применение пакетов прикладных программ в задачах моделирования процессов тепломассообмена и деформации.

Литература к теме 1: [1, 2, 3, 4, 5]

Тема 2. Основные цели, задачи и принципы математического моделирования.

Содержание темы 2: использование методов математического моделирования в металлургическом производстве. Методика математического моделирования. Классификация моделируемых процессов по характеру протекания и физическим законам. Уравнения, описывающие физические процессы. Начальные и граничные условия.

Литература к теме 2: [1, 2, 3, 4, 5]

Тема 3. Применение метода конечных элементов при моделировании процессов ОМД.

Содержание темы 3: Сущность метода конечных элементов. Моделирование процессов обработки металлов давлением и тепломассообмена с помощью метода конечных элементов.

Литература к теме 3: [1, 2, 4, 5]

Тема 4. Структура и интерфейс программного комплекса ANSYS.

Содержание темы 4: Составные части пакета, их назначение. Файловая система. Расположение основных меню и кнопок. Основные команды menu utilities и main menu. Типы баз данных.

Литература к теме 4: [2, 4]

Тема 5. Стадия построения модели (препроцессорной стадия).

Содержание темы 5: Построение начальной области расчета. Графические примитивы, и операции с ними. Типы и свойства конечных элементов, их назначение. Особенности разбиение области расчета на конечные элементы. Определение свойств материала. Создание контактных пар.

Литература к теме 5: [2, 3, 4]

Тема 6. Расчетная стадия (процессорная стадия).

Содержание темы 6: Типы анализов и выбор опций расчета. Определение времени расчета и количества итераций. Определение начальных условий. Способы определения граничных условий. Задание условий в табличном виде. Задание условий из предыдущих расчетов.

Литература к теме 6 [2, 4]

Тема 7. Анализ результатов моделирования (постпроцессорная стадия).

Содержание темы 7: Открытие базы данных результатов на нужном шаге расчета. Получение деформированной сетки модели. Построение полей распределения температуры, перемещений и деформаций. Работа с векторным дисплеем. Определение результатов расчета в необходимом узле модели. Хранение результатов в необходимом виде. Получение истории изменения параметров расчета во времени. Создание анимации.

Литература к теме 7: [2, 4]

3.3 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/заочн	Литература
1	Изучение интерфейса и возможностей создания конечно-элементных моделей в программном комплексе ANSYS. Определение начальных и граничных условий и выполнения расчета по разработке модели процесса. Получение результатов расчета в графическом и табличном виде.	4/0,5	[1,2,7]
2	Моделирование нагрева металла в печи. Моделирование ускоренного охлаждения проката.	4/0,5	[1,6,7]
3	Моделирование процесса пластической деформации.	4/0,5	[1,2,7]
4	Расчет деталей металлургического оборудования на прочность.	5/0,5	[1,6,7]
ИТОГО:		17/2	

3.4 Лабораторные работы

Лабораторные работы по дисциплине учебным планом не предусмотрены.

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	36/76
2	Подготовка к практическим занятиям	17/38
3	Подготовка к лабораторным работам	-
4	Выполнение курсового проекта	-
5	Выполнение курсовой работы	-/-
6	Выполнение индивидуального задания	
ИТОГО:		53/114

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) и индивидуальное задание по дисциплине учебным планом не предусмотрены.

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;

- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;

- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;

- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;

- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;

- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;

- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;

- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;

- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;

- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;

- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;

- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;

- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

1. Раскрыть классификацию методов моделирования технологических процессов и систем.
2. Привести краткий обзор развития методов моделирования.
3. Привести классификацию программ компьютерного проектирования и моделирования.
4. Описать программу AutoCAD, ее особенности, преимущества и недостатки.
5. Описать программу Компас-3D, ее особенности, преимущества и недостатки.
6. Описать программу SolidWorks, ее особенности, преимущества и недостатки.
7. Описать программу ANSYS, ее особенности, преимущества и недостатки.
8. Описать программу LS-DYNA, ее особенности, преимущества и недостатки.
9. Описать программу ABAQUS, ее особенности, преимущества и недостатки.
10. Описать программу DEFORM-3D, ее особенности, преимущества и недостатки.
11. Раскрыть основные цели, задачи и принципы математического моделирования.
12. Описать возможности использования методов математического моделирования в металлургическом производстве.
13. Привести методику математического моделирования. Привести классификацию моделируемых процессов по характеру протекания и физическим законам.
14. Раскрыть понятие начальных и граничных условий.
15. Раскрыть сущность метода конечных элементов.
16. Привести составные части пакета ANSYS, и их назначение.
17. Привести типы файлов, которые используются в пакете ANSYS.
18. Привести основные меню и кнопки пакета ANSYS.
19. Привести основные команды menu utilities и main menu. Привести составные части пакета ANSYS, и их назначение.
20. Привести основные типы конечных элементов для прочностных расчетов.
21. Привести основные типы конечных элементов для тепловых расчетов.
22. Описать операции построения графических примитивов - ключевых точек в пакете ANSYS.
23. Описать операции построения графических примитивов - линий в пакете ANSYS.

24. Описать операции построения графических примитивов - прямо-и многоугольников в пакете ANSYS.

25. Описать операции построения графических примитивов - кругов, и секторов в пакете ANSYS.

26. Описать операции построения графических примитивов - закруглений в пакете ANSYS.

27. Описать операции построения графических примитивов - призмы и цилиндры в пакете ANSYS.

28. Описать операции булевой алгебры в пакете ANSYS.

29. Описать операцию определения свойств материала в пакете ANSYS.

30. Описать операцию создания контактных пар в пакете ANSYS.

31. Описать операцию определения типа анализа и выбора опций расчета в пакете ANSYS.

32. Описать операцию определения времени расчета и количества итераций в пакете ANSYS.

33. Описать операцию определения начальных условий в пакете ANSYS.

34. Описать операцию определения граничных условий для процессов деформации в пакете ANSYS.

35. Описать операцию определения граничных условий для процессов тепло массообмена в пакете ANSYS.

36. Описать операцию определения граничных условий в табличном виде в пакете ANSYS.

37. Описать операцию запуска задачи на расчет в пакете ANSYS.

Описать операцию открытия базы данных результатов на нужном шаге расчета в пакете ANSYS.

38. Описать операцию получения деформированной сетки модели в пакете ANSYS.

39. Описать операцию построения полей распределения температуры, перемещений и деформаций в пакете ANSYS.

40. Описать операцию определения результатов расчета в необходимом узле модели в пакете ANSYS.

41. Описать операцию хранения результатов расчетов в табличном и графическом виде в пакете ANSYS.

42. Описать операцию получения истории изменения параметров расчета во времени в пакете ANSYS.

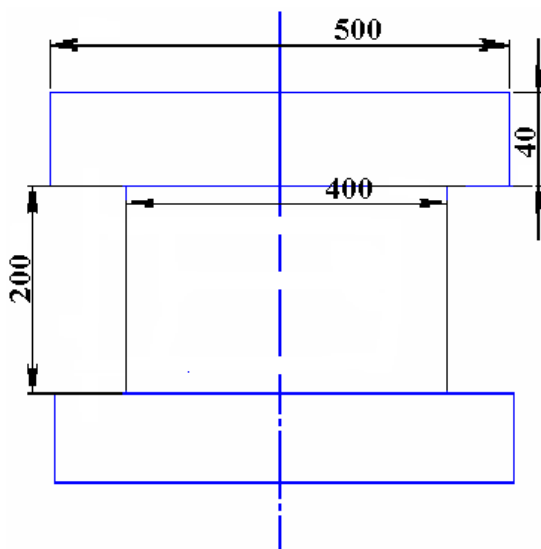
43. Описать операцию создания анимации в пакете ANSYS.

Пример экзаменационного билета

Программа:	магистратура
Направление подготовки:	(бакалавриат, специалитет, магистратура) 22.04.02 Металлургия
Направленность (профиль):	(код, название) Обработка металлов давлением
Семестр:	1
Учебная дисциплина:	Компьютерное моделирование и оптимизация процессов обработки металлов давлением

БИЛЕТ №2

1. Привести составные части пакета ANSYS, и их назначение.



2. Заготовка деформируется верхней плитой. Нижняя плита неподвижна. Степень деформации 40 мм. Свойства стали: плотность 7800 кг/м³, модуль Юнга $2 \cdot 10^{11}$ Па, коэффициент Пуассона 0,33. Составить алгоритм создания компьютерной модели процесса деформации с помощью пользовательского интерфейса пакета ANSYS.

Утверждено на заседании кафедры

Обработка металлов давлением
(наименование кафедры полностью)

Протокол

Зав. кафедрой

(подпись)

Снитко С.А.
(Ф.И.О.)

Экзаменатор

(подпись)

Снитко С.А.
(Ф.И.О.)

4.3 Критерии оценивания

Оценка испытания по 100-балльной шкале формируется как сумма баллов набранных за ответы на вопросы билета. По каждому вопросу:

– «50 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил умение свободно, логично, четко и ясно предоставлять грамотные, правильные ответы на поставленный вопрос с использованием терминологии и символики в необходимой логической последовательности, а также сведений из других дисциплин и знаний, приобретенных ранее; твердые практические навыки с творческим применением полученных теоретических знаний; использование и предоставление полного обоснования наиболее эффективных и рациональных методов поиска решения; умение использовать приобретенные знания и навыки в

нестандартных ситуациях, требующих выхода на иной, более высокий уровень знаний;

– «40 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент проявил высокий уровень знаний при ответе на вопрос, показал умение применять теоретические знания для решения поставленной задачи, четко владеет и применяет аналитические зависимости для условий задачи, умеет формулировать выводы, однако при ответе допустил некоторые неточности;

– «30 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил умение свободно предоставлять правильные ответы на поставленные вопросы с использованием терминологии, а также знаний, приобретенных ранее; наличие несущественных недостатков или нарушения последовательности изложения; использование не самых рациональных методов поиска решения;

– «20 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил базовые знания по вопросу, знание основных закономерностей, описывающих заданный процесс, однако допустил существенные ошибки при ответе, не смог систематизировать исходные данные и сформулировать выводы;

– «10 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил владение основными положениями материала, но фрагментарно и непоследовательно дает ответы на поставленные вопросы; имеет слабые практические навыки;

– «0 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил незначительный общий объем знаний, фрагментарно и непоследовательно дает ответы на поставленные вопросы с принципиальными ошибками;

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	Удовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме экзамена в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете.

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам контрольных опросов в ходе проведения практических занятий.

4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях

1. Назовите основные элементы интерфейса программного комплекса ANSYS.

2. Назовите граничные условия, которые необходимо задать при моделировании процессов деформирования металла.
3. Назовите граничные условия, которые необходимо задать при моделировании тепловых процессов.
4. Охарактеризуйте возможности пакета ANSYS в части определения свойств материала.
5. Охарактеризуйте возможности пакета ANSYS в части выполнения прочностных расчетов.

4.5 Курсовое проектирование

Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Компьютерное моделирование процессов обработки металлов давлением [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / А.А. Богатов, Д.А. Павлов, М.В. Ерпалов и др.; под общ.ред. А.А. Богатова. - 28 Мб. - Екатеринбург: Изд-во Урал.ун-та, 2018. - 1 файл. - Систем.требования: AcrobatReader. <http://ed.donntu.ru/books/19/cd9127.pdf>
2. Каплун, А.Б. ANSYS в руках инженера [Электронный ресурс]: практическое руководство / А.Б. Каплун, Е.М. Морозов, М.А. Олферьева; предисл. А.С. Шадского. - Изд. стер. - 10 Мб. - Москва: ЛИБРОКОМ, 2015. - 1 файл. - Систем.требования: AcrobatReader. <http://ed.donntu.ru/books/19/cd9122.pdf>
3. Яковченко, А.В. Методы компьютерного моделирования напряжения течения металла в процессах горячей пластической деформации [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов образовательных учреждений высшего профессионального образования / А.В. Яковченко, С.А. Снитко, Н.И. Ивлева; ГОУВПО "ДОННТУ". - 44 Мб. - Донецк: ГОУВПО "ДОННТУ", 2018. - 1 файл. - Систем.требования: AcrobatReader. <http://ed.donntu.ru/books/18/cd8221.pdf>

II Дополнительная литература

4. Денисов, М.А. Компьютерное проектирование. ANSYS [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / М.А. Денисов; Урал.федер. ун-т им. первого Президента России Б.Н. Ельцина. - 11 Мб. - Екатеринбург: Изд-во Урал.ун-та, 2014. - 1 файл. - Систем.требования: AcrobatReader. <http://ed.donntu.ru/books/cd5873.pdf>
5. Каргин, В.Р. Моделирование прессования в программе DEFORM-2D [Электронный ресурс]: электронное учебное пособие по практическим занятиям / В.Р. Каргин, Б.В. Каргин, Я.А. Ерисов; ГОУВПО "Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. акад. С.П. Королева (Нац. исслед. ин-т)". - 4 Мб. - Самара: [б.и.], 2015. - 1 файл. - Систем.требования: AcrobatReader <http://ed.donntu.ru/books/19/cd9124.pdf>
6. Снитко, С.А. Автоматизированное проектирование колес, калибровок, инструмента деформации и процессов в колеспрокатном производстве [Электронный ресурс]: монография / С.А. Снитко, А.В. Яковченко, Н.И. Ивлева. -

17 Мб. - Донецк: ГОУВПО "ДОННТУ", 2017. - 1 файл. - Систем. требования: AcrobatReader <http://ed.donntu.ru/books/18/cd8180.pdf>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

7. Методические указания к проведению практических занятий по дисциплине "Компьютерное моделирование и оптимизация процессов ОМД" [Электронный ресурс] : направление подготовки: 22.07.02 "Металлургия" : магистерская программа: "Обработка металлов давлением" / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. обраб. металлов давлением ; сост. С. А. Снитко. - 704 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2019. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/20/m5302.pdf>

8. Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине "Компьютерное моделирование и оптимизация процессов ОМД" [Электронный ресурс] : направление подготовки: 22.04.02 "Металлургия" : магистерская программа: "Обработка металлов давлением" : (для обучающихся очной и заочной форм обучения) / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. обраб. металлов давлением ; сост. С. А. Снитко. - 201 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2019. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/20/m5306.pdf>

9. Методические указания к выполнению индивидуального задания по дисциплине "Компьютерное моделирование и оптимизация процессов ОМД" [Электронный ресурс] : направление подготовки: 22.04.02 "Металлургия" : магистерская программа: "Обработка металлов давлением" : (для обучающихся очной и заочной форм обучения) / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. обраб. металлов давлением ; сост. С. А. Снитко. - 181 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2019. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/20/m5304.pdf>

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

ЭБС IPR SMART – <http://www.iprbookshop.ru>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Учебная аудитория № 5.350 для проведения занятий лекционного (мультимедийное оборудование: компьютер, мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные плакаты. ПК: Монитор LG Flatron F 700B 17", Компьютер IntelCore 2Duo E8400 3.0 Ghz, операционная система Linux Ubuntu 18.04, пакет программ LibreOffice 6.3.0).

2. Учебная аудитория № 5.350 для проведения практических занятий (мультимедийное оборудование: компьютер, мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные плакаты. ПК: Монитор LG Flatron F 700B 17", Компьютер IntelCore 2Duo E8400

3.0 Ghz, операционная система Linux Ubuntu 18.04, пакет программ LibreOffice 6.3.0).

3. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3. (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPR SMART), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.