

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



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

(подпись)

А.А. Каракозов

« 31 » 03 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.09 Методы решения задач обработки металлов давлением**

Направление подготовки: 22.04.02 «Металлургия»

Направленность (профиль): Обработка металлов давлением

Программа: магистратура

Форма обучения: очная, заочная

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	2	2
Общая трудоёмкость в з.е./часах	5/180	5/180
Контактная работа (час.)	72	14
Лекции (час.)	34	4
Практические (семинарские) занятия (час.)	34	4
Лабораторные работы (час.)	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе	54	130
Курсовой проект(работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Экзамен, 54	Экзамен, 36

Донецк, 2023 г.



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

## 1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Методы решения задач обработки металлов давлением» рассматривает научные и практические аспекты решения задач обработки металлов давлением на базе аналитических и численных методов с использованием специализированных компьютерных программ.

*Цель дисциплины* - изучение корректной постановки краевых задач обработки металлов давлением и методов их аналитического и численного решения с использованием специализированных компьютерных программ.

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:* отечественную и международную нормативные базы в части требований к металлопродукции, научную проблематику, методы и средства планирования и проведения научных исследований; корректную постановку краевых задач обработки металлов давлением; методы аналитического и численного решения задач обработки металлов давлением; сущность вариационных методов решения задач обработки металлов давлением; метод планируемого эксперимента и его использование при решении задачах обработки металлов давлением; методы компьютерной разработки эмпирических формул расчета среднего в очаге деформации напряжения течения металла и расчета эпюр напряжения течения металла.

*уметь:* применять актуальную нормативную документацию, анализировать новую научную проблематику, применять методы и средства планирования и проведения научных исследований; выполнить корректную постановку краевых задач обработки металлов давлением; применить на практике метод планируемого эксперимента при решении задач обработки металлов давлением; разработать формулу расчета уширения и силы прокатки на базе вывода поля скоростей течения металла при его прокатке в очаге деформации; разработать формулу расчета среднего в очаге деформации напряжения течения металла используя специализированную компьютерную программу; выполнить расчет эпюры распределения напряжения течения металла в очаге деформации с учетом истории процесса нагружения, используя специализированную компьютерную программу.

*владеть:* основными методами и средствами планирования и проведения научных исследований; инженерным и энергетическим методами, а также методом планируемого эксперимента; методами математической статистики и компьютерными методами разработки эмпирических формул напряжения течения металла.

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: теория пластического течения твердых тел, теория обработки металлов давлением, начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика, обработка металлов давлением, математическая поддержка металлургических технологий.

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин (металлосберегающие технологии обработки металлов давлением, совмещенные процессы обработки металлов давлением, , 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 тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ.	Лабор.	СРС
Тема 1. Предмет курса и его основные задачи. Методика изучения курса. Постановка трехмерных по пространству краевых задач обработки металлов давлением. Начальные и граничные условия.	16/19	4/0,5	5/0,5	-	7/18
Тема 2. Инженерный метод решения задач обработки металлов давлением.	17/19	5/0,5	5/0,5	-	7/18
Тема 3. Энергетический метод решения задач обработки металлов давлением.	18/19	5/0,5	5/0,5	-	8/18
Тема 4. Вариационный метод решения задач обработки металлов давлением.	17/20	5/0,5	4/0,5	-	8/19
Тема 5. Метод планируемого эксперимента при решении задач обработки металлов давлением.	18/20	5/0,5	5/0,5	-	8/19
Тема 6. Методы расчета напряжения течения металла.	18/20	5/0,5	5/0,5	-	8/19
Тема 7. Компьютерные методы разработки формул расчета напряжения течения металла.	18/21	5/1	5/1	-	8/19
Контактная работа (дополнительная)	4/6				
Курсовая работа (проект)	0/0				0/0
Итого по видам занятий	126/144	34/4	34/4	-	54/130
Контроль	<b>54/36</b>				
<b>Итого:</b>	<b>180/180</b>				

## Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

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

### 3.2. Лекции

Тема 1. *Предмет курса и его основные задачи. Методика изучения курса. Постановка трехмерных по пространству краевых задач обработки металлов давлением. Начальные и граничные условия.*

Содержание темы 1: Обзор развития методов решения задач обработки металлов давлением. Краевые условия. Математическая модель внутреннего механизма процессов обработки металлов давлением для линейно-вязкой несжимаемой сплошной среды. Анализ кинематических, динамических и смешанных граничных условий в задачах обработки металлов давлением.

Литература к теме 1: [\[1,3,4\]](#).

Тема 2. *Инженерный метод решения задач обработки металлов давлением.*

Содержание темы 2: Вывод формулы расчета силы при осадке круглой в сечении заготовки на гладких плитах на основе решения системы приближенных дифференциальных уравнений равновесия и пластичности.

Литература к теме 2: [\[2,3,4\]](#).

Тема 3. *Энергетический метод решения задач обработки металлов давлением.*

Содержание темы 3: Разработка поля скоростей при прокатке полосы на гладких валках и формул для расчета полной мощности деформации и показателя уширения.

Литература к теме 3: [\[3,4\]](#).

Тема 4. *Вариационный метод решения задач обработки металлов давлением.*

Содержание темы 4: Дифференциальные и интегральные вариационные принципы. Метод решения задач обработки металлов давлением на базе вариационного функционала.

Литература к теме 4: [\[3,4\]](#).

Тема 5. *Метод планируемого эксперимента при решении задач обработки металлов давлением;*

Содержание темы 5: Основные этапы и принципы планирования эксперимента, кодирование факторов, ортогональные и ротатабельные планы второго порядка, проверка адекватности модели.

Литература к теме 5: [\[1\]](#).



### Тема 6. *Методы расчета напряжения течения металла.*

Содержание темы 6: Фундаментальные положения о зависимости напряжения течения металла от температуры, степени и скорости деформации; современные представления: учет истории процесса нагружения, процессов динамического преобразования структуры при горячей деформации углеродистых сталей, методы компьютерного расчета эпюр напряжения течения металла в очаге деформации при осадке заготовок и прокатке полосы на гладких валках.

Литература к теме 6: [1,6].

### Тема 7. *Компьютерные методы разработки формул расчета напряжения течения металла.*

Содержание темы 7: Метод автоматизированного расчета констант эмпирических формул (для расчета напряжения течения металла) на основе сплайн-интерполяции экспериментальной информации, теории планируемого эксперимента и метода наименьших квадратов.

Литература к теме 7: [1,6].

## 3.3. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. (очн/заочн)	Литература
1	Постановка трехмерных по пространству краевых задач обработки металлов давлением. Начальные и граничные условия.	5/0,5	[1,3,4,7]
2	Инженерный метод решения задач обработки металлов давлением.	5/0,5	[2,3,4,7]
3	Энергетический метод решения задач обработки металлов давлением.	5/0,5	[3,4,7]
4	Вариационный метод решения задач обработки металлов давлением.	4/0,5	[3,4,7]
5	Метод планируемого эксперимента при решении задач обработки металлов давлением;	5/0,5	[1,7]
6	Методы расчета напряжения течения металла.	5/0,5	[1,6,7]
7	Компьютерные методы разработки формул расчета напряжения течения металла.	5/1	[1,6,7]
<b>Итого:</b>		34/4	

## 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.
1	Изучение лекционного материала	27/65
2	Подготовка к практическим занятиям	27/65
3	Подготовка к лабораторным работам	-
4	Выполнение курсового проекта	-
5	Выполнение курсовой работы	-
6	Выполнение индивидуального задания	-
Итого:		54/130

### 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. Сформулируйте постановку трехмерных по пространству краевых задач обработки металлов давлением. Поясните суть начальных и граничных условий.

2. Основные особенности математической модели внутреннего механизма процессов обработки металлов давлением для линейно-вязкой несжимаемой сплошной среды.

3. Запишите граничное условие непроницаемости (обтекания) для случая прокатки полосы на гладких цилиндрических валках.

4. Поясните суть инженерного метода решения задач обработки металлов давлением. Выполните вывод формулы расчета силы при осадке круглой в сечении заготовки на гладких плитах на основе решения системы приближенных дифференциальных уравнений равновесия и пластичности.

5. Поясните суть энергетического метода решения задач обработки металлов давлением. Укажите основные этапы разработки поля скоростей при прокатке полосы на гладких валках и формул для расчета полной мощности деформации и показателя уширения.

6. Выполните вывод уравнений, описывающих поверхность очага деформации при прокатке полосы на гладких валках в зоне контакта металла с валками и в зоне боковой поверхности полосы.

7. Поясните суть вариационного метода решения задач обработки металлов давлением. Сформулируйте дифференциальные и интегральные вариационные принципы. Изложите суть метода решения задач обработки металлов давлением на базе вариационного функционала.

8. Дайте определение параметру  $\sigma$  – напряжение течения металла.

9. Дайте определение факторам:  $\varepsilon$  – степень деформации,  $U$  – скорость деформации. По каким формулам выполняют расчет степени деформации (относительной деформации в долях единицы и истинной (логарифмической) деформации, а также скорости деформации.

10. Докажите справедливость соотношения  $\ln \frac{H}{h} = \ln(1 - \varepsilon)^{-1}$ , где

$\varepsilon = \frac{H-h}{H}$ ;  $H, h$  – высота полосы до и после обжатия, соответственно;  $\ln \frac{H}{h}$  – величина (степень) суммарной относительной или истинной (логарифмической) деформации.

11. Раскройте физический смысл влияния степени деформации  $\varepsilon$ , скорости деформации  $U$  и температуры  $T$  на напряжение течения металла  $\sigma$ . Укажите единицы измерения величин  $\sigma, \varepsilon, U, T$ .

12. Расскажите об основных этапах метода автоматизированного определения напряжения течения металла.

13. Какие этапы включает процесс ввода в компьютерную базу цифровой информации о конкретной марке стали?

14. В чем заключаются особенности математической модели, на базе которой выполняется компьютерная сплайн-интерполяция экспериментальной информации о кривых упрочнения?

15. Назовите известные методы моделирования напряжения течения металла с учетом истории процесса нагружения.

16. Дайте характеристику структуры формулы А. Надаи и раскройте физический смысл влияния на напряжение течения металла  $\sigma$  входящих в нее производных  $\frac{d\varepsilon}{d\tau}$ ,  $\frac{dU}{d\tau}$ ,  $\frac{dT}{d\tau}$  и частных производных  $\frac{\partial\sigma}{\partial\varepsilon}$ ,  $\frac{\partial\sigma}{\partial U}$ ,  $\frac{\partial\sigma}{\partial T}$ ,  $\frac{\partial\sigma}{\partial\tau}$ .

17. Опишите последовательность расчета массивов  $\varepsilon$ ,  $U$ ,  $\tau$  в зависимости от таблично заданной цифровой информации и расчета производных  $\frac{d\varepsilon}{d\tau}$ ,  $\frac{dU}{d\tau}$ ,  $\frac{dT}{d\tau}$  и частных производных  $\frac{\partial\sigma}{\partial\varepsilon}$ ,  $\frac{\partial\sigma}{\partial U}$ ,  $\frac{\partial\sigma}{\partial T}$ ,  $\frac{\partial\sigma}{\partial\tau}$ .

18. Дайте характеристику математической модели процесса прокатки полосы на гладких цилиндрических валках с радиусом  $R$  для упрощенного расчета степени деформации  $\varepsilon$  и времени  $\tau$  по длине очага.

19. Почему степень деформации  $\varepsilon$ , скорости деформации  $U$  изменяются по длине очага деформации. Изобразите типичный вид кривых для функций  $\sigma$ ,  $\varepsilon$ ,  $U$  по длине очага деформации.

20. Опишите последовательность расчета напряжения течения металла с учетом истории процесса нагружения  $\sigma = f(\tau, \varepsilon, U, T)$  на базе уравнения А. Надаи.

21. Напряжение течения металла  $\sigma$  в первой половине очага деформации интенсивно растет. Объясните механизм превалирования процессов упрочнения над разупрочнением.

22. Во второй половине очага деформации рост  $\sigma$  замедляется, а затем ближе к выходу из очага деформации напряжение течения металла может уменьшаться. Объясните механизм превалирования процессов разупрочнения над упрочнением.

23. Дайте характеристику метода расчета напряжения течения металла Андреюка и др. При каких значениях термомеханических факторов  $\sigma$ ,  $\varepsilon$ ,  $U$  определено базисное значение напряжения течения металла  $\sigma_0$ ?

24. Дайте характеристику структуры формулы расчета напряжения течения металла  $\sigma$ , предложенной в методе расчета напряжения течения металла Л.В. Андреюка и др. Каким образом учитывается влияние химического состава стали на величину  $\sigma$ ?

25. Дайте характеристику структуры формулы расчета напряжения течения металла  $\sigma$ , предложенной в методе расчета напряжения течения металла В.А. Николаева.

26. Для каких групп сталей в методе В.А. Николаева разработаны эмпирические формулы для расчета базисного значения напряжения течения металла  $\sigma_0$  и поправочные коэффициенты  $k_\varepsilon$ ,  $k_U$ ,  $k_T$ , учитывающие влияние степени деформации  $\varepsilon$ , скорости деформации  $U$  и температуры  $T$  на величину  $\sigma$ ?

27. Поясните сущность метода В.И. Зюзина определения напряжения течения металла  $\sigma$  (метода термомеханических коэффициентов). По каким формулам производят расчет коэффициентов  $k_\varepsilon$ ,  $k_U$  и  $k_T$ . Расскажите об основных этапах вывода формулы  $\sigma = A\varepsilon^{n_1}U^{n_2}/e^{-n_3T}$ .

28. В чем заключаются особенности научно-обоснованного выбора наиболее рациональных точек в области изменения факторов  $\varepsilon, U, T$  и соответствующих экспериментальных значений  $\sigma_{эксп}$  для выполнения анализа точности формул расчета напряжения течения металла.

29. Расскажите об основных этапах разработки эмпирических формул расчета напряжения течения металла и характеристиках для их оценки.

30. Перечислите разновидности типов кривых деформационного упрочнения. В чем заключаются особенности определения напряжения течения металла  $\sigma$  на их основе в ручном режиме?

31. Дайте характеристику методики автоматизированного расчета напряжения течения металла на базе кривых деформационного упрочнения при фиксированных значениях скоростей деформаций или температур.

32. Какие этапы включает процесс ввода в компьютерную базу цифровой информации о конкретной марке стали?

33. В чем заключаются особенности математической модели, на базе которой выполняется компьютерная сплайн-интерполяция экспериментальной информации о кривых упрочнения?

34. В чем заключаются особенности методики автоматизированного расчета напряжения течения металла на базе кривых степенного, скоростного и температурного термомеханических коэффициентов?

35. Расскажите о сущности методики автоматизированного расчета констант эмпирических формул на основе сплайн-интерполяции экспериментальной информации, теории планируемого эксперимента и метода наименьших квадратов.

36. Какие основные этапы включает планирование эксперимента (по плану второго порядка на основе центрального композиционного ортогонального планирования) в зависимости от трех факторов  $\varepsilon, U, T$  с целью определения констант эмпирических формул расчета напряжения течения металла  $\sigma$ .

37. В чем заключается сущность метода наименьших квадратов, являющегося одним из базовых методов регрессионного анализа для оценки неизвестных параметров регрессионных моделей по выборочным данным.

38. В чем заключается сущность методики автоматизированного расчета констант эмпирических формул в виде, который предложил В.И. Зюзин, а также в

виде полинома второй степени на основе сплайн-интерполяции экспериментальной информации, теории планируемого эксперимента и метода наименьших квадратов.

39. В чем заключается сущность общего метода определения констант эмпирической формулы для варианта, когда количество опытов (в матрице планируемого эксперимента) превышает количество констант? С какой целью в общем методе используется метод наименьших квадратов?

40. Дайте характеристику метода проверки адекватности математической модели данным эксперимента с использованием  $F$  – критерия Фишера. Запишите формулу для определения  $F$  – критерия Фишера в случае многомерной регрессии.

41. Дайте характеристику метода оценки значимости коэффициента регрессии с помощью критерия Стьюдента. Если коэффициент при факторе незначимый, то означает ли это, что данный фактор не влияет (или влияет незначимо) на параметр?

42. Как рассчитывают среднюю относительную ошибку аппроксимации на основе эмпирической формулы по отношению к экспериментальной информации?

43. Дайте определение экстраполяции. В каких случаях возникает необходимость выполнения экстраполяции на базе эмпирических формул расчета напряжения течения металла  $\sigma$ ?

44. Дайте характеристику структуры компьютерной базы цифровой информации о зависимости  $\sigma = f(\varepsilon, U, T)$  для конкретной марки стали.

45. Назовите задачи, которые можно решать, используя компьютерную базу цифровой информации о зависимости  $\sigma = f(\varepsilon, U, T)$  для конструкционных, инструментальных и нержавеющей сталей.



### Пример экзаменационного билета

Программа:	магистратура (бакалавриат, специалитет, магистратура)
Направление подготовки (специальность):	22.04.22 «Металлургия» (код, название)
Направленность (профиль):	Обработка металлов давлением (название)
Семестр:	2 семестр
Учебная дисциплина:	Методы решения задач обработки металлов давлением

#### БИЛЕТ № 7

1. Поясните суть инженерного метода решения задач ОМД. Выполните вывод формулы расчета силы при осадке круглой в сечении заготовки на гладких плитах на основе решения системы приближенных дифференциальных уравнений равновесия и пластичности.

2. Расскажите о сущности методики автоматизированного расчета констант эмпирических формул на основе сплайн-интерполяции экспериментальной информации, теории планируемого эксперимента и метода наименьших квадратов.

Утверждено на заседании кафедры	Обработка металлов давлением (наименование кафедры полностью)
Протокол	
Зав. кафедрой	Снитко С.А. (Ф.И.О.)
Экзаменатор	Яковченко А.В. (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*	
		Неудовлетворительно

\* – 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. Дайте определение параметру  $\sigma$  – напряжение течения металла.
2. Дайте определение факторам:  $\varepsilon$  – степень деформации,  $U$  – скорость деформации.
3. По каким формулам выполняют расчет степени деформации (относительной деформации в долях единицы и истинной (логарифмической) деформации, а также скорости деформации.

4. Докажите справедливость соотношения  $Ln \frac{H}{h} = Ln(1 - \varepsilon)^{-1}$ , где  $\varepsilon = \frac{H-h}{H}$ ;  $H, h$  – высота полосы до и после обжатия, соответственно;  $Ln \frac{H}{h}$  – величина (степень) суммарной относительной или истинной (логарифмической) деформации.

5. Раскройте физический смысл влияния степени деформации  $\varepsilon$ , скорости деформации  $U$  и температуры  $T$  на напряжение течения металла  $\sigma$ . Укажите единицы измерения величин  $\sigma, \varepsilon, U, T$ .

Согласно учебному плану, по дисциплине «Методы решения задач обработки металлов давлением» лабораторные занятия не предусмотрены.

#### **4.5 Курсовое проектирование**

Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен.

### **5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### ***I Основная литература***

1. 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>

2. Загиров, Н. Н. Теория обработки металлов давлением : учебное пособие / Н. Н. Загиров, С. Б. Сидельников, Е. В. Иванов. — 3-е изд. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 148 с. — ISBN 978-5-7638-3894-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/84158.html>

3. Золотухин П.И. Теория обработки металлов давлением : учебное пособие для СПО / Золотухин П.И., Володин И.М.. — Липецк, Саратов : Липецкий государственный технический университет, Профобразование, 2020. — 198 с. — ISBN 978-5-88247-957-1, 978-5-4488-0756-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/92837.html>

#### ***II Дополнительная литература***

4. 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>

5. Лещева, О. В. Математическое моделирование производственных процессов : учебное пособие / О. В. Лещева. — Саратов : Вузовское образование,

2021. — 208 с. — ISBN 978-5-4487-0764-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102239.html> (дата обращения: 06.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.ru/10.23682/102239>

6. Снитко, С.А. Автоматизированное проектирование колес, калибровок, инструмента деформации и процессов в колесопрокатном 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 студентов по дисциплине "Методы решения задач обработки металлов давлением" [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. А.В. Яковченко]. - 294 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2019. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/20/m5309.pdf>

8. Методические указания к организации самостоятельной работы студентов по дисциплине "Методы решения задач обработки металлов давлением" [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. А.В. Яковченко]. - 383 Кб. - Донецк: ГОУВПО "ДОННТУ", 2019. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/20/m5308.pdf>

9. Методические указания к выполнению индивидуального задания по дисциплине "Методы решения задач обработки металлов давлением" [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. А.В. Яковченко]. - 359 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2019. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/20/m5311.pdf>

### **Электронно-информационные ресурсы**

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

ЭБС IPR SMART - <http://iprbookshop.ru>

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Учебная аудитория № 5.350 для проведения занятий лекционного (мультимедийное оборудование: компьютер, мультимедийный проектор, экран; спе-



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 IPRbooks), 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.