



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ  
ДАВЛЕНИЕМ***

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Направленность (профиль/специализация) программы  
Обработка металлов и сплавов давлением (прокатное производство)

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Технологий обработки материалов
Курс	5

Магнитогорск  
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологий обработки материалов  
18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.Б. Моллер

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:  
профессор кафедры ТОМ, д-р техн. наук

 А.М. Песин

Рецензент:  
зав. кафедрой ТСиСА, д-р техн. наук

 И.Ю. Мезин

Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от 08 сентября 2020 г. № 1  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 202\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 202\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 202\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Методы оптимизации» являются развитие у студентов личностных качеств и формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Методы оптимизации процессов обработки металлов давлением входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Моделирование процессов и объектов в металлургии

Планирование эксперимента

Математика

Информатика и информационные технологии

Математическая статистика в металлургии

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Проектная деятельность

Курсовая научно-исследовательская работа

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Методы оптимизации процессов обработки металлов давлением» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-11 готовностью выявлять объекты для улучшения в технике и технологии	
Знать	Ключевые термины и понятия теории оптимизации. Основные методы оптимизации технологических процессов ОМД. Последовательные этапы реализации оптимизационных задач. Общие алгоритмы решения задач оптимизации дифференциальными и численными методами. Типовые задачи оптимального производственного планирования и управления.
Уметь	использовать знания фундаментальных основ, подходы и методы математики в обучении и профессиональной деятельности; объяснять и анализировать сущность и особенности основных методов оптимизации технологических процессов и свойств материалов; выбирать возможные и наиболее эффективные методы оптимизации технологических процессов и свойств материалов

Владеть	математическим аппаратом теории решения задач оптимизации; навыками выбора и практического применения возможных и наиболее эффективных методов оптимизации технологических процессов и свойств материалов; навыками корректировки технологические процессы на основе анализа результатов задач оптимизации технологических процессов и свойств материалов
---------	---



4.1 Постановка задачи. Графический метод. Симплекс-метод	5	0,5		1/0,25И	22,3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию	Устный опрос. Лабораторная работа	ПК-11
Итого по разделу		0,5		1/0,25И	22,3			
5. Задачи нелинейного программирования								
5.1 Постановка задачи. Модели нелинейного программирования	5	1			22,3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию	Устный опрос. Лабораторная работа	ПК-11
Итого по разделу		1			22,3			
6. Практическое применение методов оптимизации								
6.1 Практическое применение методов оптимизации при решении экстремальных задач по разработке технологических процессов получения перспективных материалов	5	1		2/0,5И	16,4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	Устный опрос	ПК-11
Итого по разделу		1		2/0,5И	16,4			
Итого за семестр		4		6/2И	122,4		экзамен	
Итого по дисциплине		4		6/2И	122,4		экзамен	ПК-11

## **5 Образовательные технологии**

В изложении лекционного материала и при проведении лабораторных занятий предполагается переход от репродуктивных методов обучения к частично-поисковым и исследовательским методам, развивающим логическое, теоретическое мышление, умение аргументировать и отстаивать собственное понимание вопроса. С этой целью возможно использование методов эвристических вопросов и брэйнсторминга (мозговой атаки).

При проведении лабораторных работ предполагается использование технологии модульного обучения и коллективного взаимообучения (парная работа трех видов: стати-ческая пара, динамическая пара, вариационная пара).

Самостоятельная работа студентов должна быть направлена на закрепление теоретического материала, изложенного преподавателем, на проработку тем, отведенных на самостоятельное изучение, на подготовку к лабораторным занятиям и итоговой аттестации.

В ходе занятий предполагается использование комплекса инновационных методов активного обучения студентов, включающего в себя:

- создание проблемных ситуаций с показательным решением проблемы преподавателем;
- самостоятельную поисковую деятельность в решении учебных проблем, направляемую преподавателем;
- самостоятельное решение проблем студентами под контролем преподавателя.

Реализация инновационных методов обучения возможна с использованием следующих приемов:

- инструктаж студентов по составлению таблиц, схем, графиков с проведением последующего их анализа;
- применение рекомендаций по составлению тезисов и конспектов по прочитанному материалу;
- раскрытие преподавателем причин и характера неудач, встречающихся при решении проблем;
- демонстрация альтернативных подходов к решению конкретной проблемы;
- анализ полученных результатов и отыскание границ их применимости;
- использование заданий для самостоятельной работы с избыточными данными;
- самостоятельное составление студентами нестандартных задач и др.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Аттеков, А.В., Зарубин, В.С., Канатников А.Н. Методы оптимизации [электрон-ный ресурс]: учеб. пособие: - М.: ИНФРА-М, 2019. - 270 с. - Режим доступа: <https://new.znaniium.com/catalog/document?id=354787> . - Загл. с экрана. ISBN 978-5-369-01037-2.

### **б) Дополнительная литература:**

2. Пантелеев, А.В. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие с мультимедиа сопровождением / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. – М.: Логос, 2011. – 424 с.: ил. - Режим доступа: <https://new.znaniium.com/catalog/document?id=185911> . - Загл. с экра-на. ISBN



978-5-98704-540-4.

3. Рябчикова, Е. С. Методы и теории оптимизации : учебное пособие / Е. С. Рябчи-кова, С. М. Андреев, М. Ю. Рябчиков ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2722.pdf&show=dcatalogues/1/1132040/2722.pdf&view=true> (дата обращения: 04.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электрон-ный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

**в) Методические указания:**

Салганик В.М., Жлудов В.В. К решению задач оптимизации технологических процессов и систем: Методические указания. – Магнитогорск, ГОУ ВПО «МГТУ», 2007. – 45 с.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель

Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий.

Лаборатория информационных технологий по материаловедению (ауд.5412)  
Компьютерная техника с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.  
Специализированная мебель

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Компьютерная техника с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Специализированная мебель

Помещение для самостоятельной работы Компьютерная техника с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Специализированная мебель

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Специализированная мебель.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

По дисциплине предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся, которая предполагает выполнение лабораторных работ

Лабораторная работа № 1 «Метод золотого сечения»;

Лабораторная работа № 2 «Применение производных при решении оптимальных задач с одной переменной»;

Лабораторная работа № 3 «Полиномиальная аппроксимация и методы точечного оценивания»;

Лабораторная работа № 4 «Методы прямого поиска»;

Лабораторная работа № 5 «Графическое решение задачи ЛП с двумя переменными»;

Лабораторная работа № 6 «Симплексный метод решения задач ЛП»

Лабораторная работа № 7 «Безусловный экстремум функции с несколькими переменными».

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся также осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала по отдельным вопросам изучаемых тем.

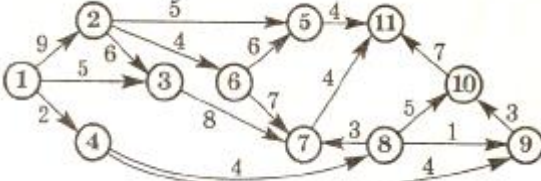
Перечень вопросов, выносимых на самостоятельное изучение:

1. Понятие оптимизационной задачи.
2. Структура и принципиальная схема решения оптимизационных задач.
3. Классификация оптимизационных задач.
4. Классификации методов оптимизации.
5. Задачи линейного программирования. Общая характеристика. Решение задач линейного программирования на ЭВМ.
6. Критерии оптимальности функций с одной переменной.
7. Применение производных при решении оптимальных задач с одной переменной.
8. Метод золотого сечения.
9. Полиномиальная аппроксимация и методы точечного оценивания.
10. Методы прямого поиска.
11. Метод множителей Лагранжа
12. Графическое решение задач линейного программирования с двумя переменными.
13. Симплексный метод решения задач линейного программирования.
14. Безусловный экстремум функции с несколькими переменными.
15. Практическое применение методов оптимизации при решении экстремальных задач по разработке технологических процессов получения перспективных материалов.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-11: готовностью выявлять объекты для улучшения в технике и технологии		
Знать	– основные методы оптимизации.	<p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. История развития методов оптимизации.</li> <li>2. Постановка задачи оптимизации.</li> <li>3. Классификация задач оптимизации.</li> <li>4. Сущность и особенности процедур оптимизации и управления технологическим процессом.</li> <li>5. Методы исключения интервала неопределенности.</li> <li>6. Нелинейное программирование. Классификация задач.</li> <li>7. Общая задача нелинейного программирования.</li> <li>8. Критерий оптимальности.</li> <li>9. Различные формы условий оптимальности в выпуклом программировании.</li> <li>10. Постановка и свойства задач линейного программирования.</li> <li>11. Прямые методы в линейном программировании.</li> <li>12. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.</li> <li>13. Транспортная задача линейного программирования и способы ее решения.</li> <li>14. Элементы двойственности в линейном программировании и основная теорема двойственности.</li> <li>15. Численные методы безусловной оптимизации.</li> <li>16. Оптимизация в условиях неопределенности.</li> <li>17. Основные понятия многокритериальной оптимизации.</li> <li>18. Оптимизация динамических систем.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																								
Уметь	<p>– использовать знания фундаментальных основ, подходы и методы математики в обучении и профессиональной деятельности;</p> <p>– объяснять и анализировать сущность и особенности основных методов оптимизации технологических процессов и свойств материалов;</p> <p>– выбирать возможные и наиболее эффективные методы оптимизации технологических процессов и свойств материалов.</p>	<p><b>Примерные практические задания для зачета:</b></p> <p>1. Решить задачу линейного программирования геометрическим методом</p> $F = 4x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 32 \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 60 \\ -3x_1 + x_2 \leq 50 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$ <p>2. Решить задачу линейного программирования методом модифицированных жордановых исключений</p> $F = -2x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 30 \\ 3x_1 + 3x_2 \leq 60 \\ 3x_1 + x_2 \leq 50 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$ <p>3. Найти критический путь и его продолжительность.</p>  <p>4. Минимизировать целевую функцию в задаче о назначениях для матрицы</p> $\begin{pmatrix} 3 & 1 & 1 & 4 \\ 5 & 6 & 2 & 4 \\ 8 & 1 & 4 & 7 \\ 6 & 9 & 2 & 9 \end{pmatrix}.$ <p>5. Максимизировать целевую функцию в задаче о назначениях для матрицы</p> $\begin{pmatrix} 2 & 3 & 6 & 8 \\ 7 & 5 & 7 & 4 \\ 2 & 5 & 7 & 1 \\ 3 & 1 & 10 & 8 \end{pmatrix}.$ <p>6. Решить закрытую модель транспортной задачи</p> <table border="1" data-bbox="778 1899 1380 2049"> <tbody> <tr> <td></td> <td>20</td> <td>26</td> <td>16</td> <td>38</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>5</td> <td>7</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>7</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p>7. Решить открытую модель транспортной задачи</p>		20	26	16	38	20	40	2	3	6	8	7	35	5	7	4	2	5	45	7	1	3	1	6
	20	26	16	38	20																					
40	2	3	6	8	7																					
35	5	7	4	2	5																					
45	7	1	3	1	6																					

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства										
			20	25	15	40	20					
		35	5	7	4	2	5					
		45	7	1	3	1	6					
		10	2	4	3	3	2					
Владеть	<p>– математическим аппаратом теории <b>решения задач оптимизации;</b></p> <p>– навыками выбора и практического применения возможных и наиболее эффективных методов оптимизации <b>технологических процессов и свойств материалов;</b></p> <p>– навыками корректировки технологические процессов на основе анализа результатов задач оптимизации <b>технологических процессов и свойств материалов.</b></p>	<p><b>Примеры заданий на решение задач из профессиональной области:</b></p> <p>1. Объем производства определяется производственной функцией</p> $Y = 5K^{0,25} L^{0,75}$ <p>стоимость единицы капитальных и трудовых ресурсов одинаковы и равны: <math>r = 10, w = 10</math> (все величины измеряются в условных единицах).</p> <p>Производство имеет ресурсное ограничение <math>C = 80</math>. Требуется определить, каким должно быть распределение ресурсов, обеспечивающее максимальный выпуск продукции.</p> <p>2. Планируется выпустить два вида метизной продукции. Для производства единицы продукции первого вида требуется 2 кг сырья первого вида, 1 кг сырья второго вида. Для производства единицы продукции второго вида требуется 1 кг сырья первого вида, 1 кг сырья второго вида. Наличие сырья первого вида – 10 кг; второго – 17 кг. Прибыль от реализации единицы продукции первого вида – 80 рублей; второго вида – 90 рублей.</p> <p>Разработать оптимальный план выпуска продукции.</p> <p>3. При создании сплава для новой продукции компания использует железную руду, получаемую с четырех различных шахт. Как показал анализ, чтобы получить сталь с заданными технологическими свойствами, нужно обеспечить содержание основных химических элементов А, В, С в исходном сырье</p> <table border="1" data-bbox="778 1921 1481 2098"> <thead> <tr> <th data-bbox="778 1921 1129 1966">Элемент</th> <th data-bbox="1129 1921 1481 2098">Минимальное содержание, кг/т</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="778 1966 1129 2098"></td> <td data-bbox="1129 1966 1481 2098"></td> </tr> </tbody> </table>							Элемент	Минимальное содержание, кг/т		
Элемент	Минимальное содержание, кг/т											

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																							
		<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>30</td> </tr> </table>				A	15	B	90	C	30														
A	15																								
B	90																								
C	30																								
<p>Руда с каждой шахты содержит все три элемента, но в разных количествах.</p> <p>Состав руды приведен в таблице ниже</p>																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Элемент</th> <th colspan="4">Шахта (содержание элементов, кг/т)</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>15</td> <td>4</td> <td>15</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>80</td> <td>120</td> <td>45</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>45</td> <td>100</td> <td>60</td> <td>35</td> </tr> </tbody> </table>		Элемент	Шахта (содержание элементов, кг/т)				1	2	3	4	A	15	4	15	9	B	80	120	45	85	C	45	100	60	35
Элемент	Шахта (содержание элементов, кг/т)																								
	1	2	3	4																					
A	15	4	15	9																					
B	80	120	45	85																					
C	45	100	60	35																					
<p>Задачей менеджеров компании является составление такой допустимой смеси составленной из руды с различных шахт, чтобы в одной ее тонне содержалось минимальное количество необходимых химических элементов при минимальной стоимости использованного сырья. Стоимость одной тонны руды с различных шахт приведена в таблице ниже.</p>																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Шахта</th> <th>Стоимость руды, у.ед.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>450</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>420</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Шахта	Стоимость руды, у.ед.	1	500	2	300	3	450	4	420														
Шахта	Стоимость руды, у.ед.																								
1	500																								
2	300																								
3	450																								
4	420																								

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Методы оптимизации» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме по билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания зачета:**

на оценку **«зачтено»** студент должен показать высокий уровень знания материала по дисциплине не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и продемонстрировать интеллектуальные навыки решения проблем, нахождения уникальных ответов, вынесения критических суждений; продемонстрировать знание и понимание законов дисциплины, умение оперировать этими знаниями в профессиональной деятельности;

на оценку **«не зачтено»** студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации по дисциплине, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, умение критически оценивать свои личностные качества, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков.