



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 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

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 технологических процессов» 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 технологических процессов 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 технологических процессов» 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»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

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.

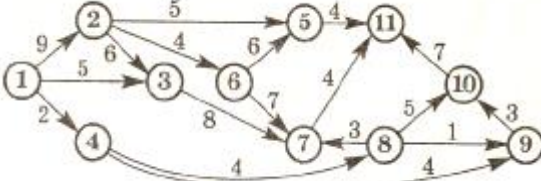
Перечень вопросов, выносимых на самостоятельное изучение:

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

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>Примерные практические задания для зачета:</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 решения задач оптимизации;</p> <p>– навыками выбора и практического применения возможных и наиболее эффективных методов оптимизации технологических процессов и свойств материалов;</p> <p>– навыками корректировки технологические процессов на основе анализа результатов задач оптимизации технологических процессов и свойств материалов.</p>	<p>Примеры заданий на решение задач из профессиональной области:</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: $r = 10, w = 10$ (все величины измеряются в условных единицах).</p> <p>Производство имеет ресурсное ограничение $C = 80$. 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 2089"> <thead> <tr> <th data-bbox="778 1921 1129 1966">Элемент</th> <th data-bbox="1129 1921 1481 2089">Минимальное содержание, кг/т</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="778 1966 1129 2089"></td> <td data-bbox="1129 1966 1481 2089"></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	<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> <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>	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	Шахта	Стоимость руды, у.ед.	1	500	2	300	3	450	4	420		
A	15																																														
B	90																																														
C	30																																														
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																																											
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.