



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

15.02.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ В ПРОКАТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Направление подготовки (специальность)
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы
Обработка металлов давлением

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

| | |
|---------------------|---|
| Институт/ факультет | Институт металлургии, машиностроения и материаловедения |
| Кафедра | Технологий обработки материалов |
| Курс | 4 |
| Семестр | 7 |

Магнитогорск
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологий обработки материалов

18.01.2022, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.Б. Моллер

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

15.02.2022 г. протокол № 6

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ТОМ, канд. техн. наук

 Д.О. Пустовойтов

Рецензент:

зав. кафедрой ТСиСА, д-р техн. наук

 И.Ю. Мезин

Лист актуализации рабочей программы

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

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Б. Моллер

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Б. Моллер

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Б. Моллер

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Б. Моллер

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Методы оптимизации процессов обработки металлов давлением» являются формирования знаний, умений и навыков в области оптимизации технологических процессов обработки металлов давлением, а также 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 в прокатном производстве входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Планирование эксперимента

Математика

Анализ числовой информации

Технологии производства сортового проката

Математический анализ

Основы металлургического производства

Информатика и информационные технологии

Введение в направление

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

Проектная деятельность

Моделирование процессов и объектов в металлургии

Новые технологические решения в процессах обработки металлов давлением

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Методы оптимизации в прокатном производстве» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции |
|----------------|--|
| ПК-4 | Способен определять организационные и технические меры для выполнения производственных заданий по выпуску горячекатаного проката |
| ПК-4.1 | Анализирует устройство, состав, назначение, конструктивные особенности, принцип работы, правила эксплуатации и технического обслуживания оборудования, приборов и механизмов цеха по производству горячекатаного проката |
| ПК-4.2 | Выявляет ключевые параметры технологических процессов участков цеха по производству горячекатаного проката, влияющие на качество готовой продукции |
| ПК-4.3 | Оценивает производственную ситуацию в технологических отделениях цеха по производству горячекатаного проката. Контролирует качество горячекатаного проката на стадиях технологического процесса и готовой продукции |
| ПК-5 | Готов осуществлять организационно-техническое обеспечение для выполнения производственного задания подразделением производства крепежных изделий |
| ПК-5.1 | Анализирует устройство, состав, назначение, конструктивные особенности, принципы работы, схему расположения, правила эксплуатации и технического обслуживания оборудования |

| | |
|---|---|
| | холодновысадочных автоматов, приборов и механизмов подразделений производства крепежных изделий |
| ПК-5.2 | Определяет причины и последствия негативных изменений параметров и показателей качества процессов производства крепежных изделий |
| ПК-5.3 | Проверяет техническое состояние основного и вспомогательного оборудования в подразделениях производства крепежных изделий |
| ПК-6 Способен координировать работы производственных подразделений по выпуску холоднокатаного листа | |
| ПК-6.1 | Анализирует теорию и технологию термической обработки, травления, холодной прокатки и резки листового проката. Контролирует требования к качеству выпускаемого холоднокатаного листа стандартов, технических условий и заказчиков |
| ПК-6.2 | Координирует ход технологических процессов производства холоднокатаного листа. Выявляет отклонения текущих параметров и показателей режимов технологических процессов производства холоднокатаного листа от установленного регламента |
| ПК-6.3 | Организует согласованную работу работников смежных участков цеха по соблюдению заданных (оптимальных) технологических режимов производства холоднокатаного листа |

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 91,9 акад. часов;
- аудиторная – 90 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 16,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции |
|--|---------|--|-----------|-------------|---------------------------------|---|---|--|
| | | Лек. | лаб. зан. | практ. зан. | | | | |
| 1. Основы оптимизации технологических процессов ОМД | | | | | | | | |
| 1.1 Основные понятия. Алгоритм решения оптимизационных задач | 7 | 4 | | 6 | 2 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к практическому занятию | Устный опрос. Практическая работа | ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3 |
| Итого по разделу | | 4 | | 6 | 2 | | | |
| 2. Методы оптимизации технологических процессов ОМД | | | | | | | | |
| 2.1 Методы оптимизации технологических процессов ОМД | 7 | 8 | | 8 | | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к практическому занятию | Устный опрос. Практическая работа | ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3 |
| Итого по разделу | | 8 | | 8 | | | | |
| 3. Оптимизация процессов ОМД методом линейного программирования | | | | | | | | |
| 3.1 Оптимизация процессов ОМД методом линейного программирования | 7 | 10 | | 16 | 2 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к практическому занятию | Устный опрос. Практическая работа | ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3 |
| Итого по разделу | | 10 | | 16 | 2 | | | |

| | | | | | | | | |
|--|---|----|--|----|------|---|-----------------------------------|--|
| 4. Оптимизация процессов ОМД методом нелинейного программирования | | | | | | | | |
| 4.1 Оптимизация процессов ОМД методом нелинейного программирования | 7 | 8 | | 18 | 4,1 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к практическому занятию | Устный опрос. Лабораторная работа | ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3 |
| Итого по разделу | | 8 | | 18 | 4,1 | | | |
| 5. Оптимизация процессов ОМД методом динамического программирования | | | | | | | | |
| 5.1 Оптимизация процессов ОМД методом динамического программирования | 7 | 6 | | 6 | 8 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к практическому занятию | Устный опрос. Практическая работа | ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3 |
| Итого по разделу | | 6 | | 6 | 8 | | | |
| Итого за семестр | | 36 | | 54 | 16,1 | | зачёт | |
| Итого по дисциплине | | 36 | | 54 | 16,1 | | зачет | |

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: статическая 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:

1. 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 экрана. ISBN 978-5-98704-540-4.

2. Рябчикова, Е. С. Методы и теории оптимизации : учебное пособие / Е. С. Рябчикова, 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: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

в) Методические указания:

1. Баженов, Н. М. Методы одномерной и многомерной оптимизации : практикум по дисциплине "Моделирование систем" / Н. М. Баженов, Е. С. Рябчикова ; МГТУ, Кафедра промышленной кибернетики и систем управления. - Магнитогорск : МГТУ, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1344.pdf&show=dcatalogues/1/1123747/1344.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Оптимизация управления технологическими процессами : практикум / Б. Н. Парсункин, С. М. Андреев, Е. С. Рябчикова, Т. Г. Обухова ; МГТУ. - Магнитогорск, 2013. - 177 с. : ил., граф., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=638.pdf&show=dcatalogues/1/1109486/638.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0393-7. - Имеется печатный аналог.

3. 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 Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| 7Zip | свободно распространяемое | бессрочно |
| FAR Manager | 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:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий «Лаборатория информационных технологий по материаловедению» оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
 - специализированной мебелью.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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

Лабораторная работа № 1 «Алгоритм решения оптимизационных задач»;

Лабораторная работа № 2 «Решение оптимизационных задач ОМД с применением Microsoft Excel»;

Лабораторная работа № 3 «Оптимизация процессов ОМД методом линейного программирования»;

Лабораторная работа № 4 «Оптимизация процессов ОМД методом нелинейного программирования»;

Лабораторная работа № 5 «Оптимизация процессов ОМД методом динамического программирования»;

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. Алгоритм решения оптимизационных задач.
3. Классификации методов оптимизации.
4. Задачи линейного программирования. Общая характеристика. Решение задач линейного программирования на ЭВМ.
5. Постановка задач ОМД, решаемых методом линейного программирования.
6. Графическое решение задач линейного программирования с двумя переменными.
7. Симплексный метод решения задач линейного программирования.
8. Особенности решения оптимизационных задач ОМД методом линейного программирования.
9. Сущность оптимизационного метода динамического программирования.
10. Вычислительные аспекты динамического программирования. Модели формоизменения в оптимизационных расчётах процессов ОМД.
11. Нелинейное программирование.
12. Динамическое программирование.
13. Практические примеры оптимизации технологии объёмной штамповки.
14. Практические примеры оптимизации технологии прокатного производства.
15. Практические примеры оптимизации технологии волочения.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |
|--|--|---|
| ПК-4: Способен определять организационные и технические меры для выполнения производственных заданий по выпуску горячекатаного проката | | |
| ПК-4.1 | Анализирует устройство, состав, назначение, конструктивные особенности, принцип работы, правила эксплуатации и технического обслуживания оборудования, приборов и механизмов цеха по производству горячекатаного проката | <p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ul style="list-style-type: none"> 16. Понятие оптимизационной задачи. 17. Алгоритм решения оптимизационных задач. 18. Классификации методов оптимизации. 19. Задачи линейного программирования. Общая характеристика. Решение задач линейного программирования на ЭВМ. 20. Практические примеры оптимизации технологии производства горячекатаного проката. |
| ПК-4.2 | Выявляет ключевые параметры технологических процессов участков цеха по производству горячекатаного проката, влияющие на качество готовой продукции | <p>Примерные практические задания для зачета:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Оптимизировать загрузку широкополосного стана горячей прокатки. 2. Оптимизировать загрузку сортового стана горячей прокатки |
| ПК-4.3 | Оценивает производственную ситуацию в технологических отделениях цеха по производству горячекатаного проката. Контролирует качество горячекатаного проката на стадиях технологического процесса и готовой продукции | <p>Примеры заданий на решение задач из профессиональной области:</p> <p>Оптимизировать температурно-скоростной режим горячей прокатки полос.</p> |
| ПК-6: Способен координировать работы производственных подразделений по выпуску холоднокатаного листа | | |
| ПК-6.1 | Анализирует теорию и технологию | <p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Постановка задач ОМД, решаемых |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |
|--|---|--|
| | термической обработки, травления, холодной прокатки и резки листового проката. Контролирует требования к качеству выпускаемого холоднокатаного листа стандартов, технических условий и заказчиков | методом линейного программирования. 2. Графическое решение задач линейного программирования с двумя переменными. 3. Симплексный метод решения задач линейного программирования. 4. Особенности решения оптимизационных задач ОМД методом линейного программирования. 5. Практические примеры оптимизации технологии производства холоднокатаного проката. |
| ПК-6.2 | Координирует ход технологических процессов производства холоднокатаного листа. Выявляет отклонения текущих параметров и показателей режимов технологических процессов производства холоднокатаного листа от установленного регламента | Примерные практические задания: 1. Оптимизировать параметры процесса дрессировки. 2. Оптимизировать загрузку стана холодной прокатки. |
| ПК-6.3 | Организует согласованную работу работников смежных участков цеха по соблюдению заданных (оптимальных) технологических режимов производства холоднокатаного листа | Примеры заданий на решение задач из профессиональной области: Оптимизировать скоростные режимы холодной прокатки тонких полос. |
| ПК-5: Готов осуществлять организационно-техническое обеспечение для выполнения производственного задания подразделением производства крепежных изделий | | |
| ПК-5.1 | Анализирует устройство, состав, назначение, конструктивные особенности, принципы работы, схему расположения, правила эксплуатации и технического обслуживания оборудования холодновысадочных | Перечень теоретических вопросов к зачету: 1. Сущность оптимизационного метода динамического программирования. 2. Вычислительные аспекты динамического программирования. Модели формоизменения в оптимизационных расчётах процессов ОМД. 3. Нелинейное программирование. 4. Динамическое программирование. 5. Практические примеры оптимизации технологии объёмной штамповки. |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |
|----------------|--|---|
| | автоматов, приборов и механизмов подразделений производства крепежных изделий | |
| ПК-5.2 | Определяет причины и последствия негативных изменений параметров и показателей качества процессов производства крепежных изделий | Примерные практические задания: Расчет оптимальной схемы процесса штамповки методом динамического программирования. |
| ПК-5.3 | Проверяет техническое состояние основного и вспомогательного оборудования в подразделениях производства крепежных изделий | Примеры заданий на решение задач из профессиональной области: Оптимизировать схему процесса штамповки. |

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

Для получения допуска к зачету по обучающийся должен обладать знаниями по всем вопросам к зачету.

Критерии оценки:

Для получения оценки

– **«зачтено»** – обучающийся должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– **«не зачтено»** – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.