



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
МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Направление подготовки
22.03.02 Металлургия

Профиль программы
Обработка металлов и сплавов давлением (метизное производство)

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения
Очная

Институт
Кафедра
Курс
Семестр

Металлургии, машиностроения и материалобработки
Технологии обработки материалов
4
7

Магнитогорск
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02
Металлургия, утвержденного приказом МОиН РФ от 04.12.2015 № 1427.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии обработки
материалов 17 сентября 2018 г., протокол № 2.

Зав. кафедрой  / А.Б. Моллер /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института металлургии,
машиностроения и материалообработки 2 октября 2018 г., протокол № 2.

Председатель  / А.С. Савинов /


Рабочая программа составлена:

Доцент, канд. техн. наук, доцент

 / К.Г. Пивоварова /

Рецензент:

Зав. кафедрой ПиЭММО, д-р техн. наук, профессор

 / А.Г. Корчунов /

Лист регистрации изменения и дополнений

№ п/п	Раздел программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата, № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1	п. 8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	03.09.2019 Протокол №1	
2	п. 8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	08.09.2020 Протокол №1	

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Методы оптимизации» являются:

- развитие у студентов личностных качеств,
- формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Методы оптимизации» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания, сформированные в результате изучения следующих дисциплин

- математика;
- планирование эксперимента;
- информатика и информационные технологии;
- моделирование процессов и объектов в металлургии;
- технологические процессы ОМД.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Методы оптимизации» будут необходимы им при дальнейшем изучении таких дисциплин, как:

- проектная деятельность;
- КНИР / УИРС.

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

В результате освоения дисциплины «Методы оптимизации» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-11: готовностью выявлять объекты для улучшения в технике и технологии	
Знать	– основные методы оптимизации
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 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы 108 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 57,5 академических часов:
 - аудиторная – 56 академических часов;
 - внеаудиторная – 1,5 академических часов
- самостоятельная работа – 50,5 академических часов

Раздел/ тема дисциплины	Аудиторная контактная работа (в академических часах)		Самостоятельная работа (в академических часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
	лекции	лаборат. занятия				
1. Формулировка, структура и принципиальная схема решения оптимизационных задач	2	-	4,5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Устный опрос	ПК-11 –з
2. Функции одной переменной	4	10/6И	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию	Устный опрос. Лабораторная работа № 1-3	ПК-11 –зув
3. Функции нескольких переменных	4	4	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию	Устный опрос. Лабораторная работа № 4	ПК-11 –зув
4. Линейное программирование (ЛП)	6	10/6И	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию	Устный опрос. Лабораторная работа № 5, 6	ПК-11 –зув
5. Задачи нелинейного программирования. Классические методы минимизации	6	4	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Устный опрос. Лабораторная работа № 7	ПК-11 –зув

Раздел/ тема дисциплины	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
	лекции	лаборат. занятия				
				<i>ры. Подготовка к лабораторному занятию</i>		
6. Практическое применение методов оптимизации при решении экстремальных задач по разработке технологических процессов получения перспективных материалов	6	-	6	<i>Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию</i>	<i>Устный опрос</i>	<i>ПК-11 –зுவ</i>
Итого по дисциплине	28	28/12 И	50,5		Зачет	

5 Образовательные и информационные 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 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
---------------------------------	---------------------------------	--------------------

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.
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 опти-</p>	<p>Примерные практические задания для зачета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Решить задачу линейного программирования геометрическим методом $F = 4x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 32 \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 60 \\ -3x_1 + x_2 \leq 50 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$ 2. Решить задачу линейного программирования методом модифицированных жордановых исключений $F = -2x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 30 \\ 3x_1 + 3x_2 \leq 60 \\ 3x_1 + x_2 \leq 50 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																
	<p>мизации технологических процессов и свойств материалов.</p>	<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 1104 1380 1256"> <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> </table> <p>7. Решить открытую модель транспортной задачи</p> <table border="1" data-bbox="778 1330 1380 1482"> <tr><td></td><td>20</td><td>25</td><td>15</td><td>40</td><td>20</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> <tr><td>10</td><td>2</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td></tr> </table>		20	26	16	38	20	40	2	3	6	8	7	35	5	7	4	2	5	45	7	1	3	1	6		20	25	15	40	20	35	5	7	4	2	5	45	7	1	3	1	6	10	2	4	3	3	2
	20	26	16	38	20																																													
40	2	3	6	8	7																																													
35	5	7	4	2	5																																													
45	7	1	3	1	6																																													
	20	25	15	40	20																																													
35	5	7	4	2	5																																													
45	7	1	3	1	6																																													
10	2	4	3	3	2																																													
<p>Владеть</p>	<ul style="list-style-type: none"> – 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 процессов на основе анализа результа- 	<p>Примеры заданий на решение задач из профессиональной области:</p> <p>1. Объем производства определяется производственной функцией $Y = 5K^{0,25} L^{0,75}$, стоимость единицы капитальных и трудовых ресурсов одинаковы и равны: $r = 10$, $w = 10$ (все величины измеряются в условных единицах). 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</p>																																																

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																										
	<p>тов задач оптимизации технологических процессов и свойств материалов.</p>	<p>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="778 857 1481 1122"> <thead> <tr> <th>Элемент</th> <th>Минимальное содержание, кг/т</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>В</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>С</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table> <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" data-bbox="778 1267 1481 1458"> <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>А</td> <td>15</td> <td>4</td> <td>15</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>В</td> <td>80</td> <td>120</td> <td>45</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>С</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" data-bbox="778 1789 1481 1980"> <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> </tbody> </table>	Элемент	Минимальное содержание, кг/т	А	15	В	90	С	30	Элемент	Шахта (содержание элементов, кг/т)				1	2	3	4	А	15	4	15	9	В	80	120	45	85	С	45	100	60	35	Шахта	Стоимость руды, у.ед.	1	500	2	300	3	450	4	420
Элемент	Минимальное содержание, кг/т																																											
А	15																																											
В	90																																											
С	30																																											
Элемент	Шахта (содержание элементов, кг/т)																																											
	1	2	3	4																																								
А	15	4	15	9																																								
В	80	120	45	85																																								
С	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.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - Москва : ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 270 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-01037-2 - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/350985> (дата обращения: 25.09.2020)

б) Дополнительная литература:

1. Прикладные задачи оптимизации. Модели, методы, алгоритмы: Практическое пособие / Струченков В.И. - Москва :СОЛОН-Пр., 2016. - 314 с.: ISBN 978-5-91359-191-3 - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/905033> (дата обращения: 25.09.2020)

2. Практикум по методам оптимизации: Учебное пособие/Сдвижков О.А. - Москва : Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 200 с.: 60x90 1/16 (Переплёт) ISBN 978-5-9558-0372-2 - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/520828> (дата обращения: 25.09.2020)

3. Дискретная оптимизация. Модели, методы, алгоритмы решения прикладных задач: Учебное пособие / Струченков В.И. - Москва :СОЛОН-Пр., 2016. - 192 с.: ISBN 978-5-91359-181-4 - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/904998> (дата обращения: 25.09.2020)

в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	Бессрочно
FAR Manager	Свободно распространяемое	Бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

1. Национальная информационно-аналитическая система –Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). – URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp.
2. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). – URL: <https://scholar.google.ru/>.
3. Информационная система – Единое окно доступа к информационным ресурсам. – URL: <http://window.edu.ru/>.
4. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности». – Режим доступа: <http://www.fips.ru/>.

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
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	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.