





|  |
| --- |
| **1** **Цели** **освоения** **дисциплины** **(модуля)**  |
| Целями освоения дисциплины «Методы оптимизации» являются формирований знаний, умений и навыков в области оптимизации технологических процессов, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия.   |
|  |  |
| **2** **Место** **дисциплины** **(модуля)** **в** **структуре** **образовательной** **программы**  |
| Дисциплина «Методы оптимизации» 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» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:  |
|  |  |
| Структурный элемент компетенции  | Планируемые результаты обучения  |
| ПК-11 готовностью выявлять объекты для улучшения в технике и технологии |
| Знать | фундаментальные основы, подходы и 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 процессов на основе анализа результатов задач оптимизации технологических процессов и свойств материалов |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **4.** **Структура,** **объём** **и** **содержание** **дисциплины** **(модуля)**  |
| Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе: – контактная работа – 57,5 акад. часов: – аудиторная – 56 акад. часов; – внеаудиторная – 1,5 акад. часов – самостоятельная работа – 50,5 акад. часов; 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. Формулировка, структура и принципиальная схема решения оптимизационных задач  |  |
| 1.1 Основные определения. Задачи минимизации.  | 7  | 2  |  |  | 4,5  | Самостоятельное изучение учебной и науч- ной литературы | Устный опрос  | ПК-11  |
| Итого по разделу  | 2  |  |  | 4,5  |  |  |  |
| 2. Функции одной переменной  |  |
| 2.1 Оптимизация функции одной переменной. Численные методы минимизации функции одной переменной  | 7  | 4  | 10/4И  |  | 10  | Самостоятель- ное изучение учебной и науч- ной литературы.Подготовка к лабораторному занятию | Устный опрос. Лабораторная работа  | ПК-11  |
| Итого по разделу  | 4  | 10/4И  |  | 10  |  |  |  |
| 3. Функции нескольких переменных  |  |
| 3.1 Оптимизация функции нескольких переменных. Численные методы оптимизации функции нескольких переменных  | 7  | 4  | 4/2И  |  | 10  | Самостоятель- ное изучение учебной и науч- ной литературы.Подготовка к лабораторному занятию | Устный опрос. Лабораторная работа  | ПК-11  |
| Итого по разделу  | 4  | 4/2И  |  | 10  |  |  |  |
| 4. Линейное программирование  |  |
| 4.1 Постановка задачи. Графический метод. Симплекс-метод  | 7  | 6  | 10/4И  |  | 10  | Самостоятель- ное изучение учебной и науч- ной литературы.Подготовка к лабораторному занятию | Устный опрос. Лабораторная работа  | ПК-11  |
| Итого по разделу  | 6  | 10/4И  |  | 10  |  |  |  |
| 5. Задачи нелинейного программирования  |  |
| 5.1 Постановка задачи. Модели нелинейного программирования  | 7  | 6  | 4/2И  |  | 10  | Самостоятель- ное изучение учебной и науч- ной литературы.Подготовка к лабораторному занятию | Устный опрос. Лабораторная работа  | ПК-11  |
| Итого по разделу  | 6  | 4/2И  |  | 10  |  |  |  |
| 6. Практическое применение методов оптимизации  |  |
| 6.1 Практическое применение методов оптимизации при решении экстремальных задач по разработке технологических процессов получения перспективных материалов  | 7  | 6  |  |  | 6  | Самостоятель- ное изучение учебной и науч- ной литературы. | Устный опрос  | ПК-11  |
| Итого по разделу  | 6  |  |  | 6  |  |  |  |
| Итого за семестр  | 28  | 28/12И  |  | 50,5  |  | зачёт  |  |
| Итого по дисциплине  | 28 | 28/12И |  | 50,5 |  | зачет | 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: 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.znanium.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.znanium.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. 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. |
| **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  |  |
|  | FAR Manager  | свободно распространяемое ПО  | бессрочно  |  |
|  | 7Zip  | свободно распространяемое ПО  | 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.   |
|

**Приложение 1**

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

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.

# Приложение 2

# 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 | * фундаментальные основы, подходы и основные методы оптимизации
 | ***Перечень теоретических вопросов к зачету:***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 | 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. | ***Примерные практические задания для зачета:***1. Решить задачу линейного программирования геометрическим методом  $F=4x\_{1}+2x\_{2}\rightarrow max$ $\left\{\begin{array}{c}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{array}\right.$2.Решить задачу линейного программирования методом модифицированных жордановых исключений$F=-2x\_{1}+2x\_{2}\rightarrow max$ $$\left\{\begin{array}{c}x\_{1}+2x\_{2}\leq 30\\3x\_{1}+3x\_{2}\leq 60\\3x\_{1}+x\_{2}\leq 50\\x\_{1},x\_{2}\geq 0\end{array}\right.$$3. Найти критический путь и его продолжительность.4. Минимизировать целевую функцию в задаче о назначениях для матрицы $\left(\begin{array}{c}\begin{matrix}3&1\\5&6\\8&1\end{matrix} \begin{matrix}1&4\\2&4\\4&7\end{matrix}\\\begin{matrix} 6& 9& 2\end{matrix} 9 \end{array}\right)$.5. Максимизировать целевую функцию в задаче о назначениях для матрицы $\left(\begin{array}{c}\begin{matrix}2&3\\7&5\\2&5\end{matrix} \begin{matrix}6&8\\7&4\\7&1\end{matrix}\\\begin{matrix} 3& 1& 10\end{matrix} 8 \end{array}\right)$.6. Решить закрытую модель транспортной задачи

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 20 | 26 | 16 | 38 | 20 |
| 40 | 2 | 3 | 6 | 8 | 7 |
| 35 | 5 | 7 | 4 | 2 | 5 |
| 45 | 7 | 1 | 3 | 1 | 6 |

7. Решить открытую модель транспортной задачи

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 20 | 25 | 15 | 40 | 20 |
| 35 | 5 | 7 | 4 | 2 | 5 |
| 45 | 7 | 1 | 3 | 1 | 6 |
| 10 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 |

 |
| 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 процессов на основе анализа результатов задач оптимизации технологических процессов и свойств материалов. | ***Примеры заданий на решение задач из профессиональной области:*** 1. Объем производства определяется производственной функцией*Y* = 5*K 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.2. Планируется выпустить два вида метизной продукции. Для производства единицы продукции первого вида требуется 2 кг сырья первого вида, 1 кг сырья второговида. 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.Разработать оптимальный план выпуска продукции.3. При создании сплава для новой продукции компания используетжелезную 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

|  |  |
| --- | --- |
| Элемент | Минимальное содержание,кг/т |
| А | 15 |
| B | 90 |
| C | 30 |

Руда с каждой шахты содержит все три элемента, но в разных количествах.Состав руды приведен в таблице ниже

|  |  |
| --- | --- |
| Элемент | Шахта (содержание элементов, кг/т) |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| А | 15 | 4 | 15 | 9 |
| B | 80 | 120 | 45 | 85 |
| C | 45 | 100 | 60 | 35 |

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.

|  |  |
| --- | --- |
| Шахта | Стоимость руды, у.ед. |
| 1 | 500 |
| 2 | 300 |
| 3 | 450 |
| 4 | 420 |

 |

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

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.