



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Филиал в г. Белорецк  
Д.Р. Хамзина  
г. Белорецк  
15.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

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

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 Metallургия

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

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

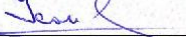
Институт/ факультет	Филиал в г. Белорецк
Кафедра	Metallургии и стандартизации
Курс	5

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 Metallургии и стандартизации

10.02.2022, протокол № 5

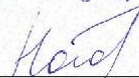
Зав. кафедрой  М.Ю. Усанов

Рабочая программа одобрена методической комиссией Филиал в г. Белорецк

15.02.2022 г. протокол № 4

Председатель  Д.Р. Хамзина

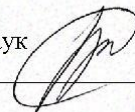
Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры МиС, канд. пед. наук



О.В. Ноговицина

Рецензент:

Ведущий инженер-технолог ЦИЛ БМК, канд. техн. наук



М.Г. Кузнецов



## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Металлургии и стандартизации

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Ю. Усанов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Металлургии и стандартизации

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Ю. Усанов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Металлургии и стандартизации

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Ю. Усанов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Металлургии и стандартизации

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Ю. Усанов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Металлургии и стандартизации

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Ю. Усанов

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью дисциплины является изучение обучающимися особенностей постановки задач оптимизации, методов их решения и приложений этих методов к решению задач оптимизации процессов и объектов, а также овладение необходимым и достаточным уровнем профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy.

В задачи изучения дисциплины входит: формирование у студентов основ знаний корректной математической постановки задач оптимизации с конкретизацией смысла целевой функции при определенных функциональных и областных ограничениях; овладение студентами подходами к выбору частных методов (классических и приближенных численных) для решения конкретных задач оптимизации процессов и объектов металлургии; обретение навыков и умений на основе полученных знаний ставить и решать задачи оптимизации указанных процессов и объектов.

Знания студентов должны иметь конкретную направленность на анализ таких задач оптимизации, которые позволят глубже изучить и проектировать наиболее эффективные процессы и объекты металлургии.

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

Дисциплина Методы оптимизации процессов обработки металлов давлением входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Математика

Информатика и информационные технологии

Анализ числовой информации

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

Моделирование процессов и объектов в металлургии

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

### **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:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-4	Готов осуществлять организационно-техническое обеспечение для выполнения производственного задания подразделением производства канатов, корда, арматурных пряжей и проволоки
ПК-4.1	Анализирует устройство, состав, назначение, конструктивные особенности, принципы работы, схему расположения, правила эксплуатации и технического обслуживания оборудования пряdevьющих и канатовьющих машин, приборов и механизмов подразделений производства канатов, корда, арматурных пряжей и проволоки
ПК-4.2	Анализирует данные технической документации, характеризующие уровень соблюдения технологических регламентов, правил эксплуатации и технического обслуживания оборудования в подразделениях производства канатов, корда, арматурных пряжей и

	проволоки
ПК-4.3	Проверяет техническое состояние основного и вспомогательного оборудования в технологическом подразделении производства канатов, корда и арматурных прядей. Разрабатывает меры по сокращению брака в процессе производства канатов, корда, арматурных прядей и проволоки
ПК-5 Способен определять организационные и технические меры для выполнения производственных заданий по выпуску горячекатаного проката	
ПК-5.1	Анализирует устройство, состав, назначение, конструктивные особенности, принцип работы, правила эксплуатации и технического обслуживания оборудования, приборов и механизмов цеха по производству горячекатаного проката
ПК-5.2	Выявляет ключевые параметры технологических процессов участков цеха по производству горячекатаного проката, влияющие на качество готовой продукции
ПК-5.3	Оценивает производственную ситуацию в технологических отделениях цеха по производству горячекатаного проката. Контролирует качество горячекатаного проката на стадиях технологического процесса и готовой продукции
ПК-6 Способен координировать работы технологических подразделений производства метизной продукции	
ПК-6.1	Анализирует устройство, состав, назначение, конструктивные особенности, принципы работы, схему расположения, правила эксплуатации и технического обслуживания оборудования для производства метизов
ПК-6.2	Определяет причины и последствия негативных изменений параметров и показателей качества процессов производства метизов
ПК-6.3	Проверяет техническое состояние основного и вспомогательного оборудования в подразделениях производства метизов

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 15 акад. часов;
- аудиторная – 14 акад. часов;
- внеаудиторная – 1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 53,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

– подготовка к зачёту – 3,9 акад. час

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Курс	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. 1. Предмет и задачи курса								
1.1 1.1 цель и задачи курса; его место среди дисциплин учебного плана; понятие об оптимизации как улучшении технических объектов по определенным количественным показателям	5	0,5			11	самостоятельно изучение учебно-методической литературы, конспектов лекций; выполнение контрольной работы	Контрольная работа (домашняя)	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
Итого по разделу		0,5			11			
2. 2. Моделирование процессов – задачи, методы,								
2.1 2.1 Математические модели процессов - основа их оптимизации: математическая постановка задачи оптимизации: критерии, параметры, целевая функция и ограничения; классификация оптимизационных задач; виды математических моделей, их особенности, достоинства и недостатки; научные основы построения математических моделей; роль моделей в постановке задач оптимизации; примеры задач оптимизации.	5	1				самостоятельно изучение учебно-методической литературы, конспектов лекций; выполнение контрольной работы подготовка к лабораторным занятиям	Контрольная работа Самостоятельное решение задач на занятии	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
Итого по разделу		1						
3. 3. Основы теории поиска оптимальных решений								

3.1	3.1	классические методы: дифференциальное программирование, поиск экстремума дифференцируемой функции многих переменных при отсутствии ограничений, метод исключения переменных; одномерная оптимизация, пассивный и последовательный поиск, методы одномерной	5	0,5		1	11	самостоятельно изучение учебно-методической литературы, конспектов лекций; выполнение контрольной работы подготовка к занятиям	Контрольная работа (домашняя)	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
Итого по разделу				0,5		1	11			
4. 4. Оптимизация процессов обработки металлов										
4.1	4.1	особенности оптимизации в прокатном производстве; классификация оптимизационных задач; этапы решения оптимизационных задач; цикл оптимизации; цели и критерии оптимальности	5	2,5		2	2	самостоятельно изучение учебно-методической литературы, конспектов лекций; подготовка к занятиям	Контрольная работа (домашняя)	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
Итого по разделу				2,5		2	2			
5. 5. Основы современной теории математического программирования										
5.1	5.1	Линейное программирование; случай графического решения основной задачи линейного программирования; общие свойства решения ОЗЛП; симплекс-метод решения задач линейного программирования; нелинейное программирование; метод множителей Лагранжа.	5	0,5		1	3,4	самостоятельно изучение учебно-методической литературы, конспектов лекций; выполнение контрольных работ подготовка к занятиям	Контрольная работа (домашняя)	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
Итого по разделу				0,5		1	3,4			
6. 6. Динамическое программирование:										
6.1	6.1	функция как варьируемая величина; функционал как целевая функция; экстремаль как решение вариационной задачи, отыскиваемое из уравнения Эйлера; возможность учета ограничения в виде функционала; прямой метод Рунца для приближенного решения вариационных задач оптимизации.	5	0,5		2	15	самостоятельно изучение учебно-методической литературы, конспектов лекций подготовка к занятиям	Контрольная работа (домашняя)	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
Итого по разделу				0,5		2	15			
7. 7. Вариационное исчисление как метод										

7.1 7.1 функция как варьируемая величина; функционал как целевая функция; экстремаль как решение вариационной задачи, отыскиваемое из уравнения Эйлера; возможность учета ограничения в виде функционала; прямой метод Ритца для приближенного решения вариационных задач оптимизации.	5	0,5		2	10,7	самостоятельно изучение учебно-методической литературы, конспектов лекций подготовка к лабораторным занятиям	Контрольная работа (домашняя)	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
Итого по разделу		0,5		2	10,7			
Итого за семестр		6		8	53,1		зачёт	
Итого по дисциплине		6		8	53,1		зачет	



## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины используются традиционная образовательная технология и информационно-коммуникативные образовательные технологии. При этом применяются следующие формы учебных занятий: информационная лекция, предусматривающая последовательное изложение материала в дисциплинарной логике; практические занятия, посвященные освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму; лекции-визуализации; практические занятия в форме презентаций. Практические занятия по изучаемой дисциплине проводятся с использованием IT-методов, работы в команде, индивидуального обучения.

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

2. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие с мультимедиа сопровождением [Электронный ресурс] / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - Москва: Логос, 2011. - 424 с: ил. (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-540-4. - Текст: электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/469213>

### **б) Дополнительная литература:**

3. Андросенко, О. С. Линейное программирование. Элементы сетевого планирования и теории игр [Электронный ресурс]: практикум / О. С. Андросенко, В. Ш. Трофи-мова ; МГТУ, [каф. ММЭ]. - Магнитогорск, 2010. - 120 с. : ил., граф., табл. - Режим доступа:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=522.pdf&show=dcatalogues/1/1092524/522.pdf&view=true>. - Макрообъект.

4. Квасова, Н. А. Математические методы и модели [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. А. Квасова; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2017. - 94 с.: ил., табл. - Режим доступа:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3460.pdf&show=dcatalogues/1/1514272/3460.pdf&view=true>. - Макрообъект.

5. Рябчикова, Е. С. Методы и теории оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. С. Рябчикова, С. М. Андреев, М. Ю. Рябчиков; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2722.pdf&show=dcatalogues/1/1132040/2722.pdf&view=true>. - Макрообъект.

6. Сдвижков, О. А. Практикум по методам оптимизации: Учебное пособие/Сдвижков О.А. - Москва: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 200 с. ISBN 978-5-9558-0372-2. - Текст: электронный. - URL:

<https://new.znaniium.com/catalog/product/520828>

7. Струченков, В. И. 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>

#### **в) Методические указания:**

Методические указания для студентов при подготовке к практическим занятиям  
Практические занятия представляют собой, как правило, занятия по решению различных прикладных задач, образцы которых были даны на лекциях.

Цели практических занятий:

- систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера;
- научиться приемам решения практических задач, способствовать овладению навыками и умениями выполнения расчетов, графических и других видов заданий;
- научиться работать с книгой, пользоваться справочной и научной литературой;
- сформировать умение учиться самостоятельно.

Методические указания для студентов для самостоятельной работы  
(при выполнении ДКР)

Алгоритм выполнения ДКР по дисциплине

1. Получите задание для ДКР у преподавателя (или зайдите на образовательный портал МГТУ).
2. Повторите теоретический материал по теме ДКР, используя конспекты лекций, учебно-методическую литературу, рекомендованную преподавателем.
3. Изучите примеры, разобранные на лекционных и практических занятиях.
4. Выполните ДКР по предлагаемой теме, подготовьте к защите.

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

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7(Белорецк)	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
MS Office 2007(Белорецк)	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

##### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
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>
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:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации; персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещения для самостоятельной работы обучающихся: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач, которые определяет преподаватель для студентов.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в виде чтения учебно-методической литературы, конспектов лекций, электронных учебников; работы с образовательным порталом университета; выполнения домашних контрольных работ с консультациями преподавателя; подготовкой к защите домашних контрольных работ.

### **Варианты заданий для контрольных работ**

*Контрольная работа по теме:*

*«Методы оптимизации в цикле математических дисциплин»*

1. Какие множества называют: замкнутыми, открытыми, ограниченными, компактными? Что такое диаметр и внутренность множества?
2. Что такое центр и радиус окрестности точки? Что называют отрезком, вложенным в данный отрезок?
3. Из каких этапов состоят доказательства от противного и по методу математической индукции?
4. Что называют монотонной, строго монотонной, возрастающей, убывающей, неубывающей и невозрастающей последовательностями? Что такое подпоследовательность и предельная точка последовательности?
5. Что называют функцией, убывающей, возрастающей, неубывающей и невозрастающей в промежутке числовой прямой? Приведите примеры функций, непрерывных в интервале  $(a,b)$  или в полуинтервале  $[a,b)$ , но не являющихся непрерывными на отрезке  $[a,b]$ . Перечислите свойства функции, непрерывной на отрезке. В нем различие между точками разрыва первого и второго рода?
6. Дайте определение точной верхней (нижней) грани функции многих переменных (одного переменного) на открытом, замкнутом множестве. В чем различие между  $\min f(x)$  и  $\inf f(x)$ ?
7. Каков смысл символов „ $o$  малое» и „ $O$  большое»? ]
8. Сформулируйте теоремы Ферма и Лагранжа, напишите формулу конечных приращений. Что называют точкой строгого локального экстремума функции одного переменного? Сформулируйте необходимые и достаточные условия экстремума такой функции. В чем различие между локальным экстремумом и наибольшим (наименьшим) значением этой функции на отрезке?
9. Как проверить, является ли функция одного действительного переменного выпуклой (строго выпуклой) вниз (вверх) функцией? Сколько экстремумов может иметь выпуклая (строго выпуклая) функция одного переменного на отрезке?

10. В каких точках отрезка линейная функция достигает своих наибольшего и наименьшего значений? Как найти точку экстремума квадратного трехчлена в интервале?
11. Что называют сходимостью метода вычислений и порядком его сходимости? Запишите условия, при выполнении которых скорость сходимости метода является линейной, сверхлинейной, квадратичной, кубической.
12. Какую матрицу называют диагональной, единичной, симметрической, нулевой, блочной, транспонированной по отношению к данной? Что называют определителем квадратной матрицы, ее угловыми минорами, невырожденной (вырожденной) матрицей? Каковы правила разложения определителя по строке (по столбцу)? Сформулируйте необходимые и достаточные условия существования у квадратной матрицы обратной матрицы. Как связаны между собой определители этих матриц? Что называют рангом матрицы, базисным минором матрицы? Что такое нетривиальная линейная комбинация строк (столбцов) матрицы?
13. В чем различие между координатной, векторной и матричной записью системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)? Какую СЛАУ называют совместной, неопределенной, квадратной? Чем отличаются прямые методы решения СЛАУ от итерационных?
14. Что такое линейное, линейное арифметическое, евклидово, метрическое и нормированное пространства? Перечислите аксиомы скалярного умножения. Как связаны между собой скалярное произведение, норма и метрика? Запишите неравенство Коши - Буняковского.
15. Что такое линейный оператор, матрица линейного оператора? Как записать матрицу линейного оператора в различных базисах? Что такое ортонормированный базис, ортогональный и самосопряженный операторы? Какие матрицы соответствуют этим операторам? Каковы свойства собственных векторов и собственных значений этих операторов в конечномерном линейном пространстве? Что такое характеристическое уравнение матрицы и ее собственные значения?
16. Что такое линейная и квадратичная формы, матрица квадратичной формы? Обоснуйте процесс приведения квадратичной формы к каноническому виду ссылкой на соответствующие теоремы линейной алгебры. Какую квадратичную форму и какую матрицу называют положительно (отрицательно) определенной? Сформулируйте критерий Сильвестра. Какую квадратичную форму называют неположительно (неотрицательно) определенной, знакопеременной?
17. Напишите формулу Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа и Пеано для функции одного действительного переменного и для функции многих переменных.
18. Какую функцию многих переменных называют непрерывной по совокупности переменных и непрерывной по части переменных? Что такое линия (или поверхность) уровня такой функции? Что называют координатными функциями векторной функции многих переменных и ее матрицей Якоби по всем или по части переменных?
19. Что такое градиент функции многих переменных, матрица Гессе? Запишите приращения дифференцируемой и дважды дифференцируемой функции, используя эти

- понятия. Сформулируйте теорему о неявной функции и теорему об обратной функции.
20. Что такое производная функции многих переменных по направлению вектора и как она связана с градиентом функции? Имеет ли дифференцируемая функция многих переменных производные по всем направлениям? Верно ли обратное?
  21. Какие условия надо наложить на производную функции многих переменных по направлению, чтобы можно было утверждать, что: а) функция непрерывна; б) функция дифференцируема? Приведите примеры.
  22. В чем различие между тонкой экстремума и критической или стационарной точками скалярной функции многих переменных? Что называют строгим (нестрогим) локальным экстремумом такой функции?
  23. Сформулируйте необходимые условия экстремума скалярной функции многих переменных: а) с использованием частных производных функции; б) с использованием градиента функции.
  24. Сформулируйте достаточные условия экстремума функции многих переменных с использованием: а) понятия знакоопределенности второго дифференциала функции; б) главных миноров матрицы Гессе; в) собственных чисел матрицы Гессе. Приведите примеры.
  25. Может ли линейная функция многих переменных достигать экстремума внутри замкнутой области? Может ли квадратичная функция многих переменных достигать экстремума внутри замкнутой области, как найти точку экстремума? Приведите пример.
  26. Что называют условным экстремумом функции многих переменных и уравнениями связи? Как найти точки условного экстремума? Что такое множители Лагранжа и функция Лагранжа?
  27. Напишите формулу Ньютона — Лейбница.
  28. Решите задачу оптимального проектирования бака горючего, аналогичную рассмотренной в примере 1.6, но при заданной площади  $S$  расходуемого листового материала максимизируйте объем бака.
  29. Как из прямоугольной листовой заготовки с отношением сторон  $1 : 2$  вырезать круговой сектор, из которого можно было бы изготовить коническую воронку наибольшего объема?
  30. Покажите, что геометрический момент инерции квадратного сечения относительно любой оси, лежащей в плоскости квадрата со стороной  $R\sqrt{2}$  и проходящей через его центр, постоянен и равен  $J = R^4/3$  (см. пример 1.7).
  31. Имеет ли функция  $f(x) = xe^{-x}$  экстремум в интервале  $(0, 3)$ ? Если имеет, то в какой точке? Имеет ли она минимум в том же интервале, минимум на отрезке  $[0, 3]$ , и если да, то в какой точке?
  32. Проверьте, являются ли унимодальными следующие функции:
    - а)  $f(x) = x^2 - 2x - 1$  на отрезках  $[0, 2]$ ,  $[1,5, 2]$ ;
    - б)  $f(x) = ||s-1| - 1|$  на отрезках  $[-3, 3]$ ,  $[-3,1]$ ,  $[1, 3]$ ,  $[0, 2]$ .
  33. Имеются утверждения относительно функции  $f(x)$ , определенной на отрезке  $[a,b]$ :
    - а)  $f(x)$  возрастает;



- б)  $f(x)$  не убывает;
- в)  $f(x)$  имеет локальный минимум на интервале  $(a, b)$  в некоторой точке  $x_*$ ;
- г)  $\exists x \in (a, b): f'(x) = 0$ ;
- д)  $\exists x \in (a, b): f'(x)$  не существует;
- е)  $f'(x) > 0$  на отрезке  $[a, b]$ ;
- ж)  $\exists \varepsilon > 0: f'(x) < 0$  при  $x_1 - \varepsilon < x < x_1$  и  $f'(x) > 0$  при  $x_1 < x < x_1 + \varepsilon$ ;
- з)  $\exists x \in (a, b): f''(x) = 0$ ;
- и)  $f''(x) = 0, x \in (a, b)$ .

Какие из указанных утверждений вытекают из перечисленных?

34. Имеет ли функция

$$f(x) = \begin{cases} x^4 \sin \frac{1}{x}, & x \neq 0; \\ 0, & x = 0, \end{cases}$$

минимум в точке  $x = 0$ , выполняется ли в этой точке необходимое, достаточное условия экстремума?

35. Для каких унимодальных функций метод золотого сечения приводит к цели за меньшее количество итераций, чем метод Ньютона?
36. Какой из методов: золотого сечения, Ньютона, кубической интерполяции — окажется более эффективным, если производные вычисляются приближенно через разность значений функции в близких точках?
37. Минимизируйте функции

$$f(x) = (x - 1)^4, \quad y(x) = (x - 1)^2 \sin x$$

на отрезке  $[-2, 3]$  с помощью метода золотого сечения.

38. Минимизируйте функцию

$$f(x) = x \operatorname{arctg} x - \frac{1}{2} \ln(1 + x^2)$$

на отрезке  $[-6, 6]$  методом Ньютона. Выбирая различные начальные приближения, найдите какое-либо значение  $x_0$ , при котором метод начнет расходиться.

39. Минимизируйте функцию  $f(x) = (x - 1)^4$  на отрезке  $[0, 5, 2]$  и функцию  $g(x) = x \sin(1/x)$  на отрезке  $[0, 2, 1]$  методами дихотомии и золотого сечения, а также с помощью оптимального последовательного поиска, градиентного метода и метода Ньютона. Сравните эти методы.

*Контрольная работа «Основы поиска оптимальных решений»*

*Вариант 0*

Методом равномерного поиска решить задачу  $f(x)=x^2-6x+14 \rightarrow \min, L_0=[-2,4]$ .

*Контрольная работа «Вариационное исчисление»*

*Вариант 0*

Вычислить значения функционала  $I[x(t)]=x^2(t)dt$  на кривых  $x_1(t)=t, x_2(t)=e^t$ .

*Контрольная работа по теме «Графический метод решения задач ЛП»*

*Вариант 0*

Графически решить задачу.

*Контрольная работа по теме «Симплекс-метод»*

*Вариант 0*

$$f(x) = x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 \rightarrow \text{extr},$$

$$x_1 + 2x_2 + x_4 = 4,$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 8,$$

$$x_j \geq 0, j = 1, \dots, 4,$$

Решить задачу симплекс-методом.

$$f(x) = -3x_1 - 4x_2 \rightarrow \max,$$

$$6x_1 + 6x_2 + x_3 = 36,$$

$$4x_1 + 8x_2 + x_4 = 32,$$

$$x_j \geq 0, j = 1, \dots, 4,$$

*Контрольная работа по теме «Нелинейное программирование»*

*Вариант 0*

Решите задачу

$$\begin{cases} (x_1 + 1)^2 + (x_2 - 3)^2 \rightarrow \min \\ x_1^2 + x_2^2 = 1 \end{cases}$$

и проверьте решение графически.

*Контрольная работа по теме «Динамическое программирование»*

*Вариант 0*

Сформулируйте задачу в терминах общей задачи динамического программирования.

Детали  $n$  видов могут обрабатываться на двух станках. Время обработки  $i$ -й детали на первом станке равно  $a_i$  минут, а время обработки той же детали на втором станке равно  $b_i$  минут. Очередность обработки деталей одна и та же: сначала деталь обрабатывается на первом станке, а затем на втором. Выбрать такую последовательность обработки деталей, при которой время изготовления всех деталей являлось бы минимальным.

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

Код компетенции	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-4 Готов осуществлять организационно-техническое обеспечение для выполнения производственного задания подразделением производства канатов, корда, арматурных прядей и проволоки		
ПК-4.1	Анализирует устройство, состав, назначение, конструктивные особенности, принципы работы, схему расположения, правила эксплуатации и технического обслуживания оборудования прядевьющих и канатовьющих машин, приборов и механизмов подразделений производства канатов, корда, арматурных прядей и проволоки	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия МО (альтернатива, оптимизация, критерий оптимальности, целевая функция и др.)</li> <li>2. Алгоритм решения задачи оптимизации.</li> <li>3. Задачи моделирования. Методы моделирования, их особенности.</li> <li>4. Математическая модель задачи оптимизации.</li> <li>5. Классы задач оптимизации.</li> <li>6. Задачи оптимального проектирования.</li> <li>7. Задачи оптимального планирования.</li> <li>8. Одномерная оптимизация.</li> <li>9. Методы прямого поиска.</li> <li>10. Пассивный и последовательный поиск.</li> <li>11. Этапы стратегии поиска.</li> <li>12. Алгоритм Свенна уменьшения интервала неопределенности.</li> <li>13. Метод равномерного поиска.</li> <li>14. Метод деления интервала пополам.</li> <li>15. Метод дихотомии.</li> <li>16. Метод золотого сечения.</li> <li>17. Метод Фибоначчи.</li> <li>18. Метод квадратичной интерполяции.</li> </ol>

ПК-4.2	Анализирует данные технической документации, характеризующие уровень соблюдения технологических регламентов, правил эксплуатации и технического обслуживания оборудования в подразделениях производства канатов, корда, арматурных пряжей и проволоки	Максимизировать целевую функцию в задаче о назначениях для матрицы $\begin{pmatrix} 2 & 3 & & 6 & 8 \\ 7 & 5 & & 7 & 4 \\ 2 & 5 & & 7 & 1 \\ 3 & 1 & 10 & & 8 \end{pmatrix}$
ПК-4.3	Проверяет техническое состояние основного и вспомогательного оборудования в технологическом подразделении производства канатов, корда и арматурных пряжей. Разрабатывает меры по сокращению брака в процессе производства канатов, корда, арматурных пряжей и проволоки	Сформулируйте задачу в терминах общей задачи динамического программирования. Детали n видов могут обрабатываться на двух станках. Время обработки i-й детали на первом станке равно $a_i$ минут, а время обработки той же детали на втором станке равно $b_i$ минут. Очередность обработки деталей одна и та же: сначала деталь обрабатывается на первом станке, а затем на втором. Выбрать такую последовательность обработки деталей, при которой время изготовления всех деталей являлось бы минимальным.  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.
ПК-5 Способен определять организационные и технические меры для выполнения производственных заданий по выпуску горячекатаного проката		
ПК-5.1	Анализирует устройство, состав, назначение, конструктивные	1. Дифференциальное программирование. Поиск экстремума дифференцируемой функции многих переменных при отсутствии ограничений.

	особенности, принцип работы, правила эксплуатации и технического обслуживания оборудования, приборов и механизмов цеха по производству горячекатаного проката	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Метод исключения переменных.</li> <li>3. Метод множителей Лагранжа.</li> <li>4. Метод средней точки.</li> <li>5. Метод Ньютона.</li> <li>6. Метод кубической аппроксимации.</li> <li>7. Метод конфигураций.</li> </ol>
ПК-5.2	Выявляет ключевые параметры технологических процессов участков цеха по производству горячекатаного проката, влияющие на качество готовой продукции	<p>Пример задания</p> <p>Методом равномерного поиска решить задачу <math>f(x)=x^2-6x+14 \rightarrow \min, L_0=[-2,4]</math>.</p> <p>Минимизировать целевую функцию в задаче о назначениях для матрицы</p> $\begin{pmatrix} 3 & 1 & & 1 & 4 \\ 5 & 6 & & 2 & 4 \\ 8 & 1 & & 4 & 7 \\ 6 & 9 & 2 & & 9 \end{pmatrix}.$
ПК-5.3	Оценивает производственную ситуацию в технологических отделениях цеха по производству горячекатаного проката. Контролирует качество горячекатаного проката на стадиях технологического процесса и готовой продукции	<p>Пример</p> <p>Сформулируйте задачу в терминах общей задачи динамического программирования. Детали <math>n</math> видов могут обрабатываться на двух станках. Время обработки <math>i</math>-й детали на первом станке равно <math>a_i</math> минут, а время обработки той же детали на втором станке равно <math>b_i</math> минут. Очередность обработки деталей одна и та же: сначала деталь обрабатывается на первом станке, а затем на втором. Выбрать такую последовательность обработки деталей, при которой время изготовления всех деталей являлось бы минимальным.</p> <p>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</math>, <math>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>
ПК-6 Способен координировать работы технологических подразделений производства метизной продукции		

ПК-6.1	Анализирует устройство, состав, назначение, конструктивные особенности, принципы работы, схему расположения, правила эксплуатации и технического обслуживания оборудования для производства метизов	<p>8. Основные понятия вариационного исчисления.</p> <p>9. Основные понятия линейного программирования.</p> <p>10. Графический метод решения задач ЛП.</p> <p>11. Симплексный метод решения задач ЛП.</p> <p>12. Нелинейное программирование.</p> <p>13. Динамическое программирование.</p> <p>14. Методы оптимизации технологических систем.</p> <p>15. Оптимизация технологических режимов.</p>																																																
ПК-6.2	Определяет причины и последствия негативных изменений параметров и показателей качества процессов производства метизов	<p>Решить закрытую модель транспортной задачи</p> <table border="1" data-bbox="820 725 1420 882"> <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>Решить открытую модель транспортной задачи</p> <table border="1" data-bbox="820 949 1420 1106"> <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																																													
ПК-6.3	Проверяет техническое состояние основного и вспомогательного оборудования в подразделениях производства метизов	<p>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>																																																

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

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

Зачёт по данной дисциплине проводится в устной форме.

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):



- на оценку «**зачтено**» – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. имеет фрагментарное знание на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых оптимизационных задач;
- на оценку «**незачтено**» – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых оптимизационных задач.