



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
А.С. Савинов
2 октября 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОМД

Направление подготовки
22.03.02 Металлургия

Профиль программы
Обработка металлов и сплавов давлением (прокатное производство)

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения
Заочная

Институт
Кафедра
Курс

Металлургии, машиностроения и материаловобработки
Технологий обработки материалов
5

Магнитогорск
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy, 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 материалобработки 2 октября 2018 г., протокол № 2.

Председатель  / А.С. Савинов /


Рабочая программа составлена:

Профессор кафедры
технологий обработки материалов,
канд. техн. наук, доцент

 / Д.Н. Чикишев

Рецензент:

Заведующий кафедрой
технологий металлургии и литейных процессов,
д-р техн. наук, профессор

 / К.Н. Вдовин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Методы оптимизации процессов ОМД» являются:

- овладение математическим аппаратом постановки задач оптимизации процессов ОМД;
- формирование у студентов навыков решения практических задач оптимизации процессов ОМД с использованием дифференциальных и численных методов;
- формирование у студентов навыков критического анализа результатов решения оптимизационных задач.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

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

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения следующих дисциплин: «Математика», «Анализ числовой информации», «Основы металлургического производства», «Моделирование процессов и объектов в металлургии», «Обработка и анализ технологической информации», «Технологии производства сортового проката», «Технологии производства листового проката».

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при подготовке к Государственной итоговой аттестации (сдача государственного экзамена 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 процессов ОМД» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-11: готовностью выявлять объекты для улучшения в технике и технологии	
Знать	Ключевые термины и понятия теории оптимизации. Основные методы оптимизации технологических процессов ОМД. Последовательные этапы реализации оптимизационных задач. Общие алгоритмы решения задач оптимизации дифференциальными и численными методами. Типовые задачи оптимального производственного планирования и управления.
Уметь	Выявлять объекты для улучшения в технике и технологии. Обоснованно выбирать методы решения задач оптимизации для конкретных технологических процессов ОМД. Объяснять и анализировать сущность и особенности основных методов оптимизации технологических процессов ОМД. Формулировать ограничения при постановке и решении задач условной оптимизации. Решать задачи оптимизации дифференциальными и численными методами. Выбирать возможные и наиболее эффективные методы оптимизации технологических процессов ОМД. Определять количественную характеристику цели, которую необходимо достичь в процессе оптимизации (целевую функцию). Формулировать содержательную и математическую составляющие при постановке задачи оптимизации.
Владеть	Профессиональной терминологией в области оптимизации технологических процессов ОМД. Математическим аппаратом теории решения задач оптимизации. Практическими навыками решения задач оптимизации с использованием компьютерных программ. Навыками самостоятельного применения, расширения и углубления знаний для постановки и решения задач оптимизации с учетом развития математических методов, а также техники

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	и технологий. Навыками выбора и практического применения возможных и наиболее эффективных методов оптимизации технологических процессов ОМД. Навыками критического анализа результатов решения оптимизационных задач. Навыками корректировки технологических процессов на основе анализа результатов решения задач оптимизации технологических процессов ОМД.

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 12,3 акад. часов:
 - аудиторная – 10 акад. часов;
 - внеаудиторная – 2,3 акад. часов
- самостоятельная работа – 122,4 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа.

Раздел/ тема дисциплины	Курс			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	практич. занятия					
1. Раздел: Роль математического моделирования в задачах исследования, проектирования и оптимизации технологических процессов ОМД. Дифференциальные методы решения задач оптимизации								
1.1. Тема: Классификация процессов ОМД как объектов для моделирования. Основные понятия и методы оптимизации. Постановка задач	5	0,5		–	10	Работа с литературой по вопросам основных понятий теории оптимизации	Текущий контроль успеваемости: устный опрос	ПК-11 (з)
1.2. Тема: Численные методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений. Нахождение экстремума с использованием метода дифференцирования	5	0,5		–	10	Работа с литературой по вопросам решения задач оптимизации методом дифференцирования. Решение задачи	Текущий контроль успеваемости: устный опрос; сдача практической (контрольной) работы	ПК-11 (зу)
1.3. Тема: Метод неопределенных множителей Лагранжа	5	0,5		–	10	Работа с литературой по вопросам решения задач оптимизации методом неопределенных множителей Лагранжа. Решение задачи	Текущий контроль успеваемости: устный опрос; сдача практической (контрольной) работы	ПК-11 (зу)
1.4. Тема: Вариационный метод	5	0,5		1	10	Работа с литературой по вопросам ре-	Текущий контроль успеваем-	ПК-11

Раздел/ тема дисциплины	Курс	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	практич. занятия				
						шения задач оптимизации вариационным методом. Решение задачи	мости: устный опрос; сдача практической (контрольной) работы	(зу)
Итого по разделу 1	5	2		1	40	Работа с литературой. Решение задач	Текущий контроль успеваемости: устный опрос; сдача практической (контрольной) работы	ПК-11 (зу)
2. Раздел: Численные методы решения задач оптимизации. Метод линейного программирования								
2.1. Тема: Сущность метода линейного программирования и способы решения задач	5	0,5		1/0,5И	10	Работа с литературой по вопросам изучения метода линейного программирования и способов решения задач оптимизации. Решение задачи	Текущий контроль успеваемости: устный опрос; сдача практической (контрольной) работы	ПК-11 (зув)
2.2. Тема: Геометрический способ решения задач линейного программирования	5	–		1/0,5И	10	Работа с литературой по вопросам геометрического способа решения задач линейного программирования. Решение задачи	Текущий контроль успеваемости: устный опрос; сдача практической (контрольной) работы	ПК-11 (зув)
2.3. Тема: Симплекс метод решения задач линейного программирования	5	0,5		–	10	Работа с литературой по вопросам симплекс метода для решения задач линейного программирования. Решение задачи	Текущий контроль успеваемости: устный опрос; сдача практической (контрольной) работы	ПК-11 (зув)
2.4. Тема: Разработка моделей и решение задач линейного программирования средствами электронных таблиц Excel	5	–		1/0,5И	10	Работа с литературой по вопросам разработки моделей линейного программирования. Решение задачи	Текущий контроль успеваемости: устный опрос; сдача практической (контрольной)	ПК-11 (зув)

Раздел/ тема дисциплины	Курс	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	практич. занятия				
							работы	
2.5. Тема: Типовые задачи линейного программирования	5	–		1/0,5И	10	Работа с литературой по вопросам решения типовых задач линейного программирования. Решение задачи	Текущий контроль успеваемости: устный опрос; сдача практической (контрольной) работы	ПК-11 (зув)
Итого по разделу 2	5	1		4/2И	50	Работа с литературой. Решение задач	Текущий контроль успеваемости: устный опрос; сдача практической (контрольной) работы	ПК-11 (зув)
3. Раздел: Метод динамического программирования								
3.1. Тема: Сущность метода и общий алгоритм решения задач динамического программирования	5	0,5		1	10	Работа с литературой по вопросам изучения общего алгоритма решения задач динамического программирования	Текущий контроль успеваемости: устный опрос	ПК-11 (зув)
3.2. Тема: Разработка моделей динамического программирования	5	–		–	10	Работа с литературой по вопросам разработки моделей динамического программирования. Решение задачи	Текущий контроль успеваемости: устный опрос; сдача практической (контрольной) работы	ПК-11 (зув)
3.3. Тема: Типовые задачи динамического программирования	5	0,5		–	12,4	Работа с литературой по вопросам решения типовых задач динамического программирования. Решение задачи	Текущий контроль успеваемости: устный опрос; сдача практической (контрольной) работы	ПК-11 (зув)
Итого по разделу 3	5	1		1	32,4	Работа с литературой. Решение задач	Текущий контроль успеваемости: устный опрос; сдача	ПК-11 (зув)

Раздел/ тема дисциплины	Курс	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	практич. занятия				
							практической (контрольной) работы	
Итого по дисциплине	5	4	-	6/2И	122,4	Работа с литературой. Решение задач	Промежуточная аттестация (экзамен)	ПК-11

И – в том числе, часы, отведенные на работу в интерактивной форме.

5 Образовательные и информационные технологии

При проведении лекционных и практических занятий используются разнообразные образовательные технологии.

Прежде всего, при изучении фундаментальных разделов дисциплины применяются традиционные образовательные технологии, ориентирующиеся на организацию образовательного процесса с прямой трансляцией знаний от преподавателя к студенту на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения. Применяются информационные лекции с последовательным изложением материала в дисциплинарной логике в виде конструктивного монолога преподавателя. Практические занятия при такой технологии посвящаются освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму решения традиционных (классических) задач.

Кроме того, обязательным является применение технологии проблемного обучения с постановкой проблемных вопросов и ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов. При этом целесообразно использовать технологию коллективного взаимообучения, организуя работу студентов на занятиях как исследовательскую творческую деятельность. Следует использовать комплекс инновационных методов активного проблемного обучения, включающий в себя:

- создание проблемных ситуаций с показательным решением проблемы преподавателем и без него;
- самостоятельную поисковую деятельность в решении проблем, направляемую преподавателем;
- самостоятельное решение проблем студентами под контролем преподавателя.

Реализация инновационных методов проблемного обучения возможна с использованием следующих приемов:

- раскрытие преподавателем причин и характера неудач, встречающихся при решении проблем;
- демонстрация разных подходов к решению конкретной проблемы;
- анализ полученных результатов и отыскание границ их применимости.

К интерактивным методам, используемым при изучении дисциплины «Методы оптимизации процессов ОМД», относятся: использование компьютерных симуляций, разбор конкретных проблемных ситуаций в сочетании с внеаудиторной групповой работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. При этом происходит активное и нелинейное (интерактивное) взаимодействие всех участников образовательного процесса, прежде всего профессиональный диалог (дискуссия) обучающихся при решении конкретных задач.

Передача необходимых знаний происходит с использованием современных информационно-коммуникационных образовательных технологий. При этом применяются специализированные программные среды и технические средства работы с информацией, например, мультимедийное оборудование. Все лекции являются визуализированными с изложением содержания с помощью презентаций. Доклады студентов на практических занятиях, в том числе представление результатов совместной проектной или исследовательской деятельности осуществляется с использованием специализированных программно-аппаратных средств.

При проведении заключительного контроля необходимо выявить степень правильности, объема, глубины знаний, умений, навыков, полученных при изучении курса наряду с выявлением степени самостоятельности в применении полученных знаний.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Методы оптимизации процессов ОМД» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение оптимизационных задач на практических занятиях.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала; выполнения домашней контрольной работы.

Вопросы и задания для решения аудиторных оптимизационных задач и проведения самостоятельной контрольной работы по дисциплине «Методы оптимизации процессов ОМД» опубликованы в следующем учебно-методическом обеспечении: В.М. Салганик, В.В. Жлудов. К решению задач оптимизации технологических процессов и систем: Методические указания. – Магнитогорск, ГОУ ВПО «МГТУ», 2007. – 45 с.

Вопросы для самопроверки:

1. Раскройте понятие модели технологической системы.
2. Охарактеризуйте сущность и особенности физических моделей систем.
3. Охарактеризуйте сущность и особенности математических моделей систем.
4. Раскройте понятия оптимизации и оптимального решения.
5. В чём заключается математическая постановка задачи оптимизации?
6. Постройте классификацию методов решения задач оптимизации.
7. Опишите дифференциальные методы решения задач оптимизации.
8. В чём заключается метод неопределенных множителей Лагранжа?
9. Опишите вариационный метод для решения задач оптимизации.
10. Приведите и охарактеризуйте понятие функционала вариационного исчисления.
11. Для чего необходимо понятие экстремали в вариационном исчислении?
12. Как применяется вариационное исчисление в задачах оптимизации?
13. Раскройте понятие о прямых методах вариационного исчисления.
14. Охарактеризуйте численные методы решения задач оптимизации.
15. В чём заключается сущность метода линейного программирования и какие существуют способы решения таких задач?
16. Опишите геометрический способ решения задач линейного программирования.
17. Как правильно поставить ОЗЛП? Сравните допустимые и оптимальные решения такой задачи.
18. В чём заключается симплекс метод решения задач линейного программирования?
19. Охарактеризуйте этапы разработки моделей линейного программирования.
20. Какова специфика и основные способы решения типовых задач линейного программирования?
21. Как осуществляется решение задач линейной оптимизации с использованием надстройки «Поиск решения» в электронных таблицах MS Excel?
22. В чём заключается сущность метода решения задач динамического программирования? Опишите общий алгоритм решения таких задач.
23. Назовите и охарактеризуйте основные этапы разработки моделей динамического программирования.
24. Для каких оптимизационных задач применяется метод динамического программирования?
25. Дайте содержательную формулировку и математическую постановку транспортной задачи.
26. В чём заключается сущность и особенности решения задачи производственного планирования?
27. В чем состоит суть и основные принципы решения задачи рационального раскроя?
28. В чём заключается принцип оптимальности Р. Беллмана?
29. В чём состоит сущность и основные принципы решения задачи о кратчайшем маршруте?
30. Что является целевой функцией в задаче о кратчайшем маршруте?
31. Охарактеризуйте основные направления применения методов оптимизации в ин-

женерной деятельности.

32. Перечислите основные этапы реализации оптимизационной задачи.

33. Назовите и охарактеризуйте методы безусловной оптимизации.

34. Опишите принципы решения основных задач условной оптимизации.

35. В чём состоит поиск экстремума дифференцируемой функции многих переменных при отсутствии ограничений?

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине «Методы оптимизации процессов ОМД» и проводится в форме экзамена.

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	Ключевые термины и понятия теории оптимизации. Основные методы оптимизации технологических процессов ОМД. Последовательные этапы реализации оптимизационных задач. Общие алгоритмы решения задач оптимизации дифференциальными и численными методами. Типовые задачи оптимального производственного планирования и управления.	<i>Теоретические вопросы:</i> 1. Раскройте понятие модели технологической системы. 2. Охарактеризуйте сущность и особенности физических моделей систем. 3. Охарактеризуйте сущность и особенности математических моделей систем. 4. Раскройте понятия оптимизации и оптимального решения. 5. Математическая постановка задачи оптимизации. 6. Классификация методов решения задач оптимизации. 7. Дифференциальные методы решения задач оптимизации. 8. Метод неопределенных множителей Лагранжа. 9. Вариационный метод для решения задач оптимизации. 10. Понятие функционала вариационного исчисления. 11. Понятие экстремали в вариационном исчислении. 12. Вариационное исчисление в задачах оптимизации. 13. Прямые методы вариационного исчисления. 14. Численные методы решения задач оптимизации. 15. Метод линейного программирования для решения задач оптимизации. 16. Геометрический способ решения задач линейного программирования.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		17. Построение ОЗЛП. Допустимые и оптимальные решения ОЗЛП. 18. Симплекс метод решения задач линейного программирования. 19. Этапы разработки моделей линейного программирования. 20. Динамическое программирование для решения задач оптимизации. 21. Этапы разработки моделей динамического программирования. 22. Оптимальное производственное планирование и управление. 23. Основные направления применения методов оптимизации в инженерной деятельности. 24. Методы безусловной оптимизации. 25. Принципы решения основных задач условной оптимизации.
Уметь	Выявлять объекты для улучшения в технике и технологии. Обоснованно выбирать методы решения задач оптимизации для конкретных технологических процессов ОМД. Объяснять и анализировать сущность и особенности основных методов оптимизации технологических процессов ОМД. Формулировать ограничения при постановке и решении задач условной оптимизации. Решать задачи оптимизации дифференциальными и численными методами. Выбирать возможные и наиболее эффективные методы оптимизации технологических процессов ОМД. Определять количественную характеристику цели, которую необходимо достичь в процессе оптимизации (целевую функцию). Формулировать содержательную и математическую составляющие при постановке задачи оптимизации.	<i>Практические задания:</i> 1. Приведите пример технологической системы. 2. Приведите пример физической модели системы. 3. Приведите пример математической модели системы. 4. Постройте алгоритм поиска оптимального решения. 5. Опишите основные этапы математической постановки задачи оптимизации. 6. Постройте классификацию методов решения задач оптимизации. 7. Опишите дифференциальные методы решения задач оптимизации. 8. Постройте алгоритм применения метода неопределенных множителей Лагранжа для решения задач оптимизации. 9. Постройте алгоритм применения вариационного метода для решения задач оптимизации. 10. Приведите пример применения функционала вариационного исчисления для решения задач оптимизации.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>11. Приведите пример применения экстремали в вариационном исчислении.</p> <p>12. Опишите общий принцип применения вариационного исчисления в задачах оптимизации.</p> <p>13. Применение прямых методов вариационного исчисления для решения задач оптимизации.</p> <p>14. Охарактеризуйте численные методы решения задач оптимизации.</p> <p>15. В чём заключается сущность метода линейного программирования и какие существуют способы решения таких задач?</p> <p>16. Опишите геометрический способ решения задач линейного программирования.</p> <p>17. Как правильно поставить ОЗЛП? Сравните допустимые и оптимальные решения такой задачи.</p> <p>18. Постройте алгоритм применения симплекс метода для решения задач линейного программирования.</p> <p>19. Применение моделей линейного программирования для решения задач оптимизации.</p> <p>20. Основные способы решения типовых задач линейного программирования.</p> <p>21. Как осуществляется решение задач линейной оптимизации с использованием надстройки «Поиск решения» в электронных таблицах MS Excel?</p> <p>22. В чём заключается сущность метода решения задач динамического программирования? Опишите общий алгоритм решения таких задач.</p> <p>23. Назовите и охарактеризуйте основные этапы разработки моделей динамического программирования.</p> <p>24. Для каких оптимизационных задач применяется метод динамического программирования?</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>25. Дайте содержательную формулировку и математическую постановку транспортной задачи.</p> <p>26. В чём заключается сущность и особенности решения задачи производственного планирования?</p> <p>27. В чем состоит суть и основные принципы решения задачи рационального раскроя?</p> <p>28. В чём заключается принцип оптимальности Р. Беллмана?</p> <p>29. В чём состоит сущность и основные принципы решения задачи о кратчайшем маршруте?</p> <p>30. Построение целевой функцией в задаче о кратчайшем маршруте.</p> <p>31. Приведите пример применения методов оптимизации в инженерной деятельности.</p> <p>32. Перечислите основные этапы построения и реализации оптимизационной задачи.</p> <p>33. Приведите пример применения метода безусловной оптимизации.</p> <p>34. Опишите алгоритм решения основных задач условной оптимизации.</p> <p>35. В чём состоит поиск экстремума дифференцируемой функции многих переменных при отсутствии ограничений?</p>
Владеть	<p>Профессиональной терминологией в области оптимизации технологических процессов ОМД. Математическим аппаратом теории решения задач оптимизации. Практическими навыками решения задач оптимизации с использованием компьютерных программ. Навыками самостоятельного применения, расширения и углубления знаний для постановки и решения задач оптимизации с учетом развития математических методов, а также техники и технологий. Навыками выбора и практического применения возможных и</p>	<p>Задания и разобранные примеры решения задач из профессиональной области по дисциплине «Методы оптимизации процессов ОМД» опубликованы в следующем учебно-методическом обеспечении: В.М. Салганик, В.В. Жлудов. К решению задач оптимизации технологических процессов и систем: Методические указания. – Магнитогорск, ГОУ ВПО «МГТУ», 2007. – 45 с.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>наиболее эффективных методов оптимизации технологических процессов ОМД. Навыками критического анализа результатов решения оптимизационных задач. Навыками корректировки технологических процессов на основе анализа результатов решения задач оптимизации технологических процессов ОМД.</p>	

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

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

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку «**отлично**» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности;

– на оценку «**хорошо**» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации;

– на оценку «**удовлетворительно**» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации;

– на оценку «**неудовлетворительно**» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку «**неудовлетворительно**» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

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.znanium.com/catalog/product/350985> (дата обращения: 25.09.2020)

2. Методы оптимизации: Учебное пособие для курсантов, студентов и слушателей / Бабеньшев С.В. - Железногорск: ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России, 2017. - 122 с. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/912642> (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.znanium.com/catalog/product/905033> (дата обращения: 25.09.2020)

Периодическая печать (журналы):

1. Научно-технический и научно-производственный журнал "Известия Высших Учебных Заведений. Черная Металлургия". – URL: <https://fermet.misis.ru/jour/index>

2. Научно-технический и производственный журнал «Металлург». – URL: <http://www.metallurgizdat.com/index.php>

3. Научно-технический, производственный и учебно-методический журнал «производство проката». – URL: http://www.nait.ru/journals/index.php?p_journal_id=7
4. Научный журнал «Сталь». – URL: <http://www.imet.ru/STAL/>
5. Научно-технический и производственный журнал «Чёрная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации». – URL: <https://chermetinfo.elpub.ru/jour>
6. Научный журнал «Чёрные металлы». – URL: <https://www.rudmet.ru/catalog/journals/5/>
7. Journal of Chemical technology and metallurgy (журнал химической технологии и металлургии). – URL: <https://dl.uctm.edu/journal/web/home>
8. Научный журнал «Вестник МГТУ им. Г.И. Носова». – URL: <http://vestnik.magtu.ru/>

в) Методические указания:

Салганик В.М., Жлудов В.В. К решению задач оптимизации технологических процессов и систем: Методические указания. – Магнитогорск, ГОУ ВПО «МГТУ», 2007. – 45 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение:

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

Интернет-ресурсы:

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://new.fips.ru/>
5. Российская Государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru/>
6. Российская национальная библиотека. – URL: <http://nlr.ru/>
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. – URL: <http://www.gpntb.ru/>
8. Public.Ru – Публичная интернет-библиотека. – URL: <http://www.public.ru>
9. Свободная энциклопедия «Википедия». – URL: <https://ru.wikipedia.org>
10. Библиографическая и реферативная база данных Scopus. – URL: <https://www.scopus.com>
11. Поисковая платформа Web of Science. – URL: <http://webofknowledge.com>
12. Библиотека электронных книг ЛитРес. – URL: <https://www.litres.ru/>

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
--------------------------	---------------------

<i>Тип и название аудитории</i>	<i>Оснащение аудитории</i>
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 практических занятий	Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. 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